



ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Tema:

ÓRTESIS FUNCIONAL PARA LA REHABILITACIÓN DE ESOCOLIOSIS LUMBAR CON CONCAVIDAD DERECHA.

Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Diseño Industrial

Línea de investigación

Rehabilitación, Discapacidad Y Calidad De Vida.

Autor(a):

Karen Michelle Miranda Castillo

Tutor:

Ing. Mg. Daniel Acurio

**Ambato-Ecuador
Octubre-2021**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE AMBATO

HOJA DE APROBACIÓN

Tema:

ÓRTESIS FUNCIONAL PARA LA REHABILITACIÓN DE ESOCOLIOSIS LUMBAR CON CONCAVIDAD DERECHA.

Línea de Investigación:

Rehabilitación, discapacidad y calidad de vida.

Autora:

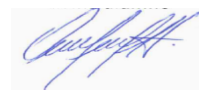
Karen Michelle Miranda Castillo



Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.

f. _____

CALIFICADOR



Pablo Israel Amancha Proaño, Ing. Mg.

f. _____

CALIFICADOR



Daniel Marcelo Acurio Maldonado, Ing. Mg.

f. _____

CALIFICADOR



Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Ing. Mg.

f. _____

DIRECTOR ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL



Hugo Rogelio Núñez Escobar, Dr.

f. _____

SECRETARIO GENERAL PUCESA

**Ambato-Ecuador
Octubre-2021**

DECLARACIÓN DE AUTENCIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **KAREN MICHELLE MIRANDA CASTILLO**, con **CC. 180440846-4**, autora del trabajo de graduación intitulado: “**ÓRTESIS FUNCIONAL PARA LA REHABILITACIÓN DE ESCOLIOSIS LUMBAR CON CONCAVIDAD DERECHA**”, previa a la obtención del título profesional de **INGENIERA EN DISEÑO INDUSTRIAL**, en la escuela de **DISEÑO INDUSTRIAL**.

- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad

Ambato, octubre 2021

KAREN MICHELLE MIRANDA CASTILLO

CC. 180440846-4

DEDICATORIA

A mi familia que siempre me apoyó desde el principio en esta aventura de descubrir el mundo emocionante del diseño industrial, pero sobre todo a mi hermano Juan David que desde el cielo me bendice pero que con su ejemplo de seguir primero esta carrera me enseñó que era capaz de hacer esto y mucho más.

Gracias por tenerme fe.

RESUMEN

El tratamiento convencional para la rehabilitación de escoliosis lumbar con concavidad derecha radica en el trabajo muscular del lado convexo de la espalda con el objetivo de evitar el comportamiento patológico. Durante este tratamiento se establecen varias etapas en la sesión de rehabilitación por lo que la etapa kinesioterapeuta se ve comprometida principalmente por ser la etapa de ejecución de los movimientos, dicha etapa es establecida directamente por el fisioterapeuta por lo que no existe un protocolo específico ni un orden. La escoliosis lumbar es una enfermedad progresiva que no tiene una cura, inicia desde temprana edad y se clasifica según el lado al que se pronuncia la curvatura. El paciente que es diagnosticado logra mantener controlada su enfermedad mediante tratamiento de rehabilitación fisioterapéutica. Para la solución al problema de efectividad del tratamiento convencional en la ejecución de los movimientos se propone la construcción de un prototipo de órtesis funcional como dispositivo de ayuda para la rehabilitación de escoliosis lumbar. En la recolección de datos e inicio de la investigación se establece un grupo de estudio de 5 fisioterapeutas los cuales brindan información esencial. Una vez levantada la información se realiza la propuesta del objeto mediante la metodología INTI. Se construye un prototipo en base a todos los parámetros anteriormente establecidos y con la validación del grupo de estudio se realiza formalmente la prueba preliminar con resultados positivos.

Palabras clave: escoliosis lumbar, concavidad derecha, rehabilitación, etapa kinesioterapeuta, efectividad, control de movimientos.

ABSTRACT

The conventional treatment for the rehabilitation of lumbar scoliosis with right concavity is based on muscular work on the convex side of the back in order to avoid pathological behavior. During this treatment, several stages are established in the rehabilitation session, so the kinesiologist stage is compromised mainly because it is the stage of execution of the movements. This stage is established directly by the physiotherapist, so there is no specific protocol or order. Lumbar scoliosis is a progressive disease that has no cure, it can begin at an early age and is classified according to the side on which the curvature is pronounced. The patient who is diagnosed can keep his disease under control through physiotherapeutic rehabilitation treatment. In order to solve the problem of effectiveness of conventional treatment in the execution of movements, the construction of a prototype of a functional orthosis as an aid device for the rehabilitation of lumbar scoliosis is proposed. In the data collection and beginning of the research, a study group of 5 physiotherapists is established to provide essential information. Once the information was collected, the object proposal was made using the INTI methodology. A prototype is built taking into account all the previously established parameters and with the validation of the study group, the preliminary test is formally performed with positive results.

Keywords: lumbar scoliosis, right concavity, rehabilitation, kinesiologist stage, effectiveness, movement control.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	III
RESUMEN.....	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE GENERAL.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE GRÁFICAS	XII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	6
1.1. Escoliosis idiopática.....	6
1.2. Técnicas y principios de rehabilitación de escoliosis lumbar	10
1.3. Rehabilitación y ortopédica.	16
1.4. Aporte tecnológico en órtesis del tronco.....	21
CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO	27
2.1 Tipo de investigación.....	27
2.2 Grupo de estudio	28
2.3 Método, técnica e instrumento de investigación.....	29
2.4 Procesamiento y análisis de la información sobre el diagnóstico realizado	29
2.5 Construcción de una órtesis funcional para la rehabilitación de escoliosis lumbar con concavidad derecha.	30
2.5.1 Propuesta de diseño.....	30
2.5.2 Definición estratégica.....	31
2.5.3 Diseño de concepto	33
2.5.4 Proceso de bocetaje	39
2.5.5 Diseño en detalle	40
2.5.6 Verificación y testeo	44
2.5.7 Producción	45

2.5.8	Mercado.....	48
2.5.9	Disposición final	55
CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS		56
3.1.	Frecuencia de movimientos	57
3.2.	Evaluación preliminar del prototipo	58
CONCLUSIONES:		60
RECOMENDACIONES:		62
ANEXOS		67

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: Ejercicios método de klapp.....	15
TABLA 1.2 Tallas y medidas en centímetros.....	20
TABLA 1.3 Tallas y medidas en centímetros para prendas.....	21
TABLA 1.4 Características de flexo sensor.....	25
TABLA 2.1 Grupo de estudio.....	29
FUENTE: Elaboración propia.....	29
TABLA 2.2: Grupo de estudio.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FUENTE: Elaboración propia.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
TABLA 2.3 Descripción del producto.....	31
TABLA 2.4 Lista de necesidades de los usuarios.....	32
TABLA 2.5 Jerarquización de necesidades.....	32
TABLA 2.6 QFD.....	33
TABLA 2.7 Costos de materiales.....	54
TABLA 2.8 Costo al público.....	55
TABLA 3.1 Frecuencia de movimientos.....	57
TABLA 3.2 Resultados del testeó.....	59

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 Lordosis, cifosis y escoliosis.....	6
FIGURA 1.2 Radiografía de pacientes con escoliosis tipo c (a: adulto de 33 años, b adulto de 25 años, c adulto de 55 años)	7
FIGURA 1.3 Test de adams positivo.	8
FIGURA 1.4 Corsé ortopédico	18
FIGURA 1.5 Órtesis modular de tronco lumbosacra.....	20
FIGURA 1.6 Unidad de biofeedback de presión modificada.	22
FIGURA 1.7 Edición de programa en el entorno de programación.	23
FIGURA 1.8 Microcontrolador atmega 328 a 16 mhz.	24
FIGURA 1.9 Flexo sensor.....	25
FIGURA 2.1 Brainstorming	33
FIGURA 2.2 Moodboard	34
FIGURA 2.3 Extracción de formas.....	34
FIGURA 2.4 Selección de forma.	35
FIGURA 2.5 Simplificación y distancia de la forma.	35
FIGURA 2.6 Rotación	36
FIGURA 2.7 Rotación	36
FIGURA 2.8 Modificación de elementos	37
FIGURA 2.9 Creación de nueva forma.....	37
FIGURA 2.10 Similitud de la forma.....	38
FIGURA 2.11: Eliminación de elementos	38
FIGURA 2.12 Definición de la forma.....	39
FIGURA 2.13 Boceto.	39
FIGURA 2.14 Ficha morfológica.	40
FIGURA 2.15 Ficha funcional.....	41

FIGURA 2.16 Ficha de indicaciones.	42
FIGURA 2.18 Ficha de indicaciones.	44
FIGURA 2.19 Ficha de patronaje.	45
FIGURA 2.20 Ficha de instrucciones de producción.	46
FIGURA 2.21 Ficha de sistemas de control.	46
FIGURA 2.22 Flujograma	47
FIGURA 2.23 Evolución del prototipo.....	48
FIGURA 2.24 Perfil del consumidor	48
FIGURA 2.25 Manual de marca	49
FIGURA 2.26 Introducción	49
FIGURA 2.27 Concepto	50
FIGURA 2.28 Retícula	50
FIGURA 2.29 Isotipo.....	51
FIGURA 2.30 Logotipo	51
FIGURA 2.31 Aplicación de color	52
FIGURA 2.32 Tipografía	52
FIGURA 2.33 Fondos.	53
FIGURA 2.36 Restricciones	53
FIGURA 3.3 Prototipo final.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICO 3.1 Diagrama de barras	58
GRÁFICO 3.2 Diagrama de barras	59

INTRODUCCIÓN

La escoliosis se define como una enfermedad progresiva, en términos generales, “es una condición patológica de la columna vertebral caracterizada por una deformidad espinal en tres dimensiones del raquis (plano coronal, sagital y axial)” (Comité Nacional de Adolescencia SAP, Comité de Diagnóstico por Imágenes SAP, Sociedad Argentina de Ortopedia y Traumatología Infantil (SAOTI) y Sociedad Argentina de Patología de la Columna Vertebral (SAPCV), 2016, pág. 585). Una singularidad que presenta el paciente es su tronco asimétrico que influye de manera negativa en la salud física del paciente es posible que inicie desde la niñez y presentarse después en la adultez de la persona. La edad de máxima de incidencia sitúa entre 10 y 14 años. Es más usual en mujeres (80%) que en varones (20%). Se conoce según Molina (2015) que un 2 a 4 % de este rango de incidencia padecen escoliosis y un 3 % a personas a la edad de 15 años en adelante, que presentan la sintomatología clínica, de los cuales, 2,8% tienen que intervenir quirúrgicamente (pág.1)

El tipo de escoliosis que padece un paciente se determina según el lugar donde se origina el dolor, como escoliosis dorsal o escoliosis lumbar. La escoliosis lumbar es más frecuente en afecciones de la columna vertebral por su progresión en el plano coronal. De acuerdo a Silverman, (2010) “la escoliosis puede ser derecha o izquierda según la convexidad de la curva, la escoliosis puede tener una o dos curvas principales” (pág.223) por lo que al definir el tipo de curva se le califica de tipo C depende del lado cóncavo. La escoliosis y su tratamiento se ven afectados por causas relacionadas al entorno del paciente, al causar diversos hábitos que permiten el desarrollo progresivo. Estas posiciones provocan que la persona sienta fatiga, cansancio y hasta depresión. Un factor de mucha importancia es la respiración que acompaña a la postura y que muchas veces se ve afectada por el comportamiento patológico.

La actividad física deteriorada de un paciente origina dolor de espalda prolongado. Muchas veces se confunde con dolor lumbar o inclusive con nervio ciático, los puntos de dolor se extienden en la espalda baja, por lo que, se lo confunde con facilidad al

inicio del proceso sintomatológico. Una vez que el paciente acude con un médico y este lo valora ya sea por el método convencional o a través de una radiografía, el estado físico del paciente juega un papel muy importante, para iniciar un tratamiento se necesita resistencia muscular. La presencia de debilidad en el abdomen, obstaculiza el desarrollo del tratamiento del paciente sobre todo al realizar los movimientos por lo que su condición se limita. Es por ello que, si la persona no tiene una condición física óptima para empezar un tratamiento fisioterapéutico, tendrá que empezar por un proceso de fortalecimiento muscular que exigirá a su cuerpo mayor esfuerzo.

La debilidad muscular que presentan los pacientes con esta patología origina desorganización de fuerzas musculares a lo largo de la columna vertebral. Al detectar el lado cóncavo de la curvatura del paciente, el lado convexo ocasiona una contracción en el músculo dorsal ancho que arrastra los músculos anteriores, genera que los hombros se desequilibren. En modo de compensación la actitud postural se remite a generar nuevas complicaciones como, por ejemplo, una Cifosis para mantener un equilibrio vertebral. Si el paciente empieza a tener desequilibrio postural ocasionado por dicha contracción provoca que la cadera y los hombros sufran un desequilibrio o expresado en otros términos desalineación. Por esta razón el estado del paciente se evaluaría con eficacia y determinar la condición en la, que se encuentra para tener resultados excelentes al momento de aplicar un tratamiento.

Dentro de ciertos aspectos en la escoliosis se determina el tratamiento para el paciente, el tipo de abordaje es muy importante para evitar su progresión. Existen dos opciones que el médico considera: el abordaje fisioterapéutico o quirúrgico. Se toma en cuenta esto, “toda curva mayor a 20⁰ debe ser evaluada por el especialista.

Las opciones de seguimiento y tratamiento son la observación, el tratamiento ortésico y la cirugía depende de la magnitud de la progresión de la deformidad y fundamentalmente de la clínica del paciente” (SAP, SAOTI y SAPCV, 2016, pág.1) dentro de las opciones de seguimiento para disminuir la sintomatología del paciente la terapia física es la más efectiva puesto que la prevención escoliótica tiene como factor principal evitar la progresión de la curva.

Entre las etapas del abordaje fisioterapéutico para la estructura de la terapia se encuentra la etapa kinesioterapeuta, donde el paciente realiza movimientos para evitar la progresión escoliótica y fortalecer los músculos de la espalda. Para iniciar el tratamiento kinesioterapéutico se evalúa cierto punto a considerar como el punto de estabilización central que está ubicado en la zona lumbar de la columna vertebral y en donde se genera la curvatura o deformidad que afecta la distribución de fuerzas. Entre los diferentes movimientos que realiza un paciente con escoliosis, se observa diferentes enfoques de trabajo muscular como, por ejemplo, el método de Niederhöffer que da prioridad a la potenciación muscular contraria a la concavidad, o el método de Katharina Schroth basado en la corrección de la postura donde implementa la respiración como parámetro de control de la terapia, entre otros. Se destaca como uno de los métodos con más incidencia al método de Klapp el cual, trabaja posiciones cuadrúpedas. Esta técnica depende mucho del lado en donde se encuentre la curvatura para, que se realice correctamente los ejercicios. Klapp “basó su tratamiento para deformidades de columna vertebral en su observación de los animales” (Piñero, Álvarez, Rojas, Guevara y Argota, 2014, pág. 93) a través de este concepto plantea que los animales no tienen problemas de columna por llevar esta postura.

Llevar un control continuo de la fisioterapia implica que el paciente realice con exactitud cada movimiento, pero si el paciente no está en condiciones óptimas afecta a la frecuencia en el tratamiento ya sea por factores externos como el trabajo y demás actividades. Por esta razón se acude al uso de aparatos ortopédicos que ayudan a que el paciente tenga mejores resultados. Los aparatos ortopédicos contribuyen a la recuperación del paciente por lo que existen varios estudios que confirman su eficacia como afirma Nogueras, Colas (2015)

Respecto al tratamiento ortopédico, diferentes estudios publicados en el 2013 y 2014 concluyen que las órtesis disminuyen significativamente la progresión de curvas de alto riesgo y que por lo tanto son eficaces para modificar la historia natural de la Escoliosis Idiopática (EI) y reducir la incidencia de cirugía. (pág. 9)

Para abreviar la utilización de una órtesis más que corregir en la rehabilitación impide la progresión de la curva. Las órtesis, que se encuentran en el mercado actual se refieren al tratamiento de inmovilidad causado por fracturas o en postoperatorios después de una intervención quirúrgica con enfoque escoliótico. Seguramente se

concentran en la limitación del movimiento, pero, no se enfocan a una rehabilitación fisioterapéutica a través de técnicas de tratamiento convencional.

De acuerdo con lo mencionado anteriormente se propone la siguiente interrogante: ¿Cómo mejorar la efectividad del tratamiento convencional, a través de los ejercicios para la rehabilitación en pacientes que padecen escoliosis lumbar con concavidad derecha mediante un dispositivo ortopédico?

Por consiguiente, se plantea un objetivo de construir un prototipo de órtesis funcional para la rehabilitación de escoliosis lumbar con concavidad derecha. Se establece un plan en el que primero se identifican los principios y las técnicas de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento. Una vez obtenida esta información, se determina las características de función de la órtesis mediante los movimientos, que se aplican en el tratamiento convencional en etapa inicial de la rehabilitación de escoliosis lumbar y, por último, se procede a diseñar el prototipo de órtesis funcional para el mejoramiento de tratamiento convencional. La presente investigación establece como metodología un enfoque cualitativo debido a, que se pretende medir, relacionar y mejorar la efectividad de los movimientos de la terapia convencional. Por lo que la presente investigación se considera como investigación/acción debido a que propone trabajar con un grupo multidisciplinario de estudio a través de la realidad de cada uno de sus miembros y la experiencia en el campo de fisioterapia para analizar el problema de la efectividad de los movimientos de la rehabilitación de escoliosis lumbar con concavidad derecha.

Su alcance es descriptivo, se considera el fenómeno estudiado en todos sus componentes. Además, se miden conceptos y se definen variables; como metodología de diseño para generar una propuesta objetiva en este caso un dispositivo ortopédico se aplica la metodología del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) que consiste en una organización específica para generar una propuesta de valor. INTI “Está organizado en término de fases de trabajo, que persiguen objetivos específicos. Conjuga instancias de mayor libertad creativa junto a otras de implementación y control” (Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 2009, pág.6) de acuerdo con la investigación propuesta se desarrolla un prototipo de órtesis funcional que permita

controlar los movimientos mediante patrones específicos se evita el comportamiento patológico del paciente.

Por otra parte, a la órtesis o dispositivo auxiliar se le adjudica la característica de funcionalidad con aporte tecnológico y de innovación se implementa un sistema de control a través de programación de cada movimiento para saber si la persona realiza mal el movimiento patológico y poder corregirlo a tiempo.

CAPÍTULO I: ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

1.1. Escoliosis Idiopática

La EI se clasifica en términos generales como un tipo de deformidad en el rango vertebral y forma parte las patologías, que se sitúan en la columna vertebral, las cuales son: Cifosis, Lordosis y Escoliosis. Las diferencias entre estas patologías se dan por el lugar de origen en él, que se generan. La Cifosis se genera en la zona torácica y la lordosis en la zona cervical y lumbar. En la zona lumbar se generan dos tipos de deformaciones, lordosis en la convexidad anterior y escoliosis, por lo que depende del sentido y el eje de la curva pertenecer a una clasificación, “La lordosis lumbar es la convexidad anterior normal del segmento” (Díaz, Schroter y Schulz, 2009, pág. 145) por lo que afecta el eje y la estructura esquelética de una persona.

La escoliosis, por otro lado, afecta a las personas con curva lateral directamente. Como lo menciona 2015 García, Obil y Zárata (2015) “es la deformidad del esqueleto axial en el plano ante posterior. Incluye deformidad tridimensional con rotación vertebral y puede acompañarse de alteraciones en el plano sagital. Para, que se considere escoliosis debe tener más de 10 grados de angulación” (pág.136) existe diferencias entre cada tipo de escoliosis (ver en Figura 1.1) por lo, que se diferencian una de otra según el lugar de origen.

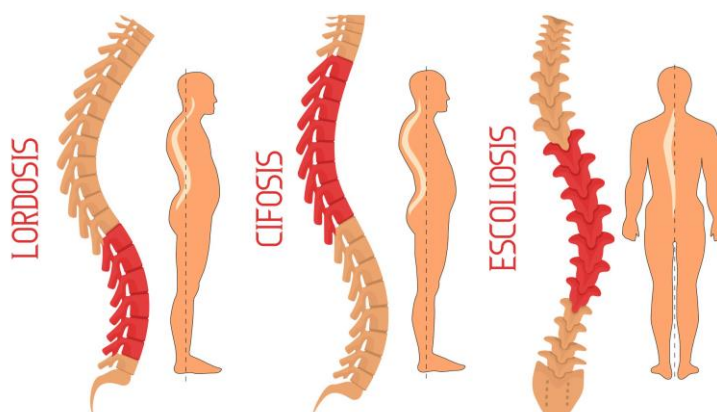


Figura 1.0: Lordosis, cifosis y escoliosis.

Fuente: Tomado a partir de Editorial Significado (2019)

Si se detecta una escoliosis idiopática, en este caso tiene varios tratamientos que indiquen una mejoría, pero esta patología no tiene una curación total por esto los

especialistas recomiendan un control continuo con terapia física para mejorar el estilo de vida del paciente. Si el paciente presenta una escoliosis congénita señala una deformación en la columna vertebral grave, es necesario una intervención quirúrgica al reemplazar el tratamiento fisioterapéutico. La dirección de la curva en general escoliótica es de tipo C o S, depende del lugar de origen.

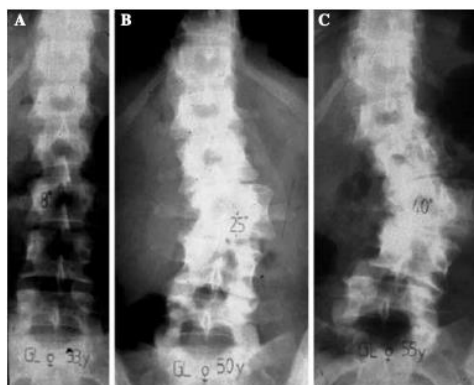


Figura 1.2: Radiografía de pacientes con escoliosis tipo c (A: Adulto de 33 años, B Adulto de 25 años, C Adulto de 55 años)

Fuente: Tomado de (García, Obil y Zárate, 2015, pág. 128)

El diagnóstico de un paciente escoliótico es fundamental para el médico tratante, si se detecta a temprana edad se tiene un control más especializado y tener resultados efectivos. “En adultos además de representar una preocupación de tipo estético, se asocian al dolor y síntomas neurológicos, ocasionados por una combinación de fatiga muscular, desbalance del tronco, artropatía o artrosis de las facetas por un proceso degenerativo discal” (Piñero et al. 2014, pág. 90). Para realizar una valoración exhaustiva se toma en cuenta las asimetrías en los hombros y caderas. Se realizan varios test que permiten recolectar información inicial y, que se aplican antes de empezar con cualquier tipo de tratamiento que el paciente requiera, por ejemplo, el Test de Adams que indica la inclinación del tronco, (ver Figura 1.3). Para realizar una evaluación breve de la curvatura se utiliza un inclinómetro o escoliómetro que detectan los ángulos a temprana edad, pero se necesita un tiempo entre evaluaciones para poder saber con exactitud la progresión escoliótica del paciente, para tener resultados más específicos el medico envía un examen radiológico.



Figura 1.3: Test de Adams positivo.

Fuente: Tomado de (Álvarez y Núñez, 2011, pág.139)

Las características patológicas progresivas de la escoliosis, como se explica con anterioridad, dependen mucho de la sintomatología que presente el paciente, como lo afirma que “ la escoliosis degenerativa progresa a una tasa de 3^0 o más por año y los factores que afectan la progresión de la curva son curva de mayor de 30^0 , rotación vertebra apical de más de 30%” (García, Obil, Zárate, 2015, pág.130) por lo que si no es tratada a tiempo empeora el estado del paciente, provoca que con el tiempo el dolor se intensifique. Los síntomas de dolor muscular y fatiga son los primeros en presentarse por la acumulación de fuerzas en puntos gatillo en donde los músculos del lado cóncavo estiran a los músculos del lado convexo mediante el cual, se genera inestabilidad postural.

Para medir la curva se toma en cuenta un estudio radiológico que verifica el ángulo de Cobb, con mejor certeza, su origen y progresión. Este ángulo ayuda a obtener resultados más detallados acerca del grado de curva que tiene el paciente, por lo que aplicar este método es imprescindible. Como lo explican Diaz, Schroter y Schulz (2009) “El método de Cobb es el más difundido para la medición de las curvaturas fisiológicas o patológicas de la columna, tanto en los planos coronal y sagital, así como en las proyecciones de la inclinación lateral.” (pág.144) La efectividad de este método se ve reflejada en el proceso radiológico sobre todo si se pretende analizar el desarrollo de un paciente escoliótico.

La madurez escoliótica del paciente es un factor esencial, entre estos factores se encuentra la edad, el sexo y el estado óseo. El médico toma en cuenta la progresión ósea del paciente por la magnitud de la curvatura en el diagnóstico. Las

particularidades de la escoliosis en que parten la distribución de las fuerzas puesto que siempre se manifiestan en el lado de convexo y el lado cóncavo que son los determinantes de la curva. De igual forma la curvatura está compuesta por la contracción del músculo cóncavo, estira los músculos torácicos para compensar en el ángulo, por esto el músculo posterior siempre estará tenso y estas tensiones afectan a la espalda en su estructura esquelética, se forma una desalineación en hombros y cadera e inclusive genera más deformidades como, por ejemplo, cifosis en la zona cervical para mantener el equilibrio postural. El comportamiento de los músculos se da por las fuerzas que los contraen al hacer que la persona realice constantemente el mismo comportamiento patológico que causa dolor.

La escoliosis afecta el sistema motor y los componentes que están involucrados, “no solo las vértebras están afectadas en la escoliosis. Todas las estructuras blandas (músculos, tendones, fascias y órganos internos) están sometidas fuerzas opuestas de compresión en la parte cóncava y de distensión en la convexa” (Quiroga, 2015, pág96) por lo que equilibrar la estructura de la columna vertebral es el objetivo principal para tratar la patología. En referencia con lo anterior el origen de la patología siempre ha sido incierto, pero se especula que tiene diferentes causas como expresa Álvarez y Núñez (2011) “se han valorado diferentes causas como origen de la escoliosis idiopática, desde alteraciones en el crecimiento, alteraciones discales, alteraciones del sistema nervioso central, hasta anomalías en el tejido conectivo y desequilibrios musculares” (pág.136). Las causas varían, su origen genético no es claro porque como patología, no se tiene un registro de las características que presenta inicialmente la persona o en qué edad comienza porque en cada persona se presenta en diferente tiempo y en diferentes circunstancias. No hay limitantes de relación por lo que es una progresión congénita que va desde el crecimiento del feto en el vientre de una madre o una mala postura durante la niñez, que se acentúa con el tiempo.

A parte de los aspectos notorios de la escoliosis de manera física existen algunas causas que obstaculizan que el paciente no presente algunos síntomas, los cuales, se generan por la rutina diaria debido a las actividades que realiza, por lo cual, ocasiona dolor de espalda que afecta en varios aspectos de su salud. Entre las muchas causas que contribuyen a la progresión escoliótica están el descuido del paciente, para realizar un

diagnóstico oportuno, esto provoca que el dolor se incremente, con el tiempo y en la edad adulta el dolor es mayor, al realizar actividades de carga para un paciente con escoliosis su condición se ve afectada porque al no tener equilibrados los puntos de presión de la espalda se pronuncia más la curvatura y genera aún más dolor. Un factor decisivo es la mala postura que afecta al paciente “se puede decir que la postura es innata del ser humano, esta acompaña las 24 horas del día durante toda la vida” (Castillo, 2015, pág18). Si la persona empieza a tener una mala postura crea una costumbre que el cuerpo va adopta progresivamente, la parte anímica del paciente también refleja afección si el paciente dice sentir fatiga, cansancio y depresión, estos factores afectan su diario vivir que perjudican su salud.

Si se determina la debilidad en la rotación del lado cóncavo en una curvatura lateral en posición neutral que como diagnóstico inicial se corrige al doblar lateralmente el lado convexo, a través del tratamiento adecuado para que la condición física del paciente mejore, no obstante, la predisposición del paciente para tener un control gradual acerca de su condición.

En ocasiones se adjunta el nombre del origen de la curvatura al cuadro inicial para tener una idea exacta de la zona, que se trabaja como, por ejemplo, escoliosis dorsal o escoliosis lumbar. Una vez que el paciente está consciente de su estado, el trabajo del profesional es más comunicativo, de modo que la recuperación se haga de manera más consciente.

1.2. Técnicas y principios de rehabilitación de escoliosis lumbar

El abordaje en una patología es una herramienta importante para el tratamiento adecuado que realiza el especialista o médico tratante especialmente un fisioterapeuta, quien es la persona indicada para llevar a cabo el tratamiento muscular de rehabilitación para la escoliosis lumbar de concavidad derecha o izquierda. Para determinar el tratamiento de escoliosis y evitar su progresión se sugiere el abordaje terapéutico y quirúrgico para casos de escoliosis idiopática e intervención quirúrgica para escoliosis congénita. En caso de determinar escoliosis idiopática la curva es el factor determinante para poder decidir el tratamiento que llevaría a cabo el médico, el

tratamiento convencional bajo la supervisión del especialista en fisioterapia o el tratamiento quirúrgico bajo la supervisión del médico traumatólogo.

El tratamiento convencional o conservador es siempre el más opcional si “toda curva mayor a 20⁰ debe ser evaluada por el especialista. Las opciones de seguimiento y tratamiento son la observación, el tratamiento ortésico y la cirugía depende de la magnitud de la progresión de la deformidad y fundamentalmente de la clínica del paciente” (SAP, SAOTI, SAPCV, 2016, pág.1). Entre las aplicaciones del tratamiento convencional está el uso de analgésicos para aliviar el dolor como corticoides. El uso de corticoides daña el metabolismo del paciente e inclusive provoca la ingesta de antidepresivos para el equilibrio sintomatológico. Si el paciente es adulto, se crea una adicción a este tipo de medicamentos si su ingesta no es controlada. Por lo que, no se recomiendan para una terapia estable de rehabilitación de escoliosis lumbar. Es primordial iniciar el tratamiento con una valoración del estado del paciente al resaltar ciertos aspectos, “se debe examinar asimetría de miembros pélvicos, pinzamiento de costillas, flexibilidad lumbar, alineación sagital y coronal” (García, Obil y Zárate, 2015, pág.131) señales visibles que ayudan tanto a un traumatólogo como a un fisioterapeuta para diagnosticar un tratamiento adecuado para el paciente.

El tratamiento quirúrgico de escoliosis idiopática lumbar es una opción viable si la curva sobrepasa cierto rango, los cuales, presentan una sintomatología y signos más frecuentes dan como resultado mucho dolor. Cualquier intervención quirúrgica es denominada invasiva, son recomendadas para el tratamiento de escoliosis, si el cuadro del paciente presenta deformidad en riesgo de calidad de vida el tratamiento quirúrgico la mejor opción. “El objetivo de la cirugía es evitar la agravación de la deformidad, lo , que se consigue fusionando cuerpos vertebrales.” (Ministerio de Salud Gobierno de Chile , 2010, pág. 15). Al igual que en el tratamiento convencional en el postoperatorio se pretende dar al paciente fuerza y confianza de volver a una rutina más saludable y activa para su cuerpo. La realización de actividad física es muy importante para el paciente como en cualquier tratamiento el médico a cargo establece ciertos parámetros de recuperación como por ejemplo iniciar con bajo impacto sin someter al cuerpo a extralimitaciones. Tal vez el enfoque quirúrgico sea más arriesgado, pero al igual que el tratamiento convencional pretende unificar la distribución de fuerzas en la

musculatura y la alineación de la columna vertebral. La terapia es muy importante tanto en pre como en el post operatorio, brindar al paciente un control exhaustivo en donde al seguirse correctamente se espera menos tiempo de recuperación, el tratamiento post operatorio complementa todo el proceso para verificar funciones móviles.

Se propone de igual forma el tratamiento de terapia física anteriormente mencionado con el cual, se dan enfoques distintos al tratamiento, pero existen varios estudios que comprueban la efectividad de ciertas técnicas que ayudan al paciente a su recuperación y control, como se sabe la escoliosis es una patología degenerativa por lo que su regulación es muy importante. Como lo menciona Argueta (2017) en las conclusiones de su investigación, “se logró disminuir las desviaciones posturales que presentaron los pacientes, en evaluación inicial” (pág. 58), si se aplica correctamente el tratamiento de terapia física se obtienen resultados. En una escoliosis leve el equilibrio dinámico de las fuerzas asimétricas musculares de la espalda se mantiene a través del tratamiento convencional. El equilibrio estático de la persona recae directamente en la columna vertebral, todo el peso torácico se mantiene en posición gracias a su correcta distribución de fuerza y peso. La fuerza y equilibrio son dos determinantes claves para la estabilidad del paciente durante el régimen de ejercicio en donde se evalúan de igual forma las estrategias para monitorear la efectividad de todo el proceso. Mantener los músculos del tronco alineado es muy importante porque en él recae el peso, por ejemplo si se lleva algo pesado en la espalda, si se analiza correctamente es un indicativo de que por la mala posición de este músculo genere la escoliosis lumbar que modificaría la postura de la persona que provoca un comportamiento escoliótico corregible hasta , que se presenten síntomas, por esto, el tratamiento fisioterapéutico evalúa todos los factores alrededor del paciente como síntomas visibles y la presencia de dolor muscular.

Para establecer una terapia física se analiza las etapas que forman parte de la sesión de tratamiento como calentamiento muscular, aplicación de estimulación eléctrica, ejercicios de fortalecimiento y corrección muscular o kinesioterapia. Al hablar específicamente de casa uno, los masajes en los puntos gatillo que determinan la posición relevante de la deformidad ayudan a que el musculo se caliente y poco a poco

se aflojen las fuerzas contraídas. En la siguiente etapa se aplica corriente eléctrica o TENS en estos mismos puntos, “la estimulación nerviosa transcutánea (TENS), es una modalidad a menudo usada especialmente para el tratamiento del dolor musculoesquelético” (Ferreira, Machado y Kimiko, 2011, pág.308). Esta estimulación se realiza a través de corriente eléctrica a baja frecuencia que permite estimular los puntos de reducción del dolor, manteniendo caliente los músculos, al mismo tiempo que los relaja para poder seguir con la siguiente etapa y, finalmente, terminar con la sesión fisioterapéutica. Por último y para concluir la sesión se pide la paciente realizar movimientos para corregir la afección patológica.

La terapia física para un paciente escoliótico tiene que ser especializada por los síntomas que presenta el paciente y sus limitaciones. La estructura del proceso fisioterapéutico establece el especialista, el cual, genera etapas para que el paciente realice realizar la sesión con resultados óptimos. Si se enfoca en la etapa kinesioterapeuta la efectividad de los movimientos se compromete con la voluntad del paciente y su actividad física. Si hay pacientes con debilidad muscular se exige más desempeño porque generalmente al cansarse los músculos, la persona disminuye la fuerza, se pierde la eficacia de la terapia. Sin embargo, existe limitaciones en cuanto al perfil del paciente con escoliosis de cualquier tipo como lo menciona Cawthorn (2015) “Las personas con escoliosis estructural no debe participar en deportes como levantamiento de pesa, rugby y gimnasia porque son muy extenuantes en la espalda” (pág.14), que empeora su cuadro y tenga muchas más complicaciones al momento de intentar llevar una terapia física activa.

Para iniciar el tratamiento de rehabilitación kinesioterapeuta se considera como el punto de estabilización central que está ubicado en la zona lumbar de la columna vertebral y en donde se genera la curvatura o deformidad, la cual, se intenta alinear. Se pretende que el paciente tenga una curva por debajo de los 20 grados, si se registra este grado se evita la progresión o degeneración que esta patología produce. Se considera la prominencia de la curvatura en todo momento porque de ahí se establece un tratamiento adecuado,

La terapia con ejercicios puede mejorar el desequilibrio de la columna peri-espinal, musculatura, que se ve en pacientes con EI con curvas pequeñas (<20 grados)

.15,16,18 Esta terapia también se puede utilizar como complemento de la terapia de refuerzo en pacientes con curvas más grandes. (Ramirez & Eberson, 2017, pág. 22) Es por ello, que se considera al tratamiento convencional como herramienta directa de recuperación. En la etapa final de la sesión se encuentran los movimientos de rehabilitación del musculo, es decir, la aplicación kinesioterapia que ayuda fortalecer y a evitar el comportamiento patológico. Inicialmente se aplican varias técnica y métodos que ayuden a la efectividad de los ejercicios y controlen la evolución del paciente. Todos estos métodos son opcionales para que el especialista considere realizarlos en la sesión, sin embargo no todos son frecuentes por su poca divulgación o por su complejidad de aplicación. Estos métodos están enfocados en los puntos en donde se origina la curva, llamados métodos de elongación, des rotación y flexión.

Las posiciones de cada método se clasifican y las limitaciones del paciente hacen que los terapeutas los elijan. Sin embargo, cada técnica y cada método se basa en lo que la patología requiera.

Todos los métodos en el tratamiento de la escoliosis se basan en tres principios directrices, documentados en la Patomecánica de la escoliosis “facilitar la adecuada percepción postural al potenciar los músculos que mantengan la corrección, flexibilizar los segmentos cóncavos (trabajo isotónico concéntrico) y extensibilidad los músculos acortados (trabajo isotónico excéntrico)” (Piñero et al. 2014, pág.92).

Uno de los métodos más utilizados es el de Klapp, quien fue un cirujano alemán que estudio su enfoque en la posición de los animales cuadrúpedos para la corrección de las deformidades escolióticas. “El método de Klapp utiliza distintas posiciones que van encaminadas a aprovechar la suspensión de la columna respecto a la gravedad y de esta forma realizar movimientos isotónicos que realizan acortamientos y estiramientos musculares, implican contracciones concéntricas y excéntricas” (Mérida, 2017, pág. 13) esta técnica depende mucho del lado en donde se encuentre la curvatura para , que se realicen correctamente los ejercicios,(ver Tabla 1.1), no obstante al empezar las posiciones recae en dos y cuatro puntos el peso del cuerpo y al realizar los movimientos se corrigen con ayuda de la tensión muscular y gravedad se elimina la fuerza de la curva escoliótica al acentuarse el trabajo específicamente en el lado convexo, de hecho se equilibra y alinean las fuerzas en los músculos.

Este método se caracteriza por las posiciones como lo menciona Mérida (2017) “Las posiciones de ganeo son cuatro, las cuales, varían según el área de la columna, que se pretende trabajar. A las posiciones iniciales se asocian dos tipos de ejercicios que son estiramientos y deambulación” (pág. 13), las cuales, se recomienda para iniciar una terapia convencional. Existen varios factores que determinan la postura como el comportamiento patológico es el, que se pretende corregir por medio de la terapia y en específico del método, que se utiliza para lograr resultados más efectivos. Existen factores como la edad, sexo, raza, otros, que se toman en cuenta para el proceso de rehabilitación y por supuesto el diagnóstico del paciente porque existen ciertas variaciones puesto que “Se realizan ejercicios homolaterales de miembros superiores o miembros inferiores para curvas únicas (elevación de miembros contrarios a la deformidad) mientras que los ejercicios heterolaterales (miembro superior e inferior contrario) corrigen curvas dobles;” (Piñero et al. 2014, pág.94). Estas consideraciones se toman en cuenta en el método de Klapp para poder evitar la progresión escoliótica para ganar fuerza muscular no solo en la espalda también en las extremidades en el paciente.

Tabla 1.1: Ejercicios Método de Klapp.

EJERCICIOS MÉTODO DE KLAPP	
<p>1. Posición baja: D1-D4 Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar del movimiento situado en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.</p>	
<p>2. Posición semi baja: D6-D7 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, movimiento de la cabeza mientras se mantienen los brazos firmes.</p>	
<p>3. Posición horizontal: D8-D10 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza. (Rotación al lado convexo)</p>	
<p>4. Posición semi erguida: D11-L1 Trabajo en cuatro puntos, inclinación de cabeza y cadera hacia el lado convexo, se empuñan las manos, movimiento de cabeza hacia atrás.</p>	
<p>5. Posición erguida: L1-L3 (brazos hacia delante) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia delante, se asientan los puntos faltantes, es decir, las manos en el suelo con la yema de los dedos.</p>	
<p>6. Posición invertida: L4-S1 (brazos hacia atrás) Trabajo en dos puntos (rodillas) Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia atrás con los brazos extendidos.</p>	

Fuente: Elaboración propia modificada de (Mérida, 2017, págs. 38-41).

Existen variación de los movimientos que el fisioterapeuta modifica de acuerdo con el paciente y su estado físico, pero, que se basan en la posición determinante en cuatro puntos. La comparación de técnicas para mejorar la intensidad del dolor, se basa en la efectividad de los movimientos, existen varios otros autores de métodos y técnicas, que se aplican en una sesión de fisioterapia pero que a través de una comparación en cuanto a la variedad de posiciones se pretenden mantener un proceso estándar por lo que “El planteamiento terapéutico debe realizarse en función de la importancia de la curva, de su etiología, de los aspectos evolutivos, de sus consecuencias funcionales y cosméticas, así como de la edad del paciente”(Quiroga, 2015, pág.65), cada paciente presenta singularidades diferentes pero que a través de este método se juntan esas limitaciones y trabajar el lado convexo. En términos generales, no se establece cuál es el método más adecuado, pero si se trabaja con el más recomendado por especialistas locales. Así mismo se explica que para aplicar algunos movimientos se utilizan objetos externos como ligas de tensión o inclusive máquinas de ejercicio específicos para ayudar al paciente a regular los movimientos que realiza, todo dentro del área de rehabilitación ortopédica.

1.3. Rehabilitación y ortopédica.

En el tratamiento convencional se adhieren aparatos o dispositivos que ayudan a la corrección de deformidades posturales causadas por patologías de deformación como la escoliosis lumbar. Para la aplicación de estos dispositivos evaluó campos de investigación que faciliten su uso. Los estudios actuales revelan un avance en rehabilitación de afecciones como patologías o traumas que presenta un paciente a través de la ingeniería biomédica. Hoy en día se ha vuelto accesible el uso de sistemas tecnológicos como aporte de la ingeniería biomédica para obtener mejores resultados en medicina, porque “Se dedica fundamentalmente al diseño y construcción de equipos médicos, prótesis, dispositivos médicos, dispositivos de diagnóstico (imagenología médica) y de terapia” (Ghirimoldi, 2016, pág. 103). El avance de la ingeniería biomédica contribuye continuamente a la evolución en tecnología de rehabilitación. Según Glave (2010) clasifica a los instrumentos y procesos como ramas de ingeniería biomédica de la siguiente manera:

“Instrumentación medica
Imagenología médica y procesamiento de imágenes
Procesamiento digital de señales
Biomecánica y rehabilitación
Ingeniería clínica hospitalaria y Gestión tecnológica” (pág. 106)

Como se menciona uno de los campos de acción de ingeniería biomédica es la biomecánica y rehabilitación en el uso de equipos y aparatos ortopédicos. Para poder especificar la aplicación de un dispositivo ortopédico es necesario establecer su definición por lo que “Actualmente en muchos países se usa el nombre de “Ortopedia” para referirse al estudio de las enfermedades del tronco y las extremidades, pero la tradición del uso de la palabra “traumatología” hace que la palabra “ortopedia” excluya las lesiones traumáticas.” (Ministerio de la salud publica , 2016, p. 1), por esta razón la ortopedia colabora estrechamente a la rehabilitación en varias partes del cuerpo.

En la rehabilitación del tronco enfocado a casos médicos como la escoliosis se registra el uso directo de órtesis para rehabilitación del tronco. Según una Norma Europea (UNE)11-909-90/1, adoptada de la ISO 8549/1, “Una órtesis es cualquier dispositivo aplicado externamente sobre el cuerpo humano, que se utiliza para modificar las características estructurales o funcionales del sistema neuro-musculoesquelético...”. (Barragán, 2012, pág. 184). Como parte de la rehabilitación de la escoliosis lumbar se propone el uso de la órtesis para una mejora continua del paciente, pero de igual forma un enfoque de relación producto-paciente en donde todas las necesidades básicas para la recuperación se tomen en cuenta. A decir verdad, todo dispositivo ortopédico pretende ayudar tanto al fisioterapeuta como al paciente a obtener mejores resultados y poder avanzar con el tratamiento. Una órtesis está diseñada para la función de inmovilización y corrección, sin embargo, existen varias diferencias de enfoque que permiten a la órtesis maleabilidad para el especialista se acerca a la recuperación óptima del paciente, para eso se establecen características de relación estético-funcional. Entre las opciones de ortopedia de tronco en recuperación de una deformidad o un trauma se encuentra corsés (ver Figura 1.4) que según las especificaciones se adecuan a la recuperación del paciente con esta característica de inmovilidad.

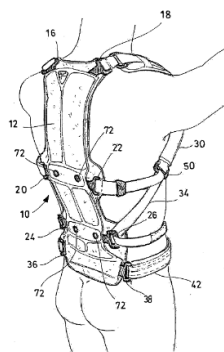


Figura 1.4: Corsé ortopédico

Fuente: Tomado de (Madrid-España Patente nº ES 2 498 271 T3, 2012)

El equilibrio estructural de la persona que padece escoliosis lumbar se ve afectado, por lo que usar la órtesis propone ayudar la asimetría faltante en lateralidad del lado convexo. Sin embargo, se toma en cuenta que “La prescripción de la órtesis, no se puede basar simplemente en la patología del paciente. Es necesario que además de la etiología de la enfermedad se conozcan en profundidad las características del trastorno motor y sensitivo que presenta el paciente” (Periago, 2009, pág.4) todos estos aspectos se toman en cuenta el momento de proponer el diseño de un prototipo de órtesis en tratamiento ortopédico para una patología como la escoliosis lumbar especifica el trabajo del lado convexo para un mejor resultado, en especial el tipo de material con, el cual, se fabrican.

Existen todo tipo de órtesis, que se adecuan a las necesidades de los pacientes dicho anteriormente como por ejemplo las órtesis modulares, por su concepto que contribuye al desarrollo de nuevas propuestas para trabajo ortésico. “Las órtesis modulares del tronco incorporadas recientemente a la ortopedia, suponen en un avance importante en el tratamiento de algunas alteraciones patológicas de la columna sacrolumbar” (Zamora, 2011, pág. 76), mediante esto se define que la movilidad se logra por segmentos a través de una órtesis. El concepto de regular el movimiento, que se le atribuye a una propuesta de órtesis está directamente ligada a la idea de flexibilidad, es decir, que permita realizar movimientos kinesioterapéuticos como estiramiento, extensión y rotación designados en generalidad. Por lo cual, el comportamiento patológico es la clave para un mejor tratamiento y para esto se establecen patrones motores correctos. En investigaciones se demuestra la funcionalidad de la órtesis en relación con la movilidad, por lo que mantener un control de movimientos a través de

un estudio de patrones específicos se da al paciente mejores resultados, siempre y cuando se mantenga en tratamiento constante, es decir, asista con frecuencia a la terapia dirigida.

“La realización de un patrón incorrecto no solo retrasa el desarrollo de un engrama, sino que además comienza a introducir uno incorrecto, lo que retrasa aún más el proceso de aprendizaje, este debe eliminarse para luego aprender uno nuevo” (Ghirimoldi, 2016, pág. 27).

Para el diseño de órtesis se toma en cuenta el análisis antropométrico, en especial las dimensiones para cada movimiento. Muchas órtesis no toman en cuenta el tiempo de recuperación por lo que su efectividad se ve comprometida, un paciente utiliza una órtesis períodos prolongados para lograr una recuperación adecuada es el caso de un trauma, pero para una patología como la escoliosis es un trabajo de rehabilitación continua. En el mercado existen ortesis que talvez permitan movilidad, pero se concentran en la zona lumbosacra por lo que sugieren su uso prolongado durante el día, sus diseños proponen material que soporte el sudor y contención abdominal, pero no se enfocan en la alineación de la columna ni en evitar la progresión si es que, no se usa el dispositivo ortopédico. Los materiales varían como tela elástica, velcro y todo tipo de fibras depende de la función que ofrece, ver Figura 1.5, una característica sobresaliente es que la mayoría promete durabilidad, pero enfocada al uso durante todo el día.



Figura 1.5: Órtesis modular de tronco lumbosacra

Fuente: Tomado de (Zamora, 2011, pág. 77).

La importancia de tener una órtesis de calidad para un adecuado proceso de recuperación se basa principalmente en la relación entre el paciente y su dispositivo ortopédico guiado por el fisioterapeuta en el proceso del tratamiento. Como se nombra antes, determinar los limitantes para la órtesis es muy importante, es por ello que “para lograr los mejores resultados con una intervención ortopédica, este dispositivo debe ser fácil de poner, cómodo, ligero, hipoalergénico y con buena resistencia” (Amaricai, 2018, pág. 5).

Tanto para el paciente como para el mercado es indispensable resaltar las características de fabricación del producto para una propuesta de calidad, los materiales que sean adecuados para el uso del paciente. Es importante establecer una propuesta funcional y estética, se evalúa en concepto de adaptabilidad al cuerpo se asemeja a una prenda, que se coloca el paciente. Como se explicó anteriormente es una prenda para el tronco que involucra ciertos parámetros para ajusta la ortesis como velcro, que se acopla al cuerpo y de fácil regulación. Las funciones que llega a tener una ortesis son características en relación con las especificaciones del paciente como, por ejemplo, la regularidad para que la ortesis se adapte al cuerpo en zonas como la zona lumbar. Al hablar de una prenda para el cuerpo se busca que su construcción se adecúe de forma correcta al concepto de órtesis, no obstante, se mantiene la funcionalidad para generar un producto. La adaptabilidad del objeto se relaciona al tipo de cuerpo del paciente, es por ello por lo, que se recomienda adaptar tallas en centímetros (ver Tabla 1.2), lo que permite trabajar en medidas estándar.

Tabla 1.2: Tallas y medidas en centímetros.

Talla	Cadera	Cintura	Pecho
12L	84	63	78
13	86	54	69
14	86	60	69
14L	86	69	73
15	88	58	75
16	88	64	75
16L	90	72	83
17	92	60	72
17L	92	63	69
18	92	68	78
Z 19	94	62	76

20	94	70	84
20L	96	66	75
21	97	68	80
22	97	76	88

Fuente: Tomado de (Thuasne, 2018, pág. 7)

Para establecer una talla acorde al cliente se contrasta la Tabla 1.2 que define la talla aplicada en órtesis lumbares con la siguiente talla de tallaje de prendas comerciales.

Tabla 1.3: Tallas y medidas en centímetros para prendas.

Tallas	38	40	42	44	46	48	50	52	54
Busto	82	86	90	94	98	102	108	114	120
Cintura	62	66	70	74	78	82	88	94	100
Cadera	88	92	96	100	104	108	114	120	126

Fuente: Tomado de (Knight, 2012)

Al analizar los cuadros anteriores se determina que la talla en órtesis lumbares es la 22 y en prenda es 44 establece un rango en pecho de 88 a 100cm, cintura 74 a 76cm y cadera de 97 a 100 cm. La aplicación de varios campos relacionados a generar una propuesta de dispositivo ortésico se basa en la opción de combinar aspectos estéticos y de función, implica aportes de tipo de tecnológico para poder cumplir con los requerimientos previamente explicados, por ellos decir la aplicación de sensores para el control de cada movimiento permite que el concepto de regulación se adecue a la perfección.

1.4. Aporte tecnológico en órtesis del tronco

La ingeniería biomecánica abrió puerta a la aplicación de dispositivos tecnológicos que permitan funcionalidad en objetos a través de una variable medible por ejemplo existen varios enfoques médicos en dispositivos de control de movimientos como la creación un feedback, (ver Figura 1.6), de retroalimentación que permite regular los movimientos en terapia continua ,“tanto en investigación como en entornos clínicos, se ha utilizado una unidad de biofeedback de presión para evaluar y entrenar el control del movimiento lumbar pélvico principalmente mediante la activación de los músculos segmentarios de la columna vertebral ” (Hong-Ji Luo, 2017, pág. 3).

El propósito de aplicar este principio de retroalimentación se basa en el objetivo de reducir las deformidades, que se generan en la columna mediante el control motor de los movimientos para eso se analiza la presión, que se aplica al realizar un movimiento en

un tiempo determinado, los resultados concluyen a través de la presión, que se ejerce para controlar el movimiento para un mejor resultado de prevención en deformidades.

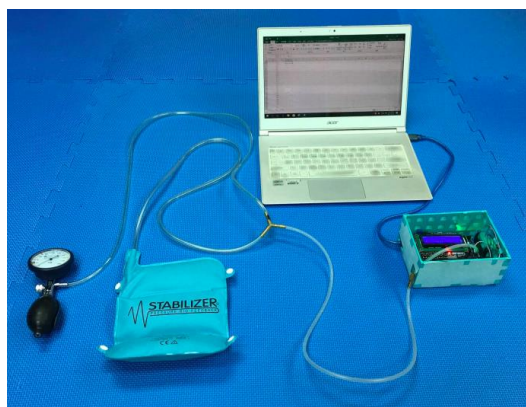


Figura 1.6 Unidad de biofeedback de presión modificada.
Fuente: Tomado de (Hong-Ji et al. 2017, pág4)

Los avances en relación con la tecnología y su aplicación en rehabilitación han permitido que la dinámica del tratamiento permita una comunicación más abierta entre la fisioterapia y el paciente. Por ejemplo, se creó un guante inteligente para un paciente que sufrió un trauma craneoencefálico mediante, el cual, tuvo que realizar terapia de rehabilitación. Se propuso crear una aplicación de juegos que el paciente al usar el guante y jugar se refuerza la fisioterapia puesto que el juego se enfocaba en los movimientos que el paciente más tenía dificultad en realizar. El guante estaba compuesto por sensores de movimiento que constaba de tarjetas electrónicas para la aplicación, la cual, se desarrolló a través de un software de desarrollo, una aplicación de Windows para el control del movimiento con un algoritmo denominado Machine learning para aprendizaje supervisado. El algoritmo permitía una guía de ejecución de movimientos para el paciente en donde trabajaba tendones y músculos. La aplicación del juego permitió ajustar la dificultad para mostrar un progreso óptimo en la recuperación. Se estableció que unir un dispositivo de fisioterapia con un juego de realidad virtual era una opción innovadora que ayudo al paciente con las secuelas de su accidente permitiéndole su recuperación motora con las partes dañadas.

Una vez analizadas las posibles aplicaciones de la tecnología en el campo de terapia física se propone el control de los movimientos en el tratamiento puesto que existen diversas opciones tecnológicas para la resolución de problemas de rehabilitación. Para

los movimientos, que se establecen la etapa kinesioterapeuta del tratamiento de una patología como la escoliosis lumbar implica un concepto de funcionalidad por parte de la ortesis, aquí se establece una relación con la tecnología y lo que ofrece. Como el diseño de movilidad requiere la regulación de cada movimiento se aplica hardware libre. “El hardware libre se puede definir como una materialización particular del conocimiento libre en el área del hardware” (Chourino y Mairet, 2015, pág4). Este hardware permite la modificación para un propósito específico mediante accesos libres en infraestructura permite un control abierto en el diseño. Mediante la aplicación de hardware libre se utiliza placas para programación de códigos como, por ejemplo, la placa Arduino. “se trata de una placa micro procesadora compuesta por una plataforma de hardware libre y software IDE, que es usado para escribir código y manipular el hardware” (Bonilla et al. 2018, pág180). El hardware libre se adapta a la placa, mediante parámetros de programación, ver Figura 1.7, se establecen variables de función, que se ejecuten, el programador es quien crea estas funciones según lo requiera.

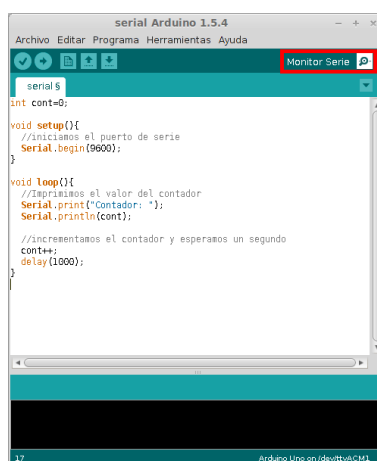


Figura 1.7: Edición de programa en el entorno de programación.

Fuente: Tomado de (Herrero, 2015, pág. 12)

Existen diversos modelos de placas Arduino, que se adecuan a los que el usuario necesita, esta varía en tamaño y venir en muchas presentaciones, por ejemplo, la Arduino mini que viene en una presentación reducida a diferencia de la Arduino uno pero que poseen características de programación y de función igual de efectivas, pero se utilizan en espacios reducidos. Las características de cada Arduino difieren entre sí, sus funciones de entrada y salida, entradas analógicas, bits de resolución y memoria de almacenamiento. De igual forma existen placas basadas en Arduino como ATmega

que de igual forma permiten la adaptación del hardware libre para las necesidades del usuario. Las características que posee una ATmega varían.

- “Microcontrolador AVR de 8 bits de alto rendimiento y baja potencia
- Arquitectura RISC avanzada
- 131 potentes instrucciones: la mayoría de las ejecuciones de ciclo de reloj
- 32x8 registros de trabajo de propósito general
- Operación completamente estática
- Hasta 16 MIP de rendimiento a 16 MHz (...)” (Atmel Enabling Unlimited Possibilities, 2015)

Cada una de las características que posee una placa de formato compacto que regula la potencia con datos de entrada y de salida, generalmente se utiliza un puerto USB, ver Figura 1.8, dicho con otras palabras, permite el control de la información y la transforma.



Figura 1.8: Microcontrolador ATmega 328 a 16 MHz.

Fuente: Tomado de (Mercado libre Ecuador , 2019)

La comunicación de estas placas con el IDE permite que el programador o la persona que desarrolla el software maneje el entorno interactivo mediante esta aplicación por los servicios integrales que facilitan. De la misma forma la aplicación de este software permite que como usuario se descarguen pluggins, que se adapten a la placa y permitan optimizar la funciones. Para obtener la información de los movimientos se utiliza flexo sensores para medir el movimiento y establecer rangos. La aplicación de una sensor permite convertir magnitudes medibles, (ver Figura 1.9), para la aplicación de un sensor en una ortesis de tronco cuyo objetivo es movilidad se sugiere un flexo sensor que permita medir un rango mediante, el cual, se ejecuta el movimiento. Un flexo sensor

“es un sensor analógico que incrementa de valor de resistencia conforma varia su forma y la configuración de su circuito” (Quispe, 2018, pág. 43).



Figura 1.9: Flexo sensor.

Fuente: Tomado de (Quispe, 2018, p. 43)

Las características del flexo sensor, se acomodan al movimiento por su estructura de composición lo que permite recolectar información, (ver Tabla 1.4), una característica principal es la medición a través de ángulos lo que permite establecer un movimiento de inicio a fin.

Tabla 1.4: Características de flexo sensor.

Flexo sensor	
Características:	<ul style="list-style-type: none"> - Medición de desplazamiento de ángulo - Se dobla y flexiona físicamente con el dispositivo de movimiento Posibles usos: <ul style="list-style-type: none"> - Robótica - Juegos (movimiento virtual) - Dispositivos médicos - Periféricos de la computadora - Instrumentos musicales - Terapia física - Construcción simple - Perfil bajo
Especificaciones mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> -Ciclo de vida:> 1 millón -Altura: 0.43 mm (0.017 ")
Especificaciones eléctricas	<ul style="list-style-type: none"> -Rango de temperatura: -35 ° C a + 80 ° C -Resistencia plana: 25K ohmios Tolerancia de resistencia: ± 30% -Rango de resistencia a la flexión: 45K a 125 kΩ (dependiendo del radio de curvatura) -Capacidad de potencia: 0.50 W continuos. 1 W Pico

Fuente: Tomado de (Quispe, 2018, p. 43)

El manejo de la curva que proporciona un flexo sensor permite que la información de resistencia al especificar los rangos se establezca un movimiento de forma correcta. Generar datos mediante la acción de la resistencia depende del movimiento del sensor

y el comportamiento de la curva. Con los aportes de este sistema y su funcionamiento en conjunto se concluye, que se aplican en la rehabilitación de una patología o un trauma independientemente de la causa el tratamiento de la terapia física es esencial para la recuperación y a través del control correcto de los movimientos que producen resultados más eficaces. Depende de cada movimiento para fijar las posiciones del flexo sensores, además se utilizan sensores de distancia ultrasónicos para ejecución de uno o de varios movimientos.

CAPÍTULO II: DISEÑO METODOLÓGICO

2.1 Tipo de Investigación

Para la realización de la presente investigación se aplica la modalidad cualitativa para analizar las técnicas y métodos. El método es deductivo por, que se determina las características particulares para el diseño de la órtesis lumbar que permite la aplicación práctica de los contenidos anteriores. Dentro del enfoque cualitativo, se realiza una investigación-acción que pretende explorar la etapa kinesioterapéutica mediante el control de la ejecución de los movimientos por medio de la experiencia del médico tratante, el fisioterapeuta. Puesto que, se pretende demostrar la relación entre variables y las modificaciones de éstas, en base a la razón de los hechos mediante un grupo de estudio que está estrechamente relacionado con el problema, es decir, con el uso de la órtesis para el paciente, por lo que se pretende analizar el tratamiento convencional y su eficacia.

Para presentar una propuesta de prototipo, se emplea la metodología INTI para generar un producto de calidad que sigue cada paso del proceso desde la concepción morfológica hasta la elección correcta de materiales. La metodología inicia con la definición estratégica como primer paso, la cual, tiene como objetivo planificar en base a ciertas necesidades para los usuarios quienes serán los beneficiarios directos e indirectos y por quienes se desarrolla el producto, para después poder definir la comunicación del producto y el contexto en el, que se desarrolla.

Segundo, el diseño de concepto en esta fase se propone planificar y ejecutar, para generar la descripción del concepto con, el cual, se da inicio para dar características, y criterios generales. Se genera un enfoque alternativo en base a los requisitos, que se recolectan en el perfil de usuario para poder establecer lineamientos de diseño. Tercero diseño de detalle, este paso permite ejecutar y verificar, se evalúa estrategias particulares de diseño en donde se definen posibles materiales de construcción que establecen comparaciones para tomar una decisión acorde a la propuesta.

Cuarto verificación y testeo el objetivo de esta fase es ejecutar y verificar para examinar los resultados que a través de las estrategias permiten materializar el producto. En este paso se tienen por objetivos ejecutar, verificar y mejorar. Quinto producción, en esta etapa se evidencia las técnicas específicas de la producción del producto para tratar de optimizar los medios de producción, se establece también un ciclo productivo o de construcción en, el cual, se pretende describir las actividades de producción. En esta fase se verifica la funcionalidad del producto acorde a las especificaciones de la ficha funcional, para seguidamente proponer parámetros de calidad, y validación de la planificación estratégica en actuaciones de control.

Sexto mercado esta etapa permite verificar y mejorar la propuesta, por lo que al seguir estas estrategias se establece el perfil del consumidor para dar a conocer directamente el público objetivo. Por ultimo La disposición final determina recomendaciones para mejorar el ciclo que cumple el producto al tener en cuenta que para presentar una propuesta de diseño que incluye el concepto de reutilización como propuesta de innovación para un mercado acostumbrado al consumo y contaminación.

2.2 Grupo de estudio

Se selecciona miembros parte de la población, de manera deliberada y por efecto de errores aleatorios, referentes al tratamiento y quienes bajo su criterio validan la investigación, se basa en la experiencia y el enfoque, pero sobre todo en el aporte que dan a la investigación.

Tabla 2.1: Grupo de estudio

Información General					
Terapeutas	Nombre	Edad	Título	Años de experiencia	Cursos destacados
Terapeuta 1	Silvana Lozada	35	Licenciada en Fisioterapia	4	Curso de estimulación en aplicación de TENS
Terapeuta 2	Alexandra Olivo	27	Licenciada en Fisioterapia	5	Curso de Abordaje Terapéutico en Disfunciones del Suelo Pélvico
Terapeuta 3	Ivonne Salazar B	25	Licenciada en Fisioterapia	6	Curso de seminario Iberoamericano de la Academia (Universidad Técnica de Ambato).
Terapeuta 4	Liliana Sunta	29	Licenciada en Fisioterapia	6	Curso de tratamiento Manual de columna vertebral manejo de niños con parálisis cerebral
Terapeuta 5	Fanny Poveda	50	Licenciada en Fisioterapia	27	Cursos electroestimulación- Magnetoterapia- Magnetoterapia

Fuente: **Elaboración propia**

2.3 Método, técnica e instrumento de Investigación

Para la recolección de datos se aplica la técnica de observación, mediante una ficha que permite establecer la estructura de una sesión de rehabilitación de escoliosis lumbar se destacan datos importantes. De igual manera se aplica la técnica de entrevista por medio de, la cual, se establecen preguntas estructuradas para poder identificar las técnicas y principios de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento. Por último, se emplea la técnica de la encuesta para determinar la frecuencia de los movimientos, que se aplican en una sesión de tratamiento de escoliosis lumbar para establecer las características funcionales de una órtesis lumbar.

2.4 Procesamiento y análisis de la información sobre el diagnóstico realizado

Con la participación del grupo de estudio enfocado a la obtención y cumplimiento de los objetivos, se toma de manera aleatoria a los participantes para resaltar su experiencia en tratar a pacientes con escoliosis lumbar y poder dar resultados fehacientes para la investigación.

Se aplica la entrevista al grupo de estudio mediante, la cual, se establecen 5 preguntas para poder establecer los principios y las técnicas, que se aplican en la sesión de fisioterapia, ver en Anexo A. Se aplica de igualmente una ficha de observación de estructura de una sesión de fisioterapia, ver en Anexo C para identificar los principios y las técnicas de la etapa kinesioterapeuta. Por último, se emplea una ficha de frecuencia de movimientos, ver en Anexo B a través de, la cual, se establecen los movimientos más frecuentes, es decir, la posición, que se aplican más en la terapia y mediante, los cuales, determina las características de función de la ortesis.

Se mantuvo el orden propuesto para la estructura de una sesión de rehabilitación para escoliosis lumbar. Al iniciar una valoración del paciente para establecer su tratamiento, se empieza con un masaje, para el calentamiento muscular y relajación del músculo, aplicación de TENS o corriente eléctrica para mantener el musculo cálido y eliminar dolor residual y, por último, la kinesioterapia para fortalecer los músculos de la espalda. Se toma en cuenta si el paciente presenta mucho dolor se establece otro protocolo para tratar específicamente el dolor y molestia del paciente. Con los resultados expresados en el diagrama de barras (ver Figura 3.1), se determina que las posiciones más frecuentes son la posición 1, posición 3 y la posición 5.

2.5 Construcción de una órtesis funcional para la rehabilitación de escoliosis lumbar con concavidad derecha.

2.5.1 Propuesta de diseño

Se plantea construir una órtesis funcional que permita controlar los movimientos en la rehabilitación de la escoliosis lumbar, se crea patrones específicos para evitar el comportamiento patológico. Gracias a las consideraciones del diseño de un producto se propone aplicar la metodología INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial) puesto que “Está organizado en términos de fases de trabajo, que persiguen objetivos específicos.” (INTI, 2009), esta metodología permite realizar un análisis del contexto del producto y lo, que se necesita para poder desarrollar una propuesta de calidad se basa en ítems específicos de alcance.

A continuación, se detalla la descripción del producto, propuesta de valor, la hipótesis, los beneficiarios, las suposiciones y restricciones

Tabla 2.3 Descripción del producto

Enfoque	Descripción
Descripción del Producto	Prototipo de órtesis funcional para la rehabilitación de escoliosis lumbar con concavidad derecha
Propuesta del Valor	Permite la movilidad controlada del paciente
Hipótesis	Con la aplicación de la órtesis funcional en el tratamiento para escoliosis lumbar se logra un mejor control de movilidad del paciente que sufre la patología al momento de ejecutar los movimientos.
Mercado Primario	Especialista, Fisioterapeuta
Mercado secundario	Paciente con escoliosis lumbar con concavidad derecha
Suposiciones y restricciones	Precio elevado

Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Definición estratégica

Se toma en cuenta que “El diseño, sea cual sea el objeto de este, tiene que basarse en el usuario, y el usuario puede ser cualquier individuo.” (INTI, 2009). En esta fase se explica la problemática en donde se expone al producto en base a ejes básicos para crear estrategias de mejora que parten del concepto accesibilidad.

A través de una lista de necesidades se determina la importancia de las características del producto en base a parámetros como su funcionalidad, uso, forma, estructura, materiales, entre otros. Se valora según su importancia mediante el estado del arte y la ficha de observación, (Anexo C), con ayuda de una escala de valoración de 1 al 5, en donde 1 es menos importante y 5 más importante.

Tabla 2.4: Lista de necesidades de los usuarios.

Necesidad	Imp.
Funcionales:	
Regular los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeuta del tratamiento de rehabilitación.	5
Trabajar el lado convexo para la correcta alineación de la columna.	5
Uso:	
Adaptación ergonómica en los movimientos	2
Fácil de colocar, evitar incomodidad en el paciente.	5
Estímulo indicativo para la correcta realización del movimiento (sonido o vibración).	5
Estructurales:	
Estructura única y articulada a través de materiales ligeros.	3
Aplicación de sistemas de control de patrones específicos.	5
Formal o expresiva:	
Simetría en forma y estructura.	3
Materiales:	
Hipoalergénico	2
Ligeros	2
De fácil limpieza	2
Resistencia al sudor	2
Resistente a la flexión	2
Psicológicas:	
Seguridad del paciente al realizar los ejercicios	2
Mejora en la relación paciente-especialista	2
Relación objeto-usuario	3

Fuente: Elaboración propia.

Según la lista de necesidades y la valoración de cada una, se jerarquizan de manera, que se ordenan y se toman en cuenta las más importantes, la cuales, están puntuadas con 5 y, que se cumplen al diseñar el producto.

Tabla 2.5: Jerarquización de necesidades

Necesidad	Imp.
Regular los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeuta del tratamiento de rehabilitación.	5
Fácil de colocar, evitar incomodidad en el paciente.	5
Aplicación de sistemas de control de patrones específicos (sensores)	5
Trabajar el lado convexo para la correcta alineación de la columna.	5
Estímulo indicativo para la correcta realización del movimiento (sonido).	5

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidas las necesidades, se presenta la tabla QFD que consta de métricas con, las cuales, se relaciona una necesidad o varias, se toman en cuenta las especificaciones del usuario para crear un producto, en base a las necesidades.

Tabla 2.6: QFD

Necesidades	Métricas
<i>Funcionales</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Regular los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeuta del tratamiento de rehabilitación. Trabajar el lado convexo para la correcta alineación de la columna. 	<ul style="list-style-type: none"> 10 veces con series de 1 a 2 y con reposos antes de empezar el siguiente movimiento, cada serie se ejecuta en 10s, es decir, en 10 tiempos. Mantener rangos de movimiento mediante la lectura del flexo sensor, según el movimiento, que se ejecuta.
<i>Uso</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Fácil de colocar, evitar incomodidad en el paciente. Fácil de configurar mediante los patrones específicos de cada movimiento. Estímulo indicativo para la realización del movimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Sistema de ajuste con velcro. Sistemas de control, selector de movimientos. Sonido de alarma (buzzer).
<i>Estructurales</i>	
<ul style="list-style-type: none"> Estructura única a través de materiales ligeros. 	<ul style="list-style-type: none"> Presentación en tallas, en el caso del grupo de estudio se define una talla estándar, talla M.

Fuente: Elaboración propia

2.5.3 Diseño de concepto

Se presenta un brainstorming en base a las necesidades principales de las variables del tema en base al problema planteado, se establece un motivo gestor que permita el trabajo morfológico al iniciar con un moodboard en donde se determina las formas del diseño del objeto, mediante estas herramientas se define las dimensiones funcionales.

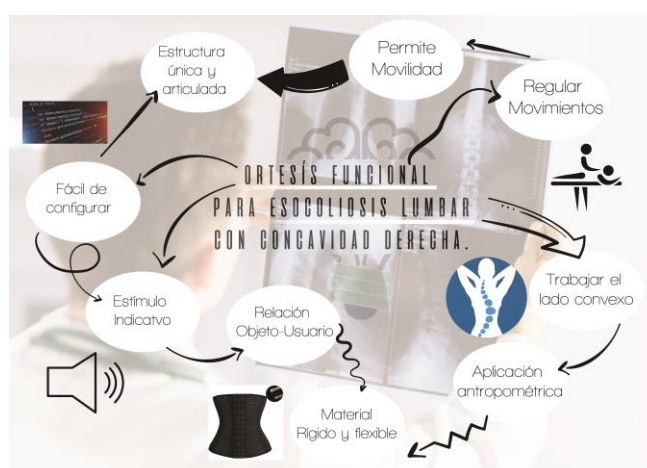


Figura 2.1: Brainstorming
Fuente: Elaboración propia.

En base al Brainstorming, se propone un moodboard basado en el concepto de movimiento en varios enfoques, pero se resalta el movimiento humano. La relación de la forma con el concepto del objeto trabaja en conjunto. “El concepto de forma tiene una gran cantidad de significados que responden a posiciones filosóficas diferentes.” (Guillermo Olguin, 2009, pág. 17). Al establecer el moodboard, se da a conocer texturas y colores para trabajar en la propuesta.

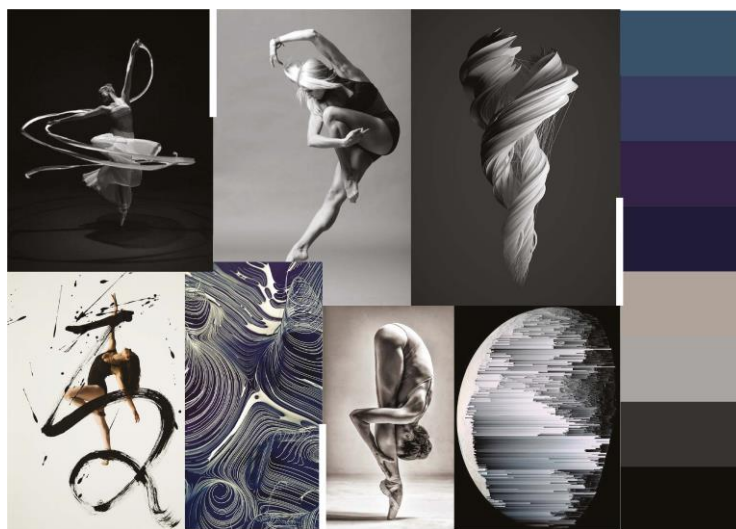


Figura 2.2: Moodboard
Fuente: Elaboración propia.

Se extraen formas significativas del moodboard para tomar en cuenta el trabajo de la morfología para generar una propuesta en referencia a las formas, que se utilizan en el diseño.



Figura 2.3: Extracción de formas.
Fuente: Elaboración propia.

Al obtener formas del moodboard, se resaltan ciertos elementos, que se trabajan en función del concepto de movimiento humano. Una vez seleccionada la forma, se empieza con el proceso de diseño al aplicar estilización de la forma.



Figura 2.4: Selección de forma.
Fuente: Elaboración propia.

Se inicia con una entidad abstracta, que se trabaja en geometría y se aplica principios de diseño básico como la simplificación de la forma para modificar ciertos elementos que permitan flexibilidad del diseño, se toma en cuenta, que se refleja en una prenda de vestir.

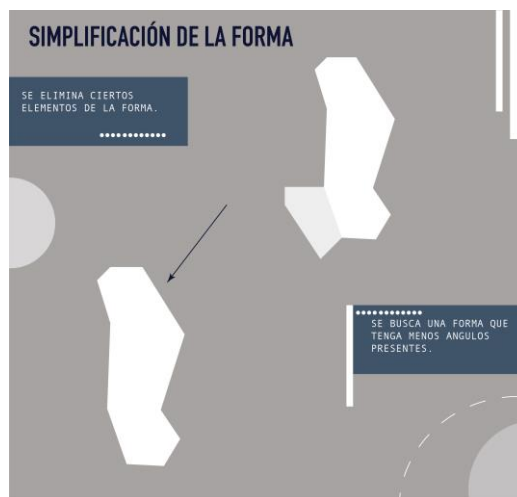


Figura 2.5: Simplificación y distancia de la forma.
Fuente: Elaboración propia.

Al trabajar cada elemento de la forma se aplican diferentes conceptos para llegar a una propuesta diferente a la inicial. Por esta razón, se enfoca en el detalle de ciertos elementos.

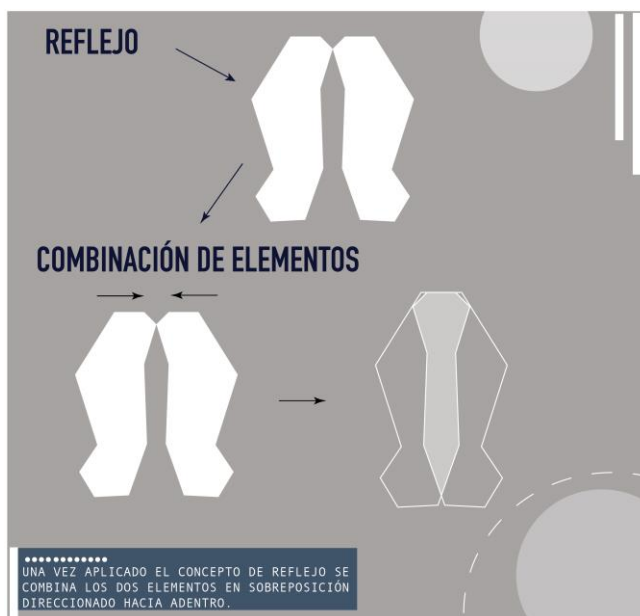


Figura 2.6: Rotación
Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de trabajar una combinación de elementos es generar una sola forma para poder tener un solo elemento.

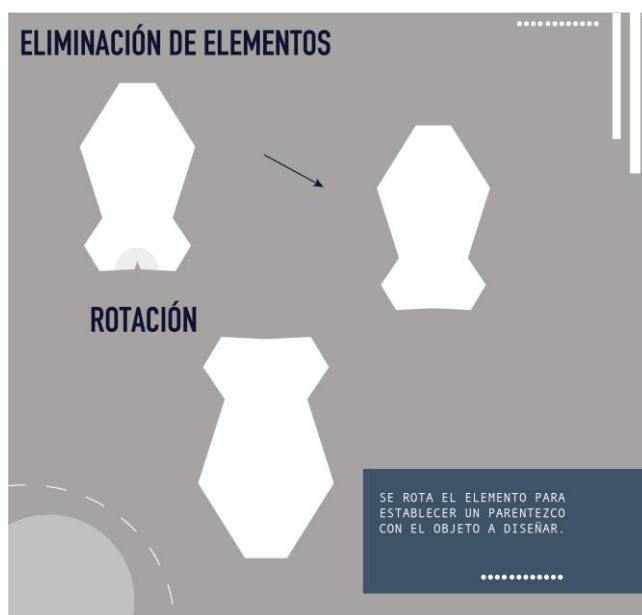


Figura 2.7: Rotación
Fuente: Elaboración propia.

Se realiza una rotación de 180 grados para tener una forma que mantenga la relación con el objeto, que se pretende crear.



Figura 2.8: Modificación de elementos
Fuente: Elaboración propia.

Se genera una propuesta final de la forma para modificar los elementos para comenzar el proceso de bocetaje para empezar a aplicar la forma en la espalda mediante, el cual, se determinan fases importantes para relacionar conceptos de forma, función y dimensiones en base a producir una propuesta que contenga aspectos de importancia en la creación de un producto de ortopedia.

En el proceso morfológico, se generan más formas para la parte frontal por lo que propone una forma diferente que unifica todos los conceptos de concepción del prototipo.



Figura 2.9: Creación de nueva forma
Fuente: Elaboración propia.

De la forma seleccionada y estilizada, se elimina algunos elementos para mantener una sobriedad de la forma y comience un proceso de aplicación de fundamentos del diseño.

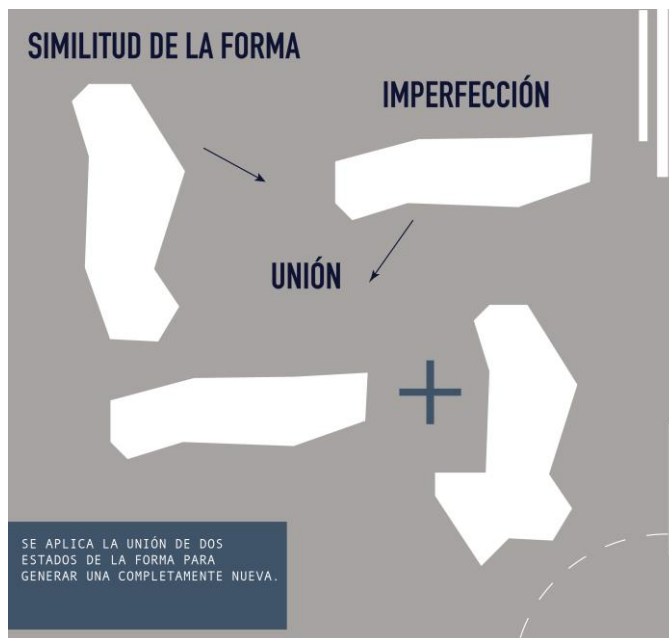


Figura 2.10: Similitud de la forma
Fuente: Elaboración propia.

Se aplica el concepto de similitud de la forma, es decir, que tienen imperfecciones y generar nuevas propuestas inclusive unificar dos estados de la forma para crear una nueva.

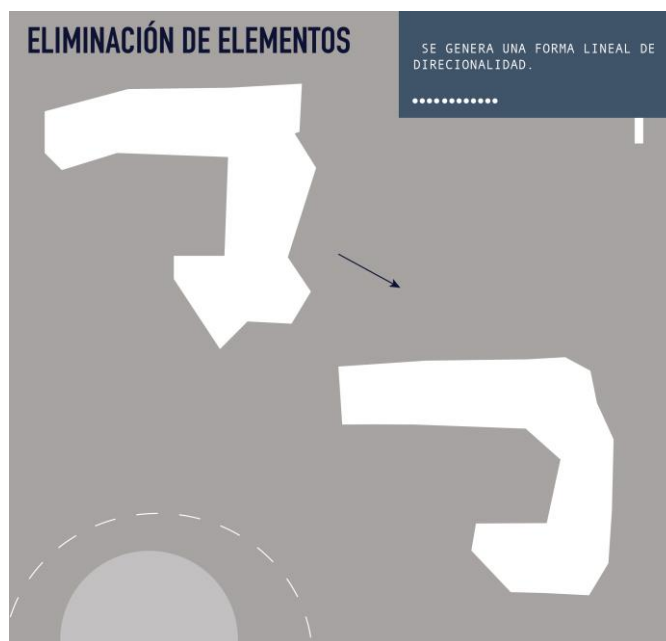


Figura 2.11: Eliminación de elementos.
Fuente: Elaboración propia.

Se genera una forma lineal de direccionalidad para evitar los ángulos agudos.



Figura 2.12: Definición de la forma.

Fuente: Elaboración propia.

Al afinarse los elementos en contraste se toma en cuenta dos puntos de direccionalidad por lo, que se define la forma final para el proceso de bocetaje de la forma frontal.

2.5.4 Proceso de Bocetaje

Se presenta bocetos de la órtesis en base al trabajo morfológico y la propuesta final de la forma en combinación con el moodboard, se determinan colores y texturas. Para establecer la función de la órtesis se toma en cuenta la Tabla 2.3 QFD mediante la, cual, se especifica las funciones y las métricas a seguir para proponer el boceto.



Figura 2.13: Boceto.

Fuente: Elaboración propia.

2.5.5 Diseño en detalle

Esta fase permite ejecutar y verificar al evaluar estrategias particulares de diseño en donde se definen posibles materiales de construcción, se establecen comparaciones para tomar una decisión acorde a la propuesta. Se definen de igual manera procesos constructivos, a través de términos de despiece para una mejor comprensión de técnicas de ensamblado. Esta etapa refleja las decisiones, que se toman en relación lo anterior para explicar el enfoque de diseño y optimizar recursos, se evalúa si cumplen o no las estrategias especificadas en los requerimientos o necesidades del usuario y que trabaja con el producto y su desarrollo.

En conjunto con el trabajado realizado en las anteriores fases, se presenta una ficha morfológica del objeto, en donde se especifica el trabajo con módulo y la gama de colores, que se seleccionan.



Figura 2.14: Ficha morfológica.
Fuente: Elaboración propia.

Las características que tiene la órtesis, se determinan mediante los resultados de la ficha de frecuencia de movimientos en donde cada movimiento tiene detalle de especificaciones para su ejecución, las cuales, permiten establecer aspectos de movilidad en la terapia a través de patrones específicos con ayuda de los resultados de la entrevista en cuanto a la estructura de repeticiones, series y reposos.

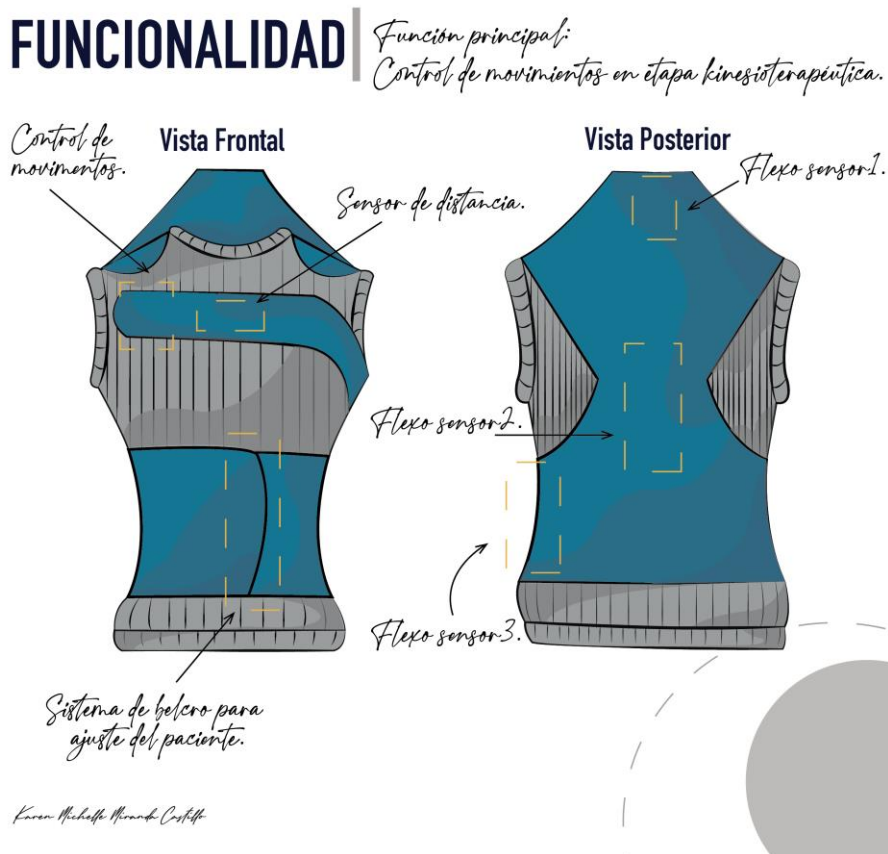


Figura 2.15: Ficha funcional.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecidas las funciones según las métricas se determinan de acuerdo con los movimientos más frecuentes, las indicaciones para el uso de la órtesis, en cada ficha se establece descripción del movimiento, diagramas de posiciones, estructura de ejecución que incluyen series, repeticiones y reposos entre cada ejercicio. Cada ficha contiene información relevante como la ejecución del movimiento en donde incluye parámetros de limitación.

EJERCICIOS METODO DE KLAPP

POSICIÓN BAJA: D1-D4

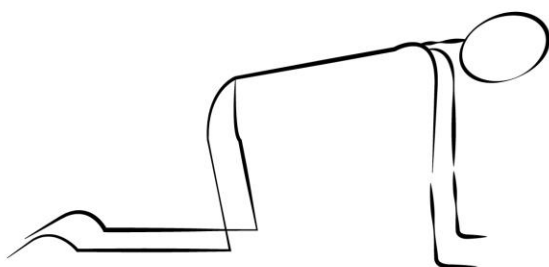
DESCRIPCIÓN:

Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar situando el movimiento en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.

1

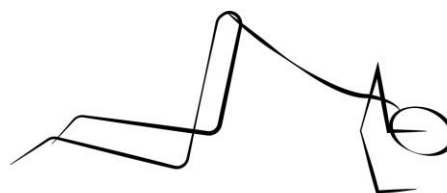
Posición inicial

Trabajo en cuatro puntos rodillas y manos en 90°



2

Inclinación de tronco hacia adelante asentándose en las palmas, bajando a 30°



3

Regresar a la posición inicial

SE RECOMIENDA QUE:

Se aplique el movimientos en pacientes de rehabilitación en etapa media ejecutar el movimiento :

Actividad	Cantidad
Series	1 ó 2
Repeticiones	5 a 10
Reposo	Entre cada ejercicio

Durante el movimiento mantener al paciente en constante respiración (inhalación al baja y exhalación al llegar a topar la superficie con las yemas) y conservar addómen comprimido.

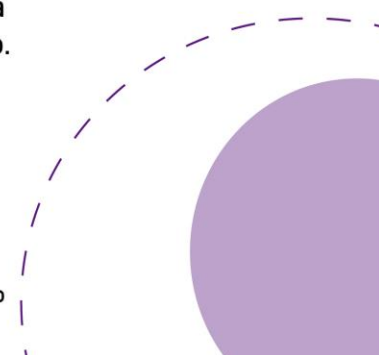
TOMAR EN CUENTA:

Las series, repeticiones y descansos dependen directamente del fisioterapeuta.

PUCESA - EDI - Trabajo de Titulación - Karen Michelle Miranda Castillo

Figura 2.16: Ficha de indicaciones.

Fuente: Elaboración propia.



EJERCICIOS METODO DE KLAPP

POSICIÓN HORIZONTAL:D8-D10

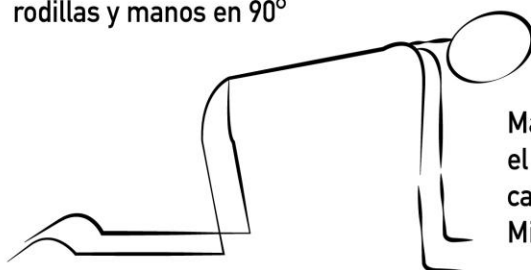
DESCRIPCIÓN:

Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza. (Rotación al lado convexo)

M
O
V
I
M
I
E
N
T
O
D
E
R
O
T
A
C
I
Ó
N

1 Posición inicial

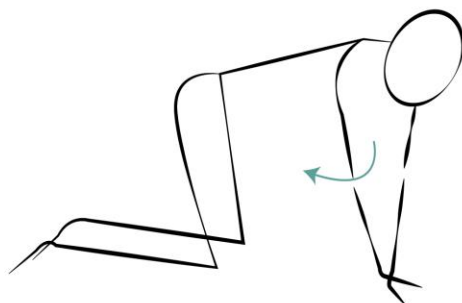
Trabajo en cuatro puntos
rodillas y manos en 90°



Mantener recto
el tronco, columna y
cabeza.
Mirada hacia abajo.

2

Rotación del tronco hacia el lado convexo
mientras se entrecruza los brazos hasta 180°



SE RECOMIENDA QUE:

Se aplique el movimientos en pacientes de rehabilitación en etapa media ejecutar el movimiento :

Actividad	Cantidad
Series	1 ó 2
Repeticiones	5 a 10
Reposo	Entre cada ejercicio

3

Regresar a la posición inicial

Durante el movimiento mantener al paciente en constante respiración (inhalación y exhalación) y addómen comprimido.

TOMAR EN CUENTA:

Las series, repeticiones y descansos dependen directamente del fisioterapeuta.

EJERCICIOS METODO DE KLAPP

POSICIÓN ERGUIDA: L1-L3 (BRAZOS HACIA DELANTE)

DESCRIPCIÓN:

Trabajo en dos puntos (rodillas)
Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente
movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia delante, asentando los puntos faltantes es decir las manos en el suelo con la yema de los dedos.

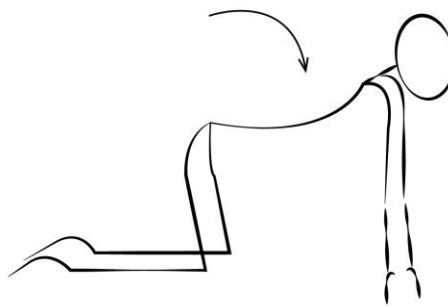
1 Posición inicial

Trabajo en dos puntos
rodillas .



2

Inclinación de tronco hacia adelante dejando caer el peso en las puntas de los dedos, sincronizando el movimiento con la respiración se mantiene la posición por 10 segundos aproximadamente en un ángulo de 30°.



SE RECOMIENDA QUE:

Se aplique el movimientos en pacientes de rehabilitación en etapa media ejecutar el movimiento :

Actividad	Cantidad
Series	1 ó 2
Repeticiones	5 a 10
Reposo	Entre cada ejercicio

3

Regresar a la posición inicial

Durante el movimiento mantener al paciente en constante respiración (inhalación en posición inicial y exhalación al realizar la extensión hacia atrás) y conservar addómen comprimido.

TOMAR EN CUENTA:

Las series, repeticiones y descansos dependen directamente del fisioterapeuta.

PUCESA - EDI - Trabajo de Titulación - Karen Michelle Miranda Castillo



Figura 2.18: Ficha de indicaciones.
Fuente: Elaboración propia.

2.5.6 Verificación y testeo

El proceso de transición entre el boceto en donde se planifica la construcción hacia una simulación en fase industrial para su posterior producción o a su vez una propuesta

en parte inicial como prototipo. Es fundamental verificar que, la etapa anterior defina correctamente el diseño o de ser necesario produzca un rediseño que cambie la propuesta inicial, esta fase permite realizar ensayos de comprobación. Se propone realizar un test de satisfacción que verifique que el producto sea adecuado a lo, que se propuso hacer inicialmente y se analizan los resultados en el siguiente capítulo.

Se analiza al grupo de estudio para el testeo de satisfacción (Anexo D), quienes son los beneficiarios directos y posibles clientes meta del producto. Son de igual manera quienes ayudan a verificar la aceptación del producto por lo, que se les aplica un test de satisfacción del producto.

2.5.7 Producción

En esta fase se verifica la funcionalidad del producto acorde a las especificaciones de la ficha funcional, para seguidamente proponer parámetros de calidad, y validación de la planificación estratégica en actuaciones de control. Se establece una ficha de patronaje con todas las especificaciones anteriormente nombradas para la fabricación del prototipo de la órtesis.

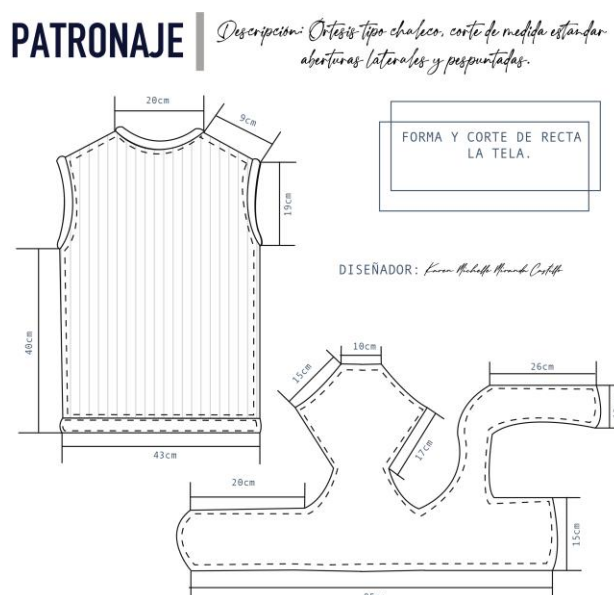


Figura 2.19: Ficha de patronaje.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez establecido el patronaje de las dos piezas que conforman el prototipo, se realiza una ficha de indicaciones de producción donde se incluyen materiales.

INSTRUCCIONES DE PRODUCCIÓN Detalle constructivo.

DISEÑADORA: <i>Karen Michelle Miranda Costello</i>	Código: 001-0M-01
MARCA:	Color: Azul-Gris
	Tipo de confección: Industrial
	Talla: M estandar
Tipo de máquina: Recta y overloc.	Talla: 22-44
Busto: 88-100 Cintura: 74-76 Cadera: 97-100	1. Tela tipo: rib gris 2. Tela tipo: velvet azul

ETIQUETAS



Observaciones: Las etiquetas deben estar colocadas en la parte posterior, con indicaciones de lavado y limpieza.

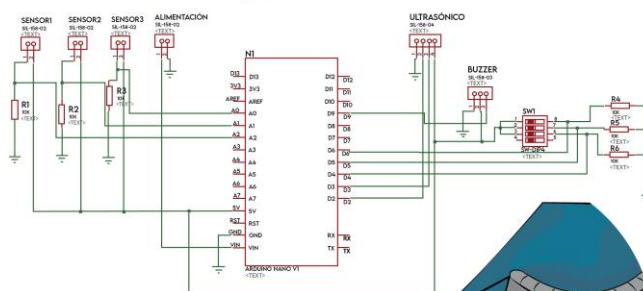
Figura 2.20: Ficha de instrucciones de producción.
Fuente: Elaboración propia.

Se genera de igual forma una ficha para indicar donde se ubican los sensores, la propuesta funcional exige el control de los movimientos y estos se los realiza al utilizar este sistema de control como se explica en el estado del arte.

SISTEMAS DE CONTROL El diagrama de conexión está en parte superior de la órtesis, mediante este modo se puede programar el orden de cada movimiento.

Diagrama de conexión .

Conexión en Arduino ATmega 328 a 16 MHz.



Se establece las conexiones de 3 flexosensores, 1 sensor ultrasonico y 1 buzzer para el estímulo indicativo.

Karen Michelle Miranda Costello

Figura 2.21: Ficha de sistemas de control.
Fuente: Elaboración propia.

En los sistemas de control también, se explica mediante un flujograma la programación del flexo sensor y el sensor ultrasónico, el mismo explica el control del movimiento y la sincronización, siguen un orden para cumplir con el movimiento desde la posición inicial. Cada selector cumple un movimiento diferente por lo que se utiliza colores de cada movimiento según las fichas de indicaciones.

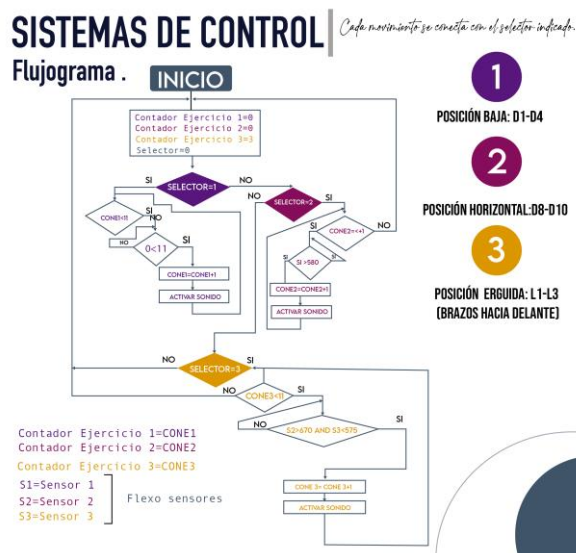


Figura 2.22: Flujograma
Fuente: Elaboración propia.

Para la elaboración del prototipo, se realiza un proceso de investigación que da como resultados un estado en relación de materiales y formas, las cuales, permiten establecer de mejor manera la estética y la función final del producto, de la mano de los objetivos planteados inicialmente. A continuación, se observa el proceso evolutivo del prototipo para dar a conocer las diferentes formas y materiales que fueron necesarios para llegar a un punto en donde se realiza una prueba con el grupo de estudio. El proceso de investigación permite la evolución de una propuesta que refleje los resultados que con ayuda de un proceso de diseño y construcción bien ejecutados resultan en grandes proyectos o el inicio de grandes proyectos. Se define el estado de un prototipo de acuerdo con el proceso, que se desarrolló en las pruebas por lo que definen claramente a este prototipo en fase media.

PROCESO DE EVOLUCIÓN DE LA PROPUESTA DEL PROTOTIPO

Se realizaron 3 prototipo previo a la propuesta final.



Figura 2.23: Evolución del prototipo
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la figura, se inicia con una propuesta inicial con materiales diferentes hasta llegar al prototipo 3, del cual, es modificado por última vez y se presenta el prototipo en fase media en el capítulo 3.

2.5.8 Mercado

Se presenta el perfil de consumidor para establecer características en este caso un perfil genérico.

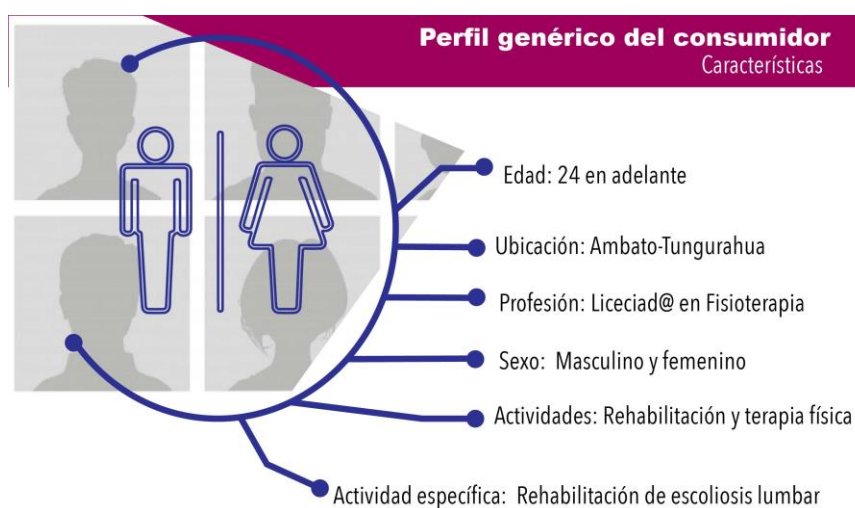


Figura 2.24: Perfil del consumidor
Fuente: Elaboración propia.

La presentación del objeto al mercado implica la creación de la identidad de este por que exige, que se establezca una marca que permita conexión entre el diseñador y el producto mediante la comunicación para esto se realiza un manual de marca que permita el uso correcto e indicaciones de uso de la marca.

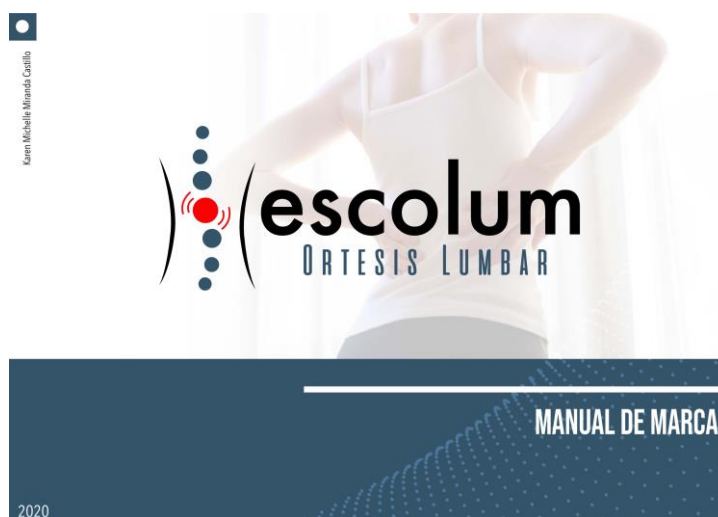


Figura 2.25: Manual de marca.
Fuente: Elaboración propia.

En todo manual de marca, se establece las bases de creación de acuerdo con su propósito, se toma en cuenta el producto, que se desea comercializar.

► Introducción

La marca de un producto es el reflejo de su esencia. La expresión de un dispositivo auxiliar de ortopedia debe desarrollarse en concepto de rehabilitación. Este manual describe los elementos visuales básicos de la identidad del producto es decir la marca y su función para la correcta aplicación en comunicación, es fundamental crear limitaciones de uso para evitar replica sin autorización implementando una imagen fuerte y duradera que logrará un alto impacto de la marca en el público.



Figura 2.26: Introducción
Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenidas la base de origen, se establece un concepto de proyección en relación de la idea de identidad, cada elemento, que se coloca tiene un motivo o razón circunstancial que justifique su posición y uso.

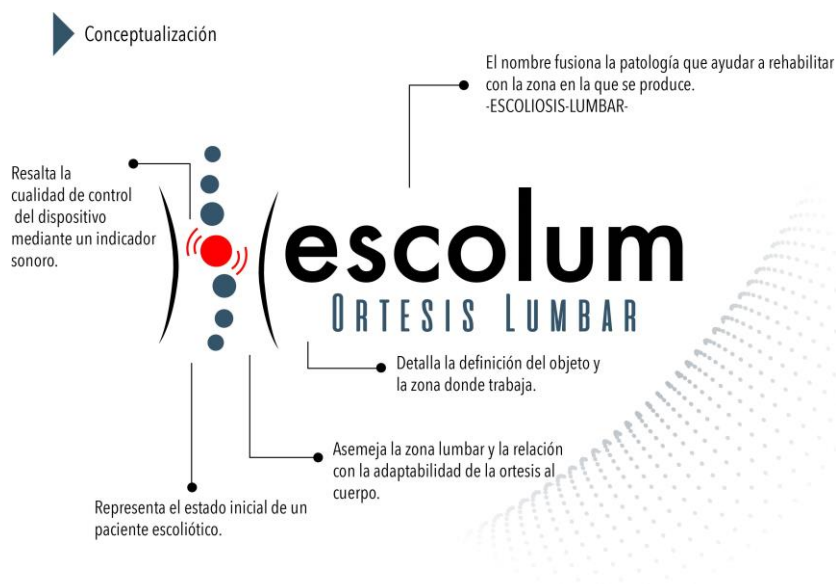


Figura 2.27: Concepto.
Fuente: Elaboración propia.

El manejo correcto de una marca, se basa en respetar las dimensiones de creación que el autor indica para esto se crean retículas en donde se establece el espacio, que se emplea.

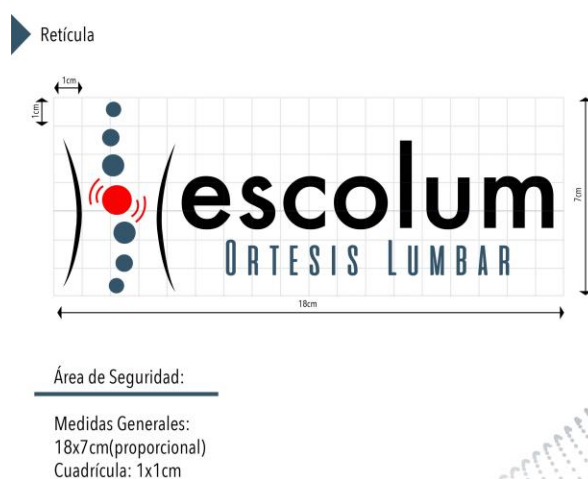


Figura 2.28: Retícula.
Fuente: Elaboración propia.

En base a la retícula y al área de seguridad se realiza indicaciones para el isotipo, medidas, que se basan en el área principal, pero, que se especifican de mejor manera para explica los espacios.

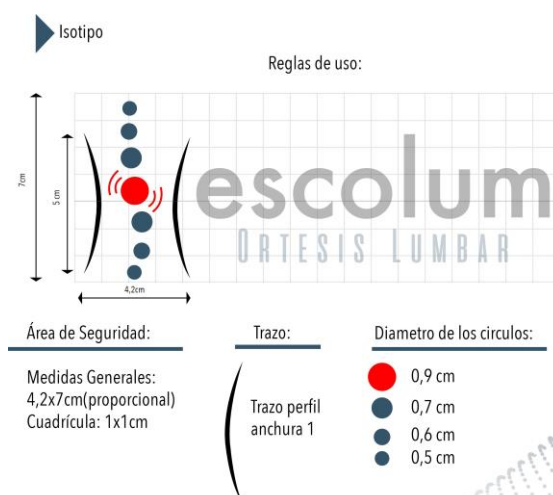


Figura 2.29: Isotipo.
Fuente: Elaboración propia.

Para generar una marca en composición, se establece el logotipo en base a un nombre que identifique una característica o un componente del objeto, que se quiere presentar.

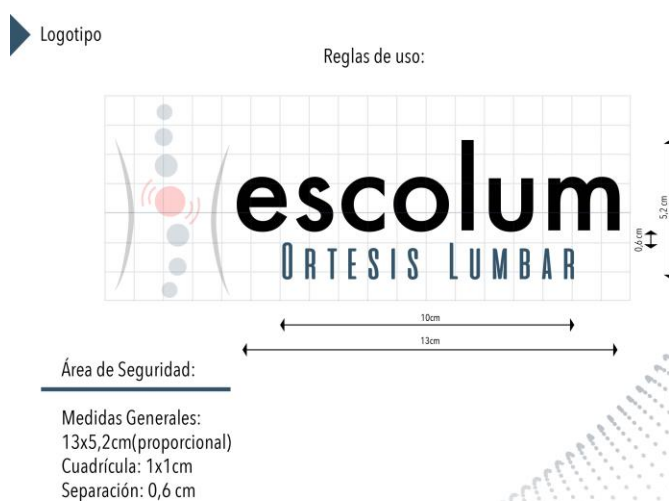


Figura 2.30: Logotipo.
Fuente: Elaboración propia.

Un factor importante para que una marca se enfoque al propósito inicial es la aplicación de color, esto está direccionado al cuidado de la salud por lo que se eligieron colores que no distraigan visualmente del objetivo.

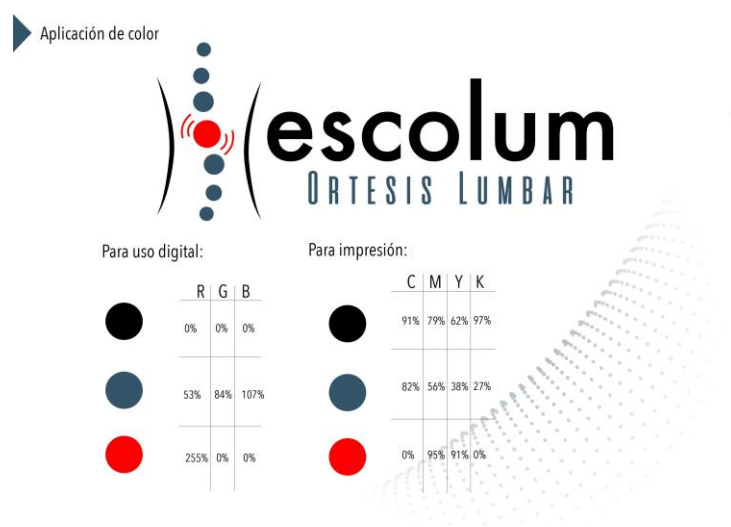


Figura 2.31: Aplicación de color.
Fuente: Elaboración propia.

Una característica por resaltar en una marca es el tipo de letra, que se utiliza porque este medio es un factor de comunicación directa por lo que, si el objetivo es que el mensaje sea claro, no se utilizan tipos de letra ilegibles o que tengan algún tipo de rasgo que distraiga visualmente al usuario.



Figura 2.32: Tipografía.
Fuente: Elaboración propia.

La presentación de la marca incluye la opción de adaptabilidad en fondos que permiten su uso correcto para un agrado visual. Se presenta a la marca en fondos positivos y fondos negativos.

► Positivo y Negativo



Figura 2.33: Fondos.
Fuente: Elaboración propia.

Para potencial la marca de manera correcta es esencial aclarar las restricciones de uso en concepto puntual y preciso.

► Restricciones

- Mantener el orden de los elementos.
- Respetar los espacios entre elementos.
- Cuidar la proporción, escalar para aumentar o disminuir el tamaño.



Figura 2.36: Restricciones.
Fuente: Elaboración propia.

Para el enfoque de fabricación, se plantea una tabla costos, la cual, explica el uso de materiales para el producto final y costos de construcción.

En la siguiente tabla, se presenta el costo de materiales en relación con la cantidad, que se requiere, el valor unitario y el total.

Tabla 2.7: Costos de materiales.

Material	Cantidad	Valor unitario USD	Valor parcial USD
Rib gris	1metros	5.00	\$5.00
Velvet azul	2metros	\$6.23	\$12.46
Velcro	2metro	\$0.35	\$0.70
Flexo sensor	3 unidades	\$10.00	\$25.00
Sensor ultrasónico	1 unidad	\$2.30	\$2.30
Buzzer	1 unidad	\$1.10	\$1.10
Cable flexible	11 metros	\$0.45	\$4.95
Arduino At mega	1 unidad	\$20.00	\$20.00
Placa impresa del circuito	1 unidad	\$25.00	\$25.00
Total:			\$141.35

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla, se presenta el costo de materiales total y costo de fabricación del producto toma en cuenta la mano de obra, el trabajo de producción, es decir, la costurera y el instalador de los sistemas de control, el diseño y más la ganancia. Para determinar la ganancia de aplica la ecuación de precio de venta al público.

$$(1) \quad PV = \frac{\text{COSTE UNITARIO DE PRODUCCION}}{1 - \text{MARGEN DE UTILIDAD}}$$

$$(2) \quad PV = \frac{181,35}{1 - 10}$$

$$(3) \quad PV = \frac{181,35}{0,9}$$

$$(4) \quad PV = 201,50$$

Se remplaza los valores de la ecuación (1) en (2) en lo , que se resuelve las operaciones básicas en (3), se obtiene el costo total en (4).

Se especifica que para el costo de mano de obra se toma en cuenta como tiempo de producción mensual. Los dos operarios cobran por prenda, en un mes se producen 4 unidades puesto, que se demoran 4 días en fabricar una prenda.

Tabla 2.8: Costo al público.

Materiales	\$141.35
Mano de obra (Costurera + Instalador de sistemas de control).	\$40.00
Costo de producción	\$181.35
Ganancia 10%	\$20.15
Valor total:	\$201.50

Fuente: Elaboración propia

2.5.9 Disposición final

La propuesta de un prototipo de órtesis se liga al consumo de servicios de reutilización de material tecnológico se incluyen cables que muchas veces son correctamente desechados. Existen empresas que recolectan todo tipo de residuos tecnológicos y los clasifican de forma que cumplan con un ciclo de deterioro seguro para evitar la contaminación y el daño que objetos como baterías que hacen daño al medio ambiente.

CAPITULO III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La propuesta, que se presenta en la presente investigación explica el proceso de la metodología investigativa a detalle empieza por la formulación del problema al explicar su entorno y desarrollo basada en el contexto de buscar una solución para aplicar la creación de un objeto. Para poder generar un producto que mantenga la concepción de una línea ortopédica que examina las opciones, que se dan para la rehabilitación de la patología. El grupo de estudio permite que los criterios, que se dieron durante la investigación sean de contribución para establecer parámetros en ciertos aspectos que validen cada decisión para mejorar la propuesta.

Da como resultados los siguientes datos:

Para establecer los movimientos en la etapa kinesioterapeuta ninguna de las 5 personas encuestadas tuvo un criterio parecido por lo que cada uno toma distintas características que presenta el paciente para proseguir con la sesión terapéutica.

Se concluye que los movimientos varían en técnica y método objetivo de la sesión, tolerancia del paciente y tipo de tratamiento. Solo el 1 de los encuestados supo explicar que maneja un rango estimado de 10 ejercicios de 12 repeticiones cada uno; 4 de 5 encuestados sugirió que las posiciones requeridas en los movimientos son en cuatro puntos o posición cuadrúpeda. El encuestado restante explica que depende del método y tipo de abordaje por aplicar. Según los miembros del grupo de estudio las características generales de los movimientos dependen de varios aspectos y cada uno tiene diferentes características específicas, sin embargo, uno explicó que el objetivo busca la corrección que produce esta patología específicamente en la columna. En definitiva, todos los encuestados recomiendan la aplicación del método de Klapp para el tratamiento de escoliosis lumbar.

En la ficha con las técnicas y principios de los movimientos la estructura en cuanto a repeticiones, series y reposos dieron como resultado que la frecuencia de los movimientos se basó en las repeticiones, las cuales, se realizan comúnmente 10 veces

con series de 1 a 2 y se mantiene reposo de 5s o más antes de empezar el siguiente movimiento, cada serie se ejecuta en 10s, es decir, en 10 tiempos.

En la misma ficha se establece una valoración inicial del paciente para tomar en cuenta la efectividad del tratamiento. Los parámetros por tomar en cuenta fueron equilibrio, flexibilidad y resistencia, se valora en una escala del 0 al 3, donde 0 es cuando no, se realiza el ejercicio, 1 no avanza mantener la posición del ejercicio, 2 mantiene el ejercicio por 5 segundos y 3 mantiene los ejercicios por 10 segundos.

En busca de crear una opción que permita el desenvolvimiento del producto, se aplicó la metodología del diseño para llevar a cabo un proceso de creatividad con un orden que genere una propuesta limpia y acorde al enfoque inicial que plantea la efectividad como una variable que con ayuda del dispositivo ahora se mide.

3.1. Frecuencia de movimientos

Una vez establecidos los movimientos, se ordena los resultados obtenidos en el (Anexo B) para comprender cuales, son los más frecuentes.

Tabla 3.1: Frecuencia de movimientos.

Posiciones	Frecuencias				
	Muy Frecuente	Frecuente	Regular	Poco Frecuente	No Se Aplica
Posición 1	5	0	0	0	0
Posición 2	2	1	1	0	1
Posición 3	5	0	0	0	0
Posición 4	2	1	0	1	1
Posición 5	5	0	0	0	0
Posición 6	0	0	2	2	1
Posición 7	0	1	0	0	4
Posición 8	2	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia

Al partir de los resultados obtenido en la tabla, se expresan en gráficos que permiten comprender cuales, son los movimientos más frecuentes mediante un diagrama de barras.

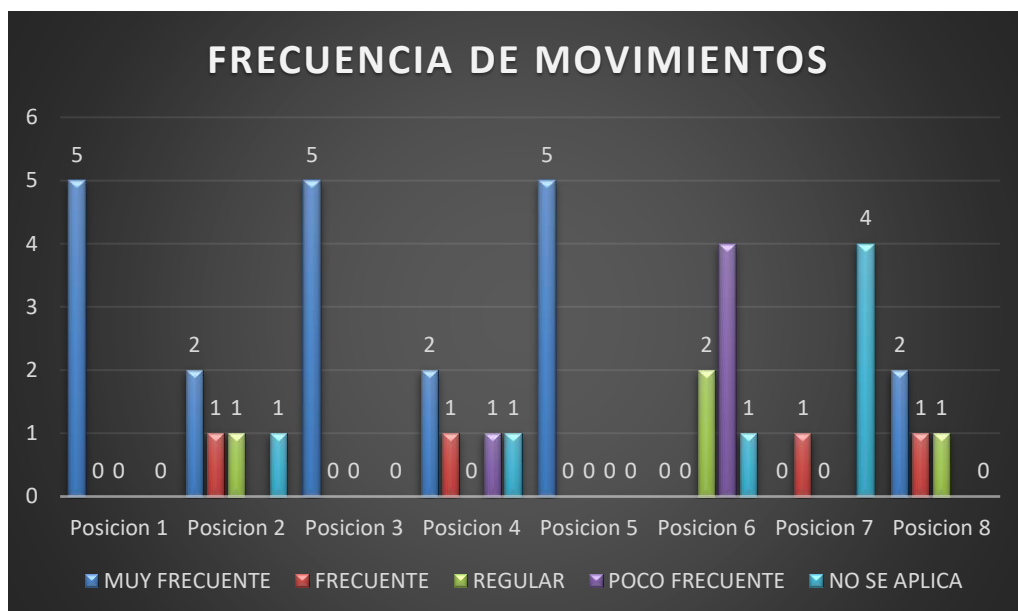


Gráfico 3.1: Diagrama de barra.

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados expresados en el diagrama de barras se determina que las posiciones más frecuentes son la posición 1, posición 3 y la posición 5.

En busca de crear una opción que permita el desenvolvimiento del producto, se aplica la metodología del diseño para llevar a cabo un proceso de creatividad que mantiene un orden que genere una propuesta limpia y acorde al enfoque inicial que plantea la efectividad como una variable que con ayuda del dispositivo ahora se mide. Se toma en cuenta ese aspecto es el grupo de estudio quien determina el cumplimiento de los objetivos iniciales.

3.2. Evaluación preliminar del prototipo

Se aplica un testeo al grupo de estudio como parte de la verificación del cumplimiento de los objetivos para la presentación de la propuesta se tiene en cuenta que este punto se explicó con anterioridad en 2.6.5 verificación y testeo.

Los resultados de esta evaluación preliminar expresan la concepción del grupo de estudio, es decir, lo fisioterapeutas frente a la órtesis lumbar en cuanto a aspectos de estética, función y uso (Anexo D).

Tabla 3.2: Resultados del testeo.

Preguntas	Escala de valoración				
	No es adecuado	Poco adecuado	Regular	Adecuado	Muy adecuado
Pregunta1	0	0	0	2	3
Pregunta2	0	0	1	1	3
Pregunta3	0	0	3	2	0
Pregunta4	0	0	0	4	1
Pregunta5	0	0	0	3	2
Pregunta6	0	0	0	0	5
Pregunta7	0	0	1	3	1
Pregunta8	0	0	1	2	2
Pregunta 9	0	0	1	4	0

Fuente: Elaboración propia.

Una vez estipuladas las respuestas del grupo de estudio, se analizan mediante un diagrama de barras de acuerdo con la escala de valoración para resaltar los resultados importantes y poder establecer puntos de éxito o satisfacción de las necesidades del grupo de estudio y puntos a mejorar el prototipo.

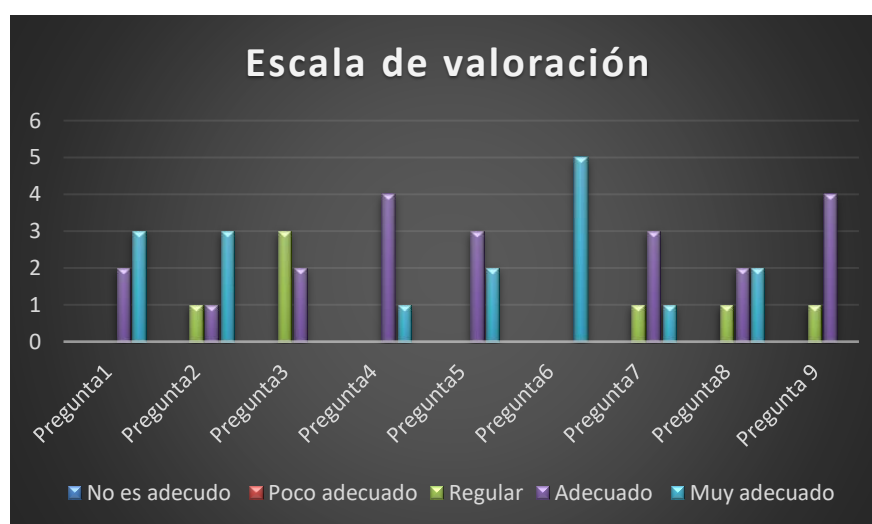


Gráfico 3.2: Diagrama de barras.

Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados se afirma que el grupo de estudio afirma que el diseño es muy adecuado, se toma en cuenta la referencia de otros diseños de fajas o corsé que existen

en el mercado, los colores también fueron del agrado del grupo de estudio, la gama fría y neutros que identifican al paciente en estética. Los materiales del prototipo fueron regulares y adecuados en referencia al objetivo del objeto, que es el control de los movimientos. El prototipo regula los movimientos de manera adecuada según el grupo de estudio, de igual manera permite un mejor trabajo del lado convexo para la alineación de la columna.

La colocación del prototipo-prenda es muy adecuada para el paciente se resalta que como observación, que se maneja los puntos de control en la espalda permite más proximidad del especialista al paciente al hacer de la terapia un proceso más cómodo. La configuración del prototipo es un proceso claro y simple mediante los selectores por lo que no hay ninguna confusión para ejecutar el movimiento. El estímulo del sonido que tiene programado el prototipo es el estímulo adecuado con relación a que permite educar al cerebro para que repita la acción, pero tenga cuidado con su ejecución. La seguridad que el prototipo de órtesis le brida a un paciente es regularmente adecuada porque permite, que se sienta cómodo, pero hasta comprender que cada movimiento tiene una posición inicial y final, la cual, el fisioterapeuta explica y luego permite que el paciente lo realice. A continuación, se presenta el prototipo como evidencia del proceso de investigación son resultados positivos.



Figura 3.3: Prototipo final.
Fuente: Elaboración propia.
CONCLUSIONES:

- 1.- Se concluye que en base al método de Klapp de cuatro puntos superiores e inferiores se identificó los principios y las técnicas de rehabilitación física de escoliosis lumbar con concavidad derecha específicamente en la etapa kinesioterapeuta del tratamiento convencional.

- 2.- Las características funcionales de la órtesis se determinaron a través de la recolección de datos como series, repeticiones y tiempos al clasificar los movimientos más frecuentes y los puntos de medición de cada movimiento.

- 3.- Para finalizar se diseñó un prototipo de órtesis funcional en donde se demuestra la efectividad del producto brinda soporte y estabilidad al paciente el mismo permitió realizar movimientos graduales mediante la aplicación de sensores, demuestra la utilización de materiales idóneos que proporcionaron facilidad al paciente y al fisioterapeuta.

RECOMENDACIONES:

- 1.-El diseño de la órtesis puede ser de otro material que den mejor acabado en estética para que el fisioterapeuta se sienta más identificado con el propósito del producto sin distraer en la forma.
2. La órtesis pueda configurarse para almacenaje de datos, los cuales, puedan informar al fisioterapeuta el estado del paciente y de igual forma se pueda controlar o llevar un proceso que permita mediante datos registrar la evolución de la rehabilitación.
3. La creación de un kit para movimientos de las extremidades que también forman parte de los otros movimientos, que se ejecutan en la etapa kinesioterapeuta del tratamiento convencional, esto incluye manilleras o tobilleras con sistemas de control más avanzados o completos.

Bibliografía

- A. Leroy, G. P. (2000). *Kinesioterapia - III Miembros superiores-IV Cabeza y Tronco*. España: Medica PANAMERICANA.
- Aakel, H. E. (2014). Escoliosis Idiopática. 12-30.
- Álvarez García de Quesada, A. N. (2011). Escoliosis idiopática. *Scielo*, 138-140.
- Amaricai, E. (2018). The necessity of using high quality orthoses in rehabilitation medicine . *MATEC, web of conferences*, 2-5.
- Atmel Enabling Unlimited Possibilities. (2015). *Atmel*. Obtenido de 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- Barragán, J. M. (2012). BIOMECÁNICA EN LAS AFOS. AFO PODIÁTRICAS. *Revista Española de Podología*, 184-193.
- Bismarck Martín Piñero, J. M. (2014). Enfoque actual en la rehabilitación de la escoliosis. *Correo Científico Médico de Holguín*, 59-100.
- Castillo, F. C. (Junio de 2015). Prendas exteriores correctoras de postura para niños y niñas aplicando ortopedia blanda. Ambato-Ecuador.
- Cawthorn, K. (2015). Strength, Balance, and Body Composition in Physically Active Individuals with Mild Scoliosis: A Preliminary Study.
- Chourio, A. J. (2015). Hardware libre y abierto, modelode negocios para américa latina y el caribe. *Altec Brasil*, 1-20.
- Comité Nacional de Adolescencia SAP, Comité de Diagnóstico por Imágenes SAP, Sociedad Argentina de Ortopedia y Traumatología Infantil (SAOTI) y Sociedad Argentina de Patología de la Columna Vertebral (SAPCV). (2016). Consenso de escoliosis idiopática del adolescente. *Sociedad Argentina de Pediatría Subcomisiones, Comités y Grupos de Trabajo*, 585-594.
- Diaz Jorge, S. C. (2009). Actualizacion de la evaluacion radiologica de la escoliosis. *Revista chilena de Radiografía*, 145- 150.
- Editorial Significado . (Junio de 2019). *Significado* . Obtenido de Significado de lordosis, cifosis y escoliosis : <https://significado.com/lordosis-escoliosis-cifosis/>

- Ferreira Fabiana Cristina, M. I. (2011). Evaluación del Efecto de la Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea (TENS), para la Analgesia después de la Toracotomía. *Revista Brasileira de Anestesiologia*, 308-309.
- Galbis, C. H. (2017). Un proyecto de investigación: La efectividad del método Schroth para la escoliosis en pacientes adultos.
- García Ramos CL, O. C. (2015). Escoliosis degenerativa del adulto. *Scielo*.
- Ghirimoldi, G. L. (2016). Prototipo de Ortesis Inflable para la Rehabilitación de Personas con EMOC.
- Glave, G. G. (2010). Ingeniería biomédica. *Revista de la Universidad Católica Boliviana*, 24, 99-118.
- Gonzalo Bonilla Bravo, Jon Azcona Esteban, Luis Javier Ulloa Meneses y Willian Javier Ocampo Pazos. (2018). Educación STEM: Aplicando hardware libre arduino en ingeniería de sistemas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador-extensión Santo Domingo . *Didasc@lia*, 177-184.
- Guillermo Olguin, L. C. (2009). *Leer la forma* . Buenos Aires-Argentina : redargenta .
- H. G. Zúñiga, D. L.-E. (2018). Desarrollo del Prototipo de Ortesis Inteligente de Rehabilitación Neuromuscular para la Recuperación Motora en Extremidad Superior a Paciente con Traumatismo Craneoencefálico Penetrante. *SOMIB Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 342-345.
- Herrero, J. S. (2015). *Tecnología y desarrollo*, 4-28.
- Hong-Ji Luo, S.-X. L.-K.-W.-J. (2017). Comparison of segmental spinal movement control in adolescents with and without idiopathic scoliosis using modified pressure biofeedback unit. *ProQuest*, 1-12. Obtenido de <https://search-proquest-com.pucesa.idm.oclc.org/docview/1991549872/3D9DA75A921B45A7PQ/42?accountid=13357>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2009). Proceso de Diseño, fases para el desarrollo de productos.
- Knight, L. (2012). *Secretos de la buena modista* (Vol. II). Oceano Ambar.
- Lehnert-Schroth, C. (2004). *Tratamiento Funcional Tridimensional de la Escoliosis* (1ra edición ed.). Barcelona : Paidotribo.

- Mario Miguel Morales Wong, L. P. (2010). El Control de Daños Ortopédicos en el paciente con lesiones complejas. *Scielo*.
- Martín-Nogueras, C. R.-C. (2015). Tratamiento de fisioterapia de la escoliosis idiopática: Schroth versus gimnasia Abdominal Hipopresiva. *Elsevier*, 1-10.
- Mercado libre Ecuador . (2019). Arduino Nano V3 Original Atmega328 + Mini Cable Usb Robotics . *Compra y venta* . Quito , Ecuador .
- Mérida, A. A. (2017). Aplicación del método de klapp para el tratamiento de escoliosis idiopática asociada a dolor. estudio realizado en la consulta externa del área de fisioterapia de la escuela de niños especiales, huehuetenango, guatemala. 13-27.
- Ministerio de la salud publica . (2016). *Guia Practica Clinica* . Obtenido de Ministerio de la salud publica : <https://www.salud.gob.ec/>
- Ministerio de Salud Gobierno de Chile . (Diciembre de 2010). *Gobierno de Chile*. Obtenido de Guía Clínica-Tratamiento Quirúrgico de Escoliosis en menores de 25 años: <http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2016/04/Tratamiento-Quir%C3%BArgico-Escoliosis-menores-25-a%C3%B1os.pdf>
- Nogueras Martín, C. R. (2015). Tratamiento de fisioterapia de la escoliosis idiopática: Schroth versus gimnasia Abdominal Hipopresiva. 29-37.
- Periago, R. Z. (2009). *Prótesis, ortesis y ayudas técnicas* . Barcelona-España: Elsevier Masson .
- Quiroga Torres, C. V. (2015). La técnica de schroth vs técnica de klapp en escoliosis de tipo funcional en adolescentes de la fundación arcoiris de la ciudad de ambato en el año 2014. 2-117.
- Quispe, W. R. (2018). *Diseño e implementación de falanges basadas en interaccion de una*. Obtenido de Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa : <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7497/IEbequwr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramirez, J. M., & Ebersson, C. P. (2017). The Role of Rehabilitation in the Management of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *ProQuest*, 22-25. Obtenido de <https://search-proquest->

com.pucesa.idm.oclc.org/docview/1965024038/3D9DA75A921B45A7PQ/35
?accountid=13357.

- Rodríguez, E. I. (2013). Hallazgos degenerativos de columna lumbar en resonancia magnética de pacientes con dolor lumbar . 1-31. Bogota , Colombia.
- Rossi, P. (2012). *Madrid-España Patente n° ES 2 498 271 T3*.
- Samuel Pantoja, M. C. (2015). Escoliosis en niños y adolescentes . *Revista médica CONDES*, 99-108.
- Silverman, F. (2010). *Ortopedia y Traumatología*. Buenos Aires , Argentina: Panamericana.
- Thuasne. (2018). Catálogo Ortopedia Técnica . España : Thuasne España .
- Xavier, M. L. (2015). Prevalencia de escoliosis de columna lumbar, en pacientes de 45 a 70 años con rayos x digital, en la Clínica Cruz Blanca de la ciudad de Quito, período Abril del 2014 a Diciembre del 2014 .
- Zamora, J. G. (2011). Ortesis modulares de tronco de última generación . *Elsevier* , 76-78.

ANEXOS

Anexo A: Entrevista al grupo de estudio

Entrevistas al grupo de estudio.

Objetivo: Identificar las técnicas y principios de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento.

Terapeuta 1

Nombre del Fisioterapeuta: Silvana Lozada	
Fecha: 04 de Mayo, 2020	Hora: 17h20 pm
Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 35 años

Pregunta 1

1. ¿Cómo se establecen los movimientos para la etapa de kinesioterapéutica?

Se establecen en base a saber cual es el problema del paciente, dependiendo de eso se establecen ejercicio de fortalecimiento en un lado y de relajación en otro lado.

Pregunta 2

2. ¿Cuántos movimientos se pueden realizar?

Depende mucho de la técnica que se aplique al paciente, si este no presenta dolor se pueden hacer solo movimiento de fortalecimiento por lo que varía mucho.

Pregunta 3

3. ¿Qué posiciones se requieren?

Por lo general las posiciones se basan en klapp, es decir en posición cuadrúpeda. Sin embargo esto depende de la técnica.

Pregunta 4

4. ¿Qué características generales tiene cada movimiento?

Cada movimiento depende de como se aplica al paciente, por lo que tienen características diferentes.

Pregunta 5

5. ¿Recomienda usted la aplicación del Método de KLAPP? si o no, Por que?

Si, porque el trabajo de escoliosis lumbar se realiza basándose en este método, ya sea que se modifique durante la sesión pero es el que más se utiliza.

Entrevistas al grupo de estudio.

Objetivo: Identificar las técnicas y principios de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento.

Nombre del Fisioterapeuta: Alexandra Olivo

Fecha: 16 de Noviembre, 2019

Título: Licenciado en Fisioterapia

1. ¿Cómo se establecen los movimientos para la etapa de kinesioterapéutica?

Depende de la sintomatología y alteraciones que el paciente presente.

2. ¿Cuántos movimientos se pueden realizar?

Dependiendo el objetivo de lo que se va a tratar en la sesión, la etapa del tratamiento, además se debe incorporar una rutina diaria que el paciente debe cumplir en casa.

3. ¿Qué posiciones se requieren?

Depende del método y tipo de abordaje, se establecen posiciones.

4. ¿Qué características generales tiene cada movimiento?

Una terapia para escoliosis no es generalizada, ya que cada persona tiene diferentes grados y curvaturas, además de los daños colaterales que también deben ser tratados en conjunto. Si no se utiliza los ejercicios adecuados dentro de cada caso no servirá.

5. ¿Recomienda usted la aplicación del Método de KLAPP? si o no, Por que?

Si, como complemento de la terapia, ya que el método Klapp elimina la fuerza de gravedad en posición de cuatro puntos, además estos ejercicios ayudan a estirar el lado cóncavo de la curva y fortalecer el lado convexo, ayudando a la alineación la columna vertebral.

Entrevistas al grupo de estudio.

Objetivo: Identificar las técnicas y principios de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento.

Terapeuta 3

Nombre del Fisioterapeuta: Ivonne Salazar	
Fecha: 13 de Marzo, 2019	Hora: 11h16 am
Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 25 años

1. ¿Cómo se establecen los movimientos para la etapa de kinesioterapéutica?

Esos movimientos se establecen de acuerdo a la historia clínica, es decir de acuerdo a la valoración se puede establecer los movimientos que se realizan con cada paciente entonces existen muchas técnicas de movimiento que se pueden aplicar pero no todos los movimientos se pueden aplicar a todos los pacientes o sea no hay un rango o estándar que diga que para escoliosis lumbar

2. ¿Cuántos movimientos se pueden realizar?

Se pueden realizar varios movimientos en una terapia pero por lo general yo trabajo con 10 ejercicios de 12 repeticiones cada uno, de ahí se los puede modificar según vaya avanzado el tratamiento.

3. ¿Qué posiciones se requieren?

Se pueden hacer ejercicio en cuatro puntos, en bipedestación, en posición sedente, en supino o en prono.

4. ¿Qué características generales tiene cada movimiento?

Existen muchas características que abarcan los movimientos que realizan los pacientes, pero te puedes guiar en libros acerca de características más específicas, por ejemplo: paciente de cubito prono, levanta la mano derecha, levanta la mano izquierda, la pierna derecha o la pierna izquierda por lo que no te puedo decir porque varía en cada caso. "

5. ¿Recomienda usted la aplicación del Método de KLAPP? Si o no, Por que?

Si, por la forma de abordaje que tiene este método, ya que se basa en posición cuadrúpeda donde se puede trabajar por completo el aparato lumbar, para escoliosis específicamente se puede aplicar Klapp, algunos de Williams.

Entrevistas al grupo de estudio.

Objetivo: Identificar las técnicas y principios de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento.

Terapeuta 4

Nombre del Fisioterapeuta: Liliana Sunta	
Fecha: 2 de Mayo , 2020	Hora: 19h00 pm
Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 29 años

Pregunta 1

1. ¿Cómo se establecen los movimientos para la etapa de kinesiotherapeutica?
Según la necesidad del paciente y nivel de alteración estructural de columna.

Pregunta 2

2. ¿Cuántos movimientos se pueden realizar?
Todos los q pueden ser tolerados por el paciente aplicados según su necesidad

Pregunta 3

3. ¿Qué posiciones se requieren?
Principalmente posición decúbito supino, decúbito lateral, cuatro puntos.

Pregunta 4

4. ¿Qué características generales tiene cada movimiento?
La característica de los ejercicios es que en cada posición y realización de ellos se busca la corrección de la alteración en la zona específica de la columna.

Pregunta 5

5. ¿Recomienda usted la aplicación del Metodo de KLAPP? si o no, Por que?
Esos ejercicios se recomienda en etapa aguda no se recomienda ejercicios pos aguda se aplica Klapp sobre todo cuando no hay dolor.

Entrevistas al grupo de estudio.

Objetivo: Identificar las técnicas y principios de rehabilitación física de la patología para la delimitación de movimientos en el tratamiento.

Terapeuta 5

Nombre del Fisioterapeuta:Fanny Poveda	
Fecha:05 de Mayo, 2020	Hora:19h00 pm
Título:Licenciada en Fisioterapia	Edad: 57 años

Pregunta 1

1. ¿Cómo se establecen los movimientos para la etapa de kinesioterapeutica?
De acuerdo al grado y a que lado esta la desviación de la escoliosis para determinar la kinesioterapia a seguir

Pregunta 2

2. ¿Cuántos movimientos se pueden realizar?
De acuerdo al paciente, tomando en cuenta el tipo de tratamiento que se esta aplicando.

Pregunta 3

3. ¿Qué posiciones se requieren?
Movimientos que se puedan trabajar en bipedestación, supino prono, sedestacion, cuadripedia.

Pregunta 4

4 ¿Qué características generales tiene cada movimiento?
Dependiendo del tratamiento que se realice, los movimientos se caracterizan por la forma de ejecución, tomando en cuenta posiciones iniciales y el estado físico del paciente.

Pregunta 5

5. ¿Recomienda usted la aplicación del Metodo de KLAPP? si o no, Por que?
Esos ejercicios se recomienda en etapa aguda no se recomienda ejercicios pos aguda se aplica Klapp sobre todo cuando no hay dolor.

Anexo B: Ficha de frecuencia de movimientos en etapa kinesioterapeuta para rehabilitación de escoliosis lumbar.

Ficha de aplicación movimientos en etapa kinesioterapéutica para rehabilitación de escoliosis lumbar.

Datos del entrevistado:	Nombre del Fisioterapeuta: Alexandra Olivo	
	Fecha: 16 de Noviembre, 2019	Hora: 12h15 am
	Título: Licenciado en Fisioterapia	Edad: 27 años

Objetivo: Determinar la frecuencia de los movimientos que se aplican en una sesión de tratamiento de escoliosis lumbar para establecer las características funcionales de una ortesis lumbar.

Marque con una x el grado de frecuencia de la aplicación de los movimientos basados en método de Klapp y fortalecimiento muscular, tomando en cuenta que 1 es Muy frecuente, 2 es frecuente y 3 es poco frecuente.

Aplicación de Método de Klapp			
Posición	1	2	3
1. Posición baja: D1-D4 Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar situando el movimiento en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.	x		
2. Posición semi baja: D6-D7 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, movimiento de la cabeza mientras se mantiene los brazos firmes.	x		
3. Posición horizontal: D8-D10 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza. (Rotación al lado convexo)	x		
4. Posición semi erguida: D11-L1 Trabajo en cuatro puntos. Inclinación de cabeza y cadera hacia el lado convexo, empujando las manos, movimiento de cabeza hacia atrás.	x		
5. Posición erguida: L1-L3 (brazos hacia adelante) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia delante, asentando los puntos faltantes es decir las manos en el suelo con la yema de los dedos.		x	
6. Posición invertida: L4-S1 (brazos hacia atrás) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia atrás con los brazos extendidos.	x		



Fortalecimiento muscular			
Posición			
7. Posición baja: (brazos hacia adelante) Trabajo en cuatro puntos Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante con los brazos extendidos y meter la cabeza		x	
8. Posición horizontal: (extensión de brazo con pierna contraria) Trabajo en cuatro puntos, movimiento de estiramiento de estiramiento, el brazo y pierna contraria ambos extendidos.	x		



Ficha de aplicación movimientos en etapa kinesioterapéutica para rehabilitación de escoliosis lumbar.

Datos del entrevistado:

Nombre del Fisioterapeuta: Silvana Lozada	
Fecha: 04 de Mayo, 2020	Hora: 17h20 pm
Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 35 años

Objetivo: Determinar la frecuencia de los movimientos que se aplican en una sesión de tratamiento de escoliosis lumbar para establecer las características funcionales de una ortesis lumbar.

Marque con una x el grado de frecuencia de la aplicación de los movimientos basados en método de Klapp y fortalecimiento muscular, tomando en cuenta que 1 es Muy frecuente, 2 es frecuente y 3 es poco frecuente.

Aplicación de Método de Klapp			
Posición	1	2	3
1. Posición baja: D1-D4 Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar situando el movimiento en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.	x		
2. Posición semi baja: D6-D7 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, movimiento de la cabeza mientras se mantiene los brazos firmes.		x	
3. Posición horizontal: D8-D10 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza. (Rotación al lado convexo)	x		
4. Posición semi erguida: D11-L1 Trabajo en cuatro puntos. Inclinación de cabeza y cadera hacia el lado convexo, empujando las manos, movimiento de cabeza hacia atrás.	x		
5. Posición erguida: L1-L3 (brazos hacia adelante) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia delante, asentando los puntos faltantes es decir las manos en el suelo con la yema de los dedos.			x
6. Posición invertida: L4-S1 (brazos hacia atrás) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia atrás con los brazos extendidos.			x



Fortalecimiento muscular			
Posición			
7. Posición baja: (brazos hacia adelante) Trabajo en cuatro puntos Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante con los brazos extendidos y meter la cabeza			x
8. Posición horizontal: (extensión de brazo con pierna contraria) Trabajo en cuatro puntos, movimiento de estiramiento de estiramiento, el brazo y pierna contraria ambos extendidos.	x		



Ficha de aplicación movimientos en etapa kinesioterapéutica para rehabilitación de escoliosis lumbar.

Datos del entrevistado:

Nombre del Fisioterapeuta: Ivonne Salazar	
Fecha: 13 de Marzo, 2019	Hora: 11h16 am
Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 25 años

Objetivo: Determinar la frecuencia de los movimientos que se aplican en una sesión de tratamiento de escoliosis lumbar para establecer las características funcionales de una ortesis lumbar.

Marque con una x el grado de frecuencia de la aplicación de los movimientos basados en método de Klapp y fortalecimiento muscular, tomando en cuenta que 1 es Muy frecuente, 2 es frecuente y 3 es poco frecuente.

Aplicación de Método de Klapp			
Posición	1	2	3
1. Posición baja: D1-D4 Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar situando el movimiento en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.		x	
2. Posición semi baja: D6-D7 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, movimiento de la cabeza mientras se mantiene los brazos firmes.	x		
3. Posición horizontal: D8-D10 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza (Rotación al lado convexo)	x		
4. Posición semi erguida: D11-L1 Trabajo en cuatro puntos. Inclinación de cabeza y cadera hacia el lado convexo, empujando las manos, movimiento de cabeza hacia atrás.		x	
5. Posición erguida: L1-L3 (brazos hacia adelante) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia delante, asentando los puntos faltantes es decir las manos en el suelo con la yema de los dedos.		x	
6. Posición invertida: L4-S1 (brazos hacia atrás) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia atrás con los brazos extendidos.	x		



Fortalecimiento muscular			
Posición			
7. Posición baja: (brazos hacia adelante) Trabajo en cuatro puntos Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante con los brazos extendidos y meter la cabeza			x
8. Posición horizontal: (extensión de brazo con pierna contraria) Trabajo en cuatro puntos, movimiento de estiramiento de estiramiento, el brazo y pierna contraria ambos extendidos.	x		



Ficha de aplicación movimientos en etapa kinesioterapéutica para rehabilitación de escoliosis lumbar.

Datos del entrevistado:		Nombre del Fisioterapeuta: Liliانا Sunta	
		Fecha: 2 de Mayo , 2020	Hora: 19h00 pm
		Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 29 años

Objetivo: Determinar la frecuencia de los movimientos que se aplican en una sesión de tratamiento de escoliosis lumbar para establecer las características funcionales de una ortesis lumbar.

Marque con una x el grado de frecuencia de la aplicación de los movimientos basados en método de Klapp y fortalecimiento muscular, tomando en cuenta que 1 es Muy frecuente, 2 es frecuente y 3 es poco frecuente.

Aplicación de Método de Klapp			
Posición	1	2	3
1. Posición baja: D1-D4 Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar situando el movimiento en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.			x
2. Posición semi baja: D6-D7 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, movimiento de la cabeza mientras se mantiene los brazos firmes.			x
3. Posición horizontal: D8-D10 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza. (Rotación al lado convexo)	x		
4. Posición semi erguida: D11-L1 Trabajo en cuatro puntos. Inclinación de cabeza y cadera hacia el lado convexo, empujando las manos, movimiento de cabeza hacia atrás.	x		
5. Posición erguida: L1-L3 (brazos hacia adelante) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante, asentando los puntos faltantes es decir las manos en el suelo con la yema de los dedos.			x
6. Posición invertida: L4-S1 (brazos hacia atrás) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia atrás con los brazos extendidos.	x		



Fortalecimiento muscular			
Posición			
7. Posición baja: (brazos hacia adelante) Trabajo en cuatro puntos Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante con los brazos extendidos y meter la cabeza	x		
8. Posición horizontal: (extensión de brazo con pierna contraria) Trabajo en cuatro puntos, movimiento de estiramiento de estiramiento, el brazo y pierna contraria ambos extendidos.	x		



Ficha de aplicación movimientos en etapa kinesioterapéutica para rehabilitación de escoliosis lumbar.

Datos del entrevistado:	Nombre del Fisioterapeuta: Fanny Poveda	
	Fecha: 05 de Mayo, 2020	Hora: 19h00 pm
	Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 57 años

Objetivo: Determinar la frecuencia de los movimientos que se aplican en una sesión de tratamiento de escoliosis lumbar para establecer las características funcionales de una ortesis lumbar.

Marque con una x el grado de frecuencia de la aplicación de los movimientos basados en método de Klapp y fortalecimiento muscular, tomando en cuenta que 1 es Muy frecuente, 2 es frecuente y 3 es poco frecuente.

Aplicación de Método de Klapp			
Posición	1	2	3
1. Posición baja: D1-D4 Trabajo en cuatro puntos, actúa la región lumbar situando el movimiento en la cintura escapular, movimiento del tronco de arriba hacia abajo.	x		
2. Posición semi baja: D6-D7 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, movimiento de la cabeza mientras se mantiene los brazos firmes.		x	
3. Posición horizontal: D8-D10 Trabajo en cuatro puntos, permite establecer la línea media del cuerpo, el movimiento es en los miembros superiores y se lo realiza lateralmente de columna y cabeza. (Rotación al lado convexo)	x		
4. Posición semi erguida: D11-L1 Trabajo en cuatro puntos. Inclinación de cabeza y cadera hacia el lado convexo, empujando las manos, movimiento de cabeza hacia atrás.	x		
5. Posición erguida: L1-L3 (brazos hacia adelante) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, piernas en posición sedente movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante, asentando los puntos faltantes es decir las manos en el suelo con la yema de los dedos.	x		
6. Posición invertida: L4-S1 (brazos hacia atrás) Trabajo en dos puntos (rodillas). Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia atrás con los brazos extendidos.	x		



Fortalecimiento muscular			
Posición			
7. Posición baja: (brazos hacia adelante) Trabajo en cuatro puntos Posición de espalda erguida, movimiento de inclinación de cabeza y cadera hacia adelante con los brazos extendidos y meter la cabeza		x	
8. Posición horizontal: (extensión de brazo con pierna contraria) Trabajo en cuatro puntos, movimiento de estiramiento de estiramiento, el brazo y pierna contraria ambos extendidos.	x		



Ficha de observación de sesión de rehabilitación de escoliosis lumbar con concauidad derecha.

Objetivo: Establecer la estructura de una sesión de rehabilitación de escoliosis lumbar destacando datos importantes que el fisioterapeuta toma en cuenta inicialmente para un mejor resultado.

Sesión 2

Información General				
Nombre del Especialista: Lcda. Ivonne Salazar		Fecha: 9 nov 2019		
Tiempo de la sesión: 40 minutos		Hora: 10:07 am		
Estructura de la sesión				
1. Valoración Inicial del paciente		2. Masaje para calentar el músculo		
3. Aplicación de corriente eléctrica TENS		4. Kinesioterapia		
Si el paciente presenta mucho dolor se inicia la terapia a plicando láser para reducir el dolor.				
Valoración Inicial				
Escala de valoración Del 0 al 3 0 no puede realizar el ejercicio 1 no avanza mantener la posición del ejercicio 2 mantiene el ejercicio por 5 segundos 3 mantiene los ejercicios por 10 segundos	Edad del Paciente: 27 años			
	Sexo: Femenino	Peso: 64 kg	Talla: 165 cm	
	Índice de masa corporal:			
	CC: (Ancho de codo / Talla) *100 CC: (5/166)*100 CC: 30,12 Anchura de codo: 5 cm			
	Complexión corporal pequeña-mujeres de 18-24.9 años <38.4			
Tipo de cuerpo: Ectomorfo				
Parámetro	0	1	2	3
Equilibrio		x		
Flexibilidad	x			
Resistencia		x		
Estructura de frecuencia				
Repeticiones	10			
Series	1 a 2			
Reposos	5 s entre cada serie y 10 s entre cada repetición			
Respiración				
Algunos ejercicios requieren que se realice la respiración al inicial cada tiempo, inahalar y exalar. Regularmente se pide que el paciente mantenga la respiración controlada durante toda la etapa kinesioterapéutica.				

Ficha de observación de sesión de rehabilitación de escoliosis lumbar con concauidad derecha.

Objetivo: Establecer la estructura de una sesión de rehabilitación de escoliosis lumbar destacando datos importantes que el fisioterapeuta toma en cuenta inicialmente para un mejor resultado.

Sesión 4

Información General				
Nombre del Especialista: Lcda. Ivonne Salazar		Fecha: 11 ene 2020		
Tiempo de la sesión: 35 minutos		Hora: 11:00 am		
Estructura de la sesión				
1. Valoración Inicial del paciente		2. Masaje para calentar el músculo		
3. Aplicación de corriente eléctrica TENS		4. Kinesioterapia		
Si el paciente presenta mucho dolor se inicia la terapia aplicando láser para reducir el dolor.				
Valoración Inicial				
Escala de valoración Del 0 al 3 0 no puede realizar el ejercicio 1 no avanza mantener la posición del ejercicio 2 mantiene el ejercicio por 5 segundos 3 mantiene los ejercicios por 10 segundos	Edad del Paciente: 38 años			
	Sexo: Femenino	Peso: 64 kg	Talla: 168 cm	
	Índice de masa corporal:			
	CC: (Ancho de codo / Talla) * 100 CC: (5,7/168)*100 CC: 33,92 Anchura de codo: 5,7 cm			
	Tipo de cuerpo: Ectomorfo			
Parámetro	0	1	2	3
Equilibrio		x		
Flexibilidad			x	
Resistencia		x		
Estructura de frecuencia				
Repeticiones	10			
Series	1 a 2			
Reposos	5 s entre cada serie y 10 s entre cada repetición			
Respiración				
Algunos ejercicios requieren que se realice la respiración al inicio cada tiempo, inhalar y exhalar. Regularmente se pide que el paciente mantenga la respiración controlada durante toda la etapa kinesioterapéutica.				

Anexo D: Fichas de verificación y testeo.

Testeo y verificación.

Objetivos:

- Verificar que el producto, es decir la ortesis funcional cumpla con las necesidades establecidas.

Escala de valoración

1 = no es adecuado

2 = poco adecuado

3 = regular

4 = adecuado

5 = muy adecuado

Terapeuta 1

Nombre del Fisioterapeuta: Silvana Lozada	
Fecha: 04 de Mayo, 2020	Hora: 17h20 pm
Título: Licenciada en Fisioterapia	Edad: 35 años

Pregunta	1	2	3	4	5
- ¿ Le parece adecuado el diseño que tiene la ortesis ?				X	
- ¿ Le parece que la ortesis tiene los colores adecuados para ser un dispositivo ortopédico?					X
- ¿ Piensa usted que los materiales con los cuales esta fabricada la ortesis son los adecuados?			X		
- ¿ En que nivel regula los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapéutica del tratamiento de rehabilitación?				X	
- ¿ Le parece adecuada la forma en que la ortesis trabaja el lado convexo para la correcta alineación de la columna?					X
- ¿ Le parece que la manera en que se coloca la ortesis al paciente, evitando incomodidad es la apropiada ?					X
- ¿ Piensa usted que el nivel de configuración, es decir el número de repeticiones, series y reposos es el adecuado para establecer los patrones de movimientos?				X	
- ¿ Le parece que el estímulo de sonido indicativo (ruido) es el adecuado para la correcta realización del movimiento ?					X
- ¿ En qué nivel la ortesis le da seguridad para que el paciente realice con efectividad los movimientos de rehabilitación ?				X	

Terapeuta 2

Nombre del Fisioterapeuta: Alexandra Olivo	
Fecha: 16 de Noviembre, 2019	Hora: 12h15 am
Título: Licenciado en Fisioterapia	Edad: 27 años

Pregunta	1	2	3	4	5
- ¿ Le parece adecuado el diseño que tiene la ortesis ?					X
- ¿ Le parece que la ortesis tiene los colores adecuados para ser un dispositivo ortopédico?				X	
- ¿ Piensa usted que los materiales con lo cuales esta fabricada la ortesis son los adecuados?				X	
- ¿ En que nivel regula los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeutica del tratamiento de rehabilitación?					X
- ¿ Le parece adecuada la forma en que la ortesis trabaja el lado convexo para la correcta alineación de la columna?				X	
- ¿ Le parece que la manera en que se coloca la ortesis al paciente, evitando incomodidad es la apropiada ?					X
- ¿ Piensa usted que el nivel de configuración, es decir el número de repeticiones, series y reposos es el adecuado para establecer los patrones de movimientos?				X	
- ¿ Le parece que el estímulo de sonido indicativo (ruido) es el adecuado para la correcta realización del movimiento ?			X		
- ¿ En qué nivel la ortesis le da seguridad para que el paciente realice con efectividad los movimientos de rehabilitación ?			X		

Terapeuta 3

Nombre del Fisioterapeuta: Ivonne Salazar	
Fecha:13 de Marzo, 2019	Hora:11h16 am
Título:Licenciada en Fisioterapia	Edad:25años

Pregunta	1	2	3	4	5
- ¿ Le parece adecuado el diseño que tiene la ortesis ?					X
- ¿ Le parece que la ortesis tiene los colores adecuados para ser un dispositivo ortopédico?					X
- ¿ Piensa usted que los materiales con lo cuales esta fabricada la ortesis son los adecuados?			X		
- ¿ En que nivel regula los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeutica del tratamiento de rehabilitación?				X	
- ¿ Le parece adecuada la forma en que la ortesis trabaja el lado convexo para la correcta alineación de la columna?					X
- ¿ Le parece que la manera en que se coloca la ortesis al paciente, evitando incomodidad es la apropiada ?					X
- ¿ Piensa usted que el nivel de configuración, es decir el número de repeticiones, series y reposos es el adecuado para establecer los patrones de movimientos?					X
- ¿ Le parece que el estímulo de sonido indicativo (ruido) es el adecuado para la correcta realización del movimiento ?					X
- ¿ En qué nivel la ortesis le da seguridad para que el paciente realice con efectividad los movimientos de rehabilitación ?			X		

Terapeuta 4

Nombre del Fisioterapeuta: Liliانا Sunta	
Fecha: 2 de Mayo , 2020	Hora:19h00 pm
Título:Licenciada en Fisioterapia	Edad:29 años

Pregunta	1	2	3	4	5
- ¿ Le parece adecuado el diseño que tiene la ortesis ?					X
- ¿ Le parece que la ortesis tiene los colores adecuados para ser un dispositivo ortopédico?			X		
- ¿ Piensa usted que los materiales con lo cuales esta fabricada la ortesis son los adecuados?				X	
- ¿ En que nivel regula los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeutica del tratamiento de rehabilitación?				X	
- ¿ Le parece adecuada la forma en que la ortesis trabaja el lado convexo para la correcta alineación de la columna?				X	
- ¿ Le parece que la manera en que se coloca la ortesis al paciente, evitando incomodidad es la apropiada ?					X
- ¿ Piensa usted que el nivel de configuración, es decir el número de repeticiones, series y reposos es el adecuado para establecer los patrones de movimientos?			X		
- ¿ Le parece que el estímulo de sonido indicativo (ruido) es el adecuado para la correcta realización del movimiento ?				X	
- ¿ En qué nivel la ortesis le da seguridad para que el paciente realice con efectividad los movimientos de rehabilitación ?				X	

Terapeuta 5

Nombre del Fisioterapeuta:Fanny Poveda	
Fecha:05 de Mayo, 2020	Hora:19h00 pm
Título:Licenciada en Fisioterapia	Edad: 57 años

Pregunta	1	2	3	4	5
- ¿ Le parece adecuado el diseño que tiene la ortesis ?				X	
- ¿ Le parece que la ortesis tiene los colores adecuados para ser un dispositivo ortopédico?					X
- ¿ Piensa usted que los materiales con lo cuales esta fabricada la ortesis son los adecuados?			X		
- ¿ En que nivel regula los movimientos que realiza el paciente en la etapa kinesioterapeutica del tratamiento de rehabilitación?				X	
- ¿ Le parece adecuada la forma en que la ortesis trabaja el lado convexo para la correcta alineación de la columna?				X	
- ¿ Le parece que la manera en que se coloca la ortesis al paciente, evitando incomodidad es la apropiada ?					X
- ¿ Piensa usted que el nivel de configuración, es decir el número de repeticiones, series y reposos es el adecuado para establecer los patrones de movimientos?				X	
- ¿ Le parece que el estímulo de sonido indicativo (ruido) es el adecuado para la correcta realización del movimiento ?				X	
- ¿ En qué nivel la ortesis le da seguridad para que el paciente realice con efectividad los movimientos de rehabilitación ?				X	

Anexo E: Código de programación del prototipo

```

#include <SD.h>
File myFile;
const int flexPin = A0;
const int flexPin1 = A1;
const int flexPin2 = A2;
const int Trigger = 2; //Pin digital 2 para el Trigger del sensor //ya
const int Echo = 3; //Pin digital 3 para el Echo del sensor //ya
const int pinBuzzer = 9; // Pin digital 9 para buzzer
const int ej1 = 4; // Pin digital 4 para pulsador
const int ej2 = 5; // Pin digital 5 para pulsador
const int ej3 = 6; // Pin digital 6 para pulsador
int val1=0;//selector 1
int val2=0; //selector 2
int val3=0; //selector 3
int var=0; //selector case

int contador_ej1=0;
int contador_ej2=0;
int contador_ej3=0;
int aux=0;

const int ejercicio1=1;
const int ejercicio2=2;
const int ejercicio3=3;

int flexValue=12;
int flexValue1=12;
int flexValue2=12;

const int tonos [] = {261, 277, 294, 311, 330, 349, 370, 392, 415, 440, 466, 494};
const int countTonos = 10;

```

```
void setup () {
  Serial.begin(9600);
  pinMode (Trigger, OUTPUT); //pin como salida
  pinMode (Echo, INPUT); //pin como entrada
  digitalWrite (Trigger, LOW); //Inicializamos el pin con 0
}

void loop () {
  long t; //tiempo que demora en llegar el eco
  long d; //distancia en centímetros
  digitalWrite (Trigger, HIGH);
  delayMicroseconds (10); //Enviamos un pulso de 10us
  digitalWrite (Trigger, LOW);

  val1=digitalRead(ej1);
  val2=digitalRead(ej2);
  val3=digitalRead(ej3);

  if (val1==HIGH && val2==LOW && val3==LOW) {

    var=1;
  }
  else if (val1==LOW && val2==HIGH && val3==LOW) {
    var=2;
  }
  else if (val1==LOW && val2==LOW && val3==HIGH) {
    var=3;
  }

  switch(var) {
    case ejercicio1:
```

```
Serial.println("Ejercicio 1 inicioaaa: ");
while(contador_ej1<10) {
digitalWrite (Trigger, HIGH);
delayMicroseconds (10); //Enviamos un pulso de 10us
digitalWrite (Trigger, LOW);

t = pulseIn (Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
d = t/59; //escalamos el tiempo a una distancia en cm

Serial.print("distancia leida: "); Serial.println(d);
Delay (1000);

if(d<11) {

tone (pinBuzzer, tonos [2],1000);
contador_ej1++;
//Serial.println("Ejercicio 1");
Serial.print(contador_ej1);
}
if(contador_ej1==10) {
tone(pinBuzzer, tonos[2],2000);

}
else {
delay(1000);
}

}
Serial.println("Ejercicio 1 fin");
Delay (9000);
break;
```

```
case ejercicio2:
```

```
Serial.println("Ejercicio 2 inicio");
```

```
while(contador_ej2<11){
```

```
flexValue = analogRead(flexPin);
```

```
if (flexValue>580){
```

```
contador_ej2++;
```

```
tone (pinBuzzer, tonos [2],2000);
```

```
Serial.println("Ejercicio 2");
```

```
Serial.print(contador_ej2);
```

```
Delay (800);
```

```
}
```

```
Else {
```

```
Delay (500);
```

```
}
```

```
}
```

```
break;
```

```
case ejercicio3:
```

```
Serial.println("Ejercicio 3 inicio");
```

```
while(contador_ej3<11) {
```

```
flexValue1 = analogRead(flexPin1);
```

```
flexValue2 = analogRead(flexPin2);
```

```
if (flexValue1<630 && flexValue2>592) {
```

```
contador_ej3++;  
tone (pinBuzzer, tonos [2],2000);  
Serial.println("Ejercicio 3");  
Serial.print(contador_ej3);  
Delay (800);  
}  
Else {  
  Delay (500);  
}  
}  
  
break;  
  
}  
}
```