

UNIVERSIDAD CONTINENTAL
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL TECNOLOGÍA MÉDICA



Asignatura:

AYUDAS BIOMECÁNICAS, ERGONOMÍA Y SALUD OCUPACIONAL

Título del Proyecto:

**“ELABORACIÓN DE FÉRULA DE TOBILLO EN IMPRESIÓN 3D DE TPU
PARA LIMITACIÓN DE MOVIMIENTO Y REINTEGRACIÓN DE
ACTIVIDADES DE VIDA DIARIA”**

Ciclo Académico:

Sexto ciclo

Docente:

Meza Sedano Kattia Yuliana

Pertenece a:

Ayre Leyva Luis David

Cabrera Coronel Maritha

Camborda Aliaga Xiomara Francesca

Sandoval Paucar, Paola Angielina

Ticllas Rojas, Kevin Alexander

Verástegui Pérez Gabriela Mayté

CAMPUS: HUANCAYO

JUNIO 2020

ÍNDICE

1. Introducción

El siguiente informe se basará sobre la elaboración de una férula de tobillo en material 3D que nos brindará la capacidad de poder diseñar e imprimir cualquier parte con un gran detalle, esto también facilitará lo que es la accesibilidad para todas las personas ya que es de fácil acceso y de un costo medianamente bajo. Una prótesis de tobillo se puede definir como una tablilla o molde flexible y resistente que se emplea en el tratamiento de las fracturas para inmovilizar el miembro y mantener el hueso roto o dañado en una posición fija este informe contendrá varios puntos a tratar para una correcta elaboración de una férula de tobillo desde la evaluación que se tiene que tener con el paciente hasta el resultado final que será la aplicación del producto (ayuda biomecánica) al paciente que lo requiera.

2. Planteamiento metodológico

2.1. Problema

Qué consecuencias puede tener las lesiones en el tobillo que son causados por el esfuerzo de los ligamentos más allá de su amplitud normal de movimiento, afectando a las personas de todo tipo de edad e impidiendo caminar y no permitiendo tener equilibrio en su cuerpo, con la elaboración de férula de tobillo en impresión 3D de TPU. ¿Cómo se adaptará la férula en 3D en personas con lesiones en el tobillo, causado por el esfuerzo de ligamentos, impidiéndoles caminar y no permitiendo tener equilibrio, dañando la integración de sus actividades cotidianas?

2.2. Oportunidad

La férula de estribo para tobillo ayuda a la persona a tener el equilibrio en su cuerpo, es una forma de uso sencillo y ligero con almohadillas accesibles al tobillo. Un prototipo de férula de estribo nos permite poner en aprendizaje los conocimientos adquiridos de una manera más simple y menos compleja usando la innovación 3D. La recuperación de las personas con la férula es un método muy eficaz y relevante resaltando la accesibilidad de estas férulas ya que será de un costo medianamente bajo.

2.3. Antecedentes

“La inestabilidad funcional de tobillo, asociada a un déficit neuromuscular, se traduce en la sensación de “ceder” de la articulación, que, a diferencia de la inestabilidad mecánica, asociada a hiper movilidad articular, puede ser tratada desde un enfoque propioceptivo y sensorial. Sin embargo, la relación que existe entre estos dos tipos de inestabilidad no es clara. Objetivo: Descubrir si existe relación entre la hiper movilidad articular y la inestabilidad funcional de tobillo en bailarines – 2018. Método: Esta investigación es de diseño no experimental, prospectiva, de tipo observacional descriptiva y correlacional. La población constó de 150 bailarines urbanos de la escuela de baile TFS y 50 bailarines clásicos de la ENSB; la muestra no probabilística, intencional, fueron 60 bailarines de TFS y 40 bailarines de ENSB. A cada bailarín se le aplicó el Test de Beighton para medir hiper movilidad articular y el cuestionario IdFAI para medir inestabilidad funcional de tobillo además de una ficha Ad hoc para datos personales de los mismos. Conclusión: Existe una baja asociación entre hiper movilidad articular e inestabilidad de tobillo y una asociación considerable alta entre esguince e inestabilidad funcional de tobillo.” (David Obispo, 2018, pág. 6)

“En el hospital Eleazar Guzmán Barrón, con frecuencia llegan al área de terapia física y rehabilitación un gran número de pacientes con esguince de tobillo, de modo que nos interesamos en realizar la siguiente investigación para poder identificar cuáles son los factores que predominan con más frecuencia en dicha patología. Nuestro trabajo de investigación va a permitir que otros profesionales de salud puedan tener como evidencia los factores que predominan en tal patología. El tipo de investigación realizada es básica descriptiva no experimental prospectiva de corte transversal. Nuestra población está comprendida por 100 pacientes con esguince de tobillo de los cuales tomamos como muestra a 50 de ellos, 35 mujeres y 15 hombres. El instrumento que utilizamos para la siguiente investigación es una ficha de evaluación clínica del hospital. Nuestro procesamiento de datos se realizó a través del programa Microsoft Excel 2010 y SPSS V.22.0. Los resultados demostraron que son las mujeres las que más sufren de esguince de tobillo con un 70%, el grupo etario de 45 años es el más afectado en un 60% y dentro de los factores extrínsecos e intrínsecos se obtuvo una igualdad con el 50%. Como conclusión podemos dar a conocer que el esguince de tobillo es una patología que con mayor frecuencia se da en ambos sexos femenino y masculino entre la edad de 45 a 50 años ya sea por factores intrínsecos y extrínsecos.” (Mirella, 2016)

2.4. Alcance

Este proyecto es realizado con el fin de poder realizar una impresión 3D de un prototipo de férula de tobillo, este tipo de impresión es muy importante en diversos campos sobre todo empleado en la rama de la medicina. Teniendo en cuenta que en la actualidad hay muchas personas que tienen deficiencias principalmente en el tobillo, ya que ésta es una de las zonas que más lesiones tiene.

Lo que buscaremos será lograr la inmovilización del tobillo para ayudar a su recuperación, teniendo en cuenta que se puede aplicar en cualquier lesión que el individuo haya sufrido.

2.5. Objetivos

2.5.1. Objetivo principal:

- Obtener un prototipo de férula de tobillo usando tecnología de impresión 3D, buscando ayudar a la rehabilitación de la zona afectada.

2.5.2. Objetivos secundarios:

- Obtener un modelo geométrico en 3D de una férula de tobillo mediante la impresión 3D.
- Evaluar el comportamiento del modelo de férula de tobillo, ante un sistema de carga al cual deberá ser sometido de acuerdo a su biomecánica y función.
- Fabricar el prototipo de férula de tobillo mediante impresión 3D.
- Probar el prototipo en persona voluntaria y evaluar su comportamiento.
- Evaluar la factibilidad técnico-económica al realizar la férula de tobillo.

2.6. Plan de trabajo

N° Actividad	Actividades	13/06/20	20/06/20	27/06/20	04/07/20	11/07/20	18/07/20	25/07/20	01/08/20	08/08/20
Actividad 01	Recopilación de información para el planteamiento del problema.									
Actividad 02	Elaboración de proyecto.									
Actividad 03	Elaboración de marco teórico y conceptos, diseño metodológico.									
Actividad 04	Corrección del proyecto y aplicación de herramientas en tinkercad.									
Actividad 05	Entrega de proyecto con las correcciones realizadas.									
Actividad 06	Instalación y práctica para diseñar en el programa "Blender"									
Actividad 07	Diseño de férula con el programa "Blender"									
Actividad 08	Entrega y corrección de informe para el trabajo final.									
Actividad 09	Entrega de informe final									
Actividad 10	Entrega de férula final									

3. Marco teórico

3.1. Fundamentos teóricos

Variable independiente: Férula de tobillo

Férula

Una férula viene a ser un yeso parcial, un fragmento de material duro que se mantiene en su sitio con un vendaje elástico o unas tiras de velcro. Al igual que los yesos, las férulas suelen tener una capa interna de algodón. La capa externa de una férula puede estar fabricada con los mismos materiales que un yeso o puede tratarse de una pieza prefabricada de metal o plástico duro rodeada de un tejido resistente.

Férula de tobillo

Una férula de estribo para tobillo se usa después de una lesión para ayudar a la persona a sentirse más cómoda y a la vez limitar el movimiento. La férula de estribo comprime su tobillo entre 2 almohadillas de plástico. Las almohadillas se llenan de aire para amortiguar y apoyar el tobillo mientras sana.

Variable dependiente: Lesión de tobillo, limitación de movimiento, reintegración de actividades de vida diaria.

Lesión de tobillo

Lesión, daño o cambio estructural anormal de un tejido, un órgano o una parte del cuerpo por causa de una herida o enfermedad. Son ejemplos de una lesión una herida o una parte de la piel que presenta señales de infección o de enfermedad.

Un esguince de tobillo es una lesión que se produce cuando te doblas, tuerces o giras el tobillo de una forma extraña. Esto puede estirar o desgarrar las bandas resistentes de tejido (ligamentos) que ayudan a mantener los huesos del tobillo unidos.

Los ligamentos ayudan a estabilizar las articulaciones evitando el movimiento excesivo. El esguince de tobillo se produce cuando se fuerzan los ligamentos más allá de su amplitud normal de movimiento. La mayoría de los esguinces de tobillo suponen lesiones a los ligamentos en el lado externo del tobillo.

Los problemas más comunes del tobillo son las torceduras y las fracturas (huesos rotos). Una torcedura o esguince es una lesión en los ligamentos. Los esguinces pueden tardar algunas semanas o hasta varios meses en sanar completamente. Una fractura es una ruptura de un hueso. También pueden ocurrir lesiones en otras partes del tobillo como los tendones, que unen los músculos al hueso, y los cartílagos, que amortiguan los roces e impactos de las articulaciones. Las torceduras y las fracturas del tobillo son lesiones deportivas comunes.

Limitación de movimiento

Es la disminución de la capacidad para realizar diversos movimientos. Puede presentarse de manera progresiva o súbita y afectar una o varias partes del cuerpo.

Causas: La limitación de movimientos puede deberse a numerosas causas, las más importantes son:

- Enfermedades articulares crónicas, como la osteoartritis o la artritis reumatoide, que provocan limitación de los movimientos debido, sobre todo, al dolor en las articulaciones.
- Trombosis cerebral.
- Isquemia cerebral transitoria, que consiste en la falta de irrigación de una región del cerebro y puede durar entre varios minutos a unas pocas horas.
- Miastenia gravis, que es una enfermedad autoinmune y crónica, debida a un defecto en la transmisión de los impulsos nerviosos de los nervios a los músculos, de modo que la contracción muscular es deficiente.
- Contusión cerebral, por lo general debida a un traumatismo.
- Infecciones del sistema nervioso central, como la meningitis o el síndrome de Guillain-Barré, que consiste en una infección viral de la médula espinal y se caracteriza por la pérdida progresiva de la movilidad,
- Lesiones o fracturas en ciertas zonas del cuerpo.
- Enfermedades de la médula espinal, como la esclerosis múltiple.

Reintegración de actividades diarias

Independientemente el grado de esguince, lesión o fractura va a depender mucho en un tratamiento esto se realizará con el único objetivo que es mejorar la calidad de vida del paciente que va a basarse en la utilización del "método" RICE que son las iniciales en inglés de REST (reposo), ICE (hielo), COMPRESSION (compresión) y ELEVATION (elevación), junto con la utilización de antiinflamatorios no esteroideos (AINES) o analgésicos y fisioterapia. Ya en siguientes estadios del tratamiento de un esguince de tobillo, van adquiriendo cada vez mayor relevancia la fisioterapia, los vendajes funcionales, utilización de férulas, el desarrollo de la fuerza y el entrenamiento propioceptivo.

En cuanto al RICE, suponen las medidas más importantes a tomar en las primeras 24-72 horas tras un esguince de tobillo. Dada su importancia vamos a desarrollar estos conceptos:

REPOSO: Es en ocasiones la primera consecuencia del esguince, ya que el propio dolor generado obliga a guardarlo. Aun cuando el dolor no sea muy intenso, es conveniente el reposo en las primeras horas o días, en función de la severidad del esguince de tobillo. Cuando hablamos de reposo en la fase aguda, nos estamos refiriendo al mantenimiento en descarga de la articulación, lo que permite ejercicios de movilización pasiva, ejercicios en piscina, y en función del grado de esguince hasta la realización de bicicleta. De todas formas, va a ser el dolor en gran medida quien va a marcar los plazos del reposo; si una persona que ha padecido un esguince de tobillo leve no presenta dolor en la deambulación, tampoco tiene que exigírsele un reposo absoluto. Esta necesidad de reposo puede exigir la utilización de muletas u otras estrategias con el fin de mantener en descarga la articulación. Últimamente hay una tendencia a no inmovilizar de forma rígida el tobillo, aunque la compresión supone en parte una inmovilización.

HIELO: En el traumatismo agudo se produce una reacción inflamatoria en la que aumenta la temperatura de la zona y se produce una vasodilatación (aumento del aporte de sangre a la zona), lo que va a

dar lugar a una mayor extravasación de líquido desde los vasos sanguíneos a los tejidos circundantes, dando lugar al edema y en caso de que se hayan producido pequeñas roturas a nivel de capilares, se produce una hemorragia en la zona. Todo ello da lugar a que haya una inflamación importante con edema y hemorragia. Con la aplicación de hielo, lo que conseguimos es disminuir la temperatura de la zona y producir una vasoconstricción; es importante la comodidad y para ello los denominados Pulpos de Neopreno suponen un avance importante y aumentan la efectividad del tratamiento; con ello se disminuye la circulación sanguínea en esa zona y se minimiza el edema y la hemorragia. Por tanto, la aplicación de hielo es una medida muy importante para reducir la inflamación. Debe aplicarse en sesiones de 15-20 minutos cada vez (para que la transmisión del frío a través de los tejidos llegue a profundidad que es donde debe actuar, se necesita tiempo) y realizando una sesión cada 2-4 horas. La aplicación de hielo en el tratamiento de un esguince de tobillo se considera efectiva en las primeras 24-72 horas, pasadas las cuales disminuye en gran medida su efectividad dado que disminuye la fase inflamatoria aguda de la lesión. Como alternativa al hielo y de similar efectividad, tenemos la aplicación de toallas húmedas previamente enfriadas, o los baños de agua a 10° C como pueden ser los baños de remolinos.

COMPRESIÓN: En la instauración del edema secundario al proceso inflamatorio, esguince tobillo, inflamación aguda, vendaje y compresión entran en juego diferentes presiones (intravascular, extravascular, oncótica) cuya resultante final va a determinar que se produzca un edema o no. Si nosotros realizamos un vendaje compresivo (compresión) de la zona estamos aumentando la presión extravascular, con lo que estamos interfiriendo en ese juego de presiones y de esa forma estamos disminuyendo la magnitud del edema. Es conveniente incluir por debajo del vendaje compresivo, material acolchado o de gomaespuma en zonas de derrame, principalmente en el contorno del maléolo para aumentar la presión específicamente en esa zona. De lo contrario no sería bien comprimida.

3.2. Definición de términos básicos

- Lesión: Es un cambio anormal en la morfología o estructura de una parte del cuerpo producida por un daño externo o interno.
- Férula: Tablilla o molde flexible y resistente que se emplea en el tratamiento de las fracturas para inmovilizar un miembro y mantener el hueso roto o dañado en una posición fija.
- Amplitud de movimiento: Es una valoración cuantitativa del arco de movimiento articular de una determinada articulación al realizar un movimiento cualquiera, tradicionalmente con independencia de la velocidad de ejecución.

4. Desarrollo e implementación del proyecto

Durante muchos años, en las ortesis de extremidad inferior, se usaron casi exclusivamente componentes metálicos prefabricados. En la última década se ha visto un marcado aumento del uso de plásticos, especialmente para las ortesis de tobillo-pie. Además, un número de diseños han evolucionado a una combinación de metal y materiales plásticos. Los componentes metálicos normalmente son de aluminio, ya que es importante el peso, pero pueden ser de acero inoxidable, si lo más importante es la duración. Los plásticos nos dan variedad de posibilidades en resistencia, rigidez, flexibilidad, peso y apariencia. Mientras se hacen un número limitado de ortesis de laminado de plástico termoestable, la mayoría son de materiales termoplásticos, tales como el polypropileno y varios derivados del polyetileno.

Comparadas con las de metal, las ortesis de plástico son, generalmente, más cosméticas, más ligeras y ofrecen mayor elección en las opciones de diseño, dependiendo de las características funcionales y estructurales deseadas. Como los plásticos pueden ser fácilmente moldeados sobre un molde modificado de la parte del cuerpo, ello permite una adaptación más perfecta y un control más preciso sobre la distribución de las presiones. Cuando hay que aplicar unas fuerzas relativamente grandes, está indicado cubrir extensamente la extremidad por unas cáscaras de plástico, para evitar concentraciones excesivas de presión. En otros casos, es posible recortar el plástico y reducir mucho el tamaño de los segmentos plásticos.

La función principal de todas las ortesis por debajo de la rodilla es controlar la alineación y del tobillo. Típicamente el área de la pantorrilla y los movimientos de las articulaciones del pie estas ortesis se extienden hacia abajo desde terminan debajo del pie o en el tacón del zapato.

4.1. Férulas:

Son dispositivos ortopédicos que se aplican para la corrección de descarga, alineación y de rotación de las extremidades inferiores.

Se confeccionan de aluminio, acero, termoplásticos y se fijan a la extremidad a través de hebillas y velcros. Pueden estar o no unidas al calzado. Caliper, aparato, arturgio, férula, artificio, todos estos son denominadores comunes que se usan para designar a estos artificios ortopédicos. Se clasifican teniendo en cuenta:

- El número de articulaciones que involucran.
- Cortas: Una articulación ejemplo Corrector equino.
- Largas: Dos o más articulaciones ejemplo Aparato largo.
- Si incluye una o ambas extremidades.
- Simple: Una extremidad ejemplo Mono tutor varo.
- Dobles: Las dos extremidades ejemplo Desrotador tibial.
- En dependencia de su acción.

- Pasivas: Controlan o tutorean de forma pasiva una corrección lograda tutor valgo.
- Activas: Corrigen la deformidad a través del movimiento ejemplo Corrector varo.
- De descarga: Inmovilizan y descargan una articulación afecta ejemplo Férula de Thomas.

Férula para la inmovilización del pie:

Indicaciones:

- Después de la cirugía como férula de posicionamiento.
- Posoperatorio después de cirugía del tendón de Aquiles.
- Acortamiento de la fascia plantar.
- Profilaxis del equinismo.
- Dolor por sobrecarga.

Características:

- Alternativa económica al escayolado.
- Armazón rígido de polietileno con acolchado agradable a la piel.
- Correas de velcro anchas para la fijación.
- Ángulo ajustable.
- Cómo funciona.
- La férula de posicionamiento del pie apoya el tratamiento en la zona de cobertura del pie de la persona adulta. Sirve para la inmovilización del pie.
- Opcionalmente disponible como placa de posicionamiento sin almohadillado ni correas.

Tabla de tallas y números de artículo

Férula para la inmovilización del pie

Talla	Talla del calzado	Longitud de la suela	Número de artículo
pequeña	36 - 39	25 cm	37-4051
mediana	40 - 43	27 cm	37-4052
grande	44 - 47	30 cm	37-4053

Armazón para la inmovilización del pie

Talla	Talla del calzado	Longitud de la suela	Número de artículo
pequeña	36 - 39	25 cm	37-4051S
mediana	40 - 43	27 cm	37-4052S
grande	44 - 47	30 cm	37-4053S

4.2. Plantillas ortesis:

Actualmente el pie del adulto representa el porcentaje más elevado de prescripciones ortésicas, y dentro de ellas, los soportes plantares. El objetivo es lograr con ellos la postura correcta de los pies y disminuir el dolor durante la bipedestación y la marcha. En el adulto, el dolor de los pies, ya sea de origen mecánico o inflamatorio, es muy frecuente y es causa de numerosas bajas laborales y trastornos sociales. Su tratamiento representa un coste sanitario elevado. El pie con alteraciones mecánicas no suele doler en descarga; en cambio, es doloroso cuando se apoya en el suelo y soporta de forma incorrecta el peso del cuerpo. También es doloroso durante la marcha cuando las estructuras del pie sufren mayores exigencias.

En el año 1960 Root afirmaba: «La ortesis funcional del pie es un dispositivo ortopédico para promover la integridad de las articulaciones del pie y del miembro inferior, resistiendo la fuerza de reacción del suelo que causa el movimiento anormal del esqueleto durante la fase de apoyo de la marcha».

El uso de ortesis funcionales, para rectificar la mala postura de los pies, ha demostrado en numerosos pacientes la mejoría al corregir rotaciones excesivas interno - externas y deformidades en valgo o varo.

Mediante la acción de los soportes plantares, la articulación subastragalina se sitúa cerca de la posición neutra. La articulación mediotarsiana provoca la pronación del pie durante el medio apoyo, con lo que se consigue que el primer radio se flexione durante el despegue del suelo.

Clasificación de las ortesis plantares: Según sus objetivos terapéuticos, las plantillas funcionales se clasifican en:

a) **Plantillas de realineación**

De densidad rígida o semirrígida y elásticas, se utilizan para evitar los trofismos musculares. Elasticidad significa deformidad a la carga con memoria para recuperar la posición inicial.

La realineación se consigue mediante: la forma de la plantilla y las propiedades del material; compensando la deformidad al restablecer los ejes normales del pie. Al colocar el pie en posición correcta, mejora la estabilidad y el apoyo, y aumentando la movilidad y la capacidad de marcha.

b) **Plantillas de descarga**

De densidad blanda o semiblanda, redistribuyen las presiones y restablecen el apoyo horizontal sobre el suelo. Facilitan la bipedestación y la marcha indolora. Evitan los puntos de sobrecarga y las fuerzas de cizallamiento, y amortiguan la fuerza de reacción del suelo durante el apoyo del pie.

Con el material de resinas elásticas combinadas de poliuretano, se consiguen ortesis próximas al ideal biomecánico, que consiste en evitar la concentración de cargas puntuales, con el resultado de dolor en la planta del pie.

c) **Plantillas mixtas**

Combinan densidades rígidas y blandas. El material rígido inmoviliza las articulaciones dolorosas del pie, buscando un efecto de contención sin corrección. Al disminuir o anular la movilidad se alivia o desaparece el dolor. El material flexible respeta la movilidad de las otras articulaciones y permite su adaptación a los cambios morfológicos que se producen durante la marcha.

Estas plantillas están indicadas en pies con reumatismos que dificultan la marcha. Estos tipos de pies son un reto tanto para el médico como para el ortésico, especialmente cuando una

intervención no es aconsejable o cuando el paciente no la desea. Con las ortesis plantares, en muchas ocasiones se consigue aliviar el dolor y que el paciente logre una marcha aceptable.

Las ortesis plantares, en cuanto a su objetivo corrector, quedan limitadas a los pies infantiles. La gran mayoría de las prescripciones se hacen para compensar defectos en los pies de personas adultas. El tratamiento de los pies de los adultos con ortesis plantares ha ido ganando popularidad durante estos últimos años, aunque el empleo abusivo que en ocasiones se hace de ellas lleva a que no siempre se tengan en cuenta las reglas biomecánicas precisas para su prescripción y confección. Lelièvre y Lelièvre decían: «Sólo se compensa un trastorno estático restableciendo los ejes normales y el equilibrio de presiones». Esto se puede conseguir con una buena plantilla. Valentí afirmaba: «El objetivo de la ortesis plantar consiste en reequilibrar el apoyo del pie afecto de deformidad anatómica y desarmonía funcional de carácter irreversible».

Este objetivo se logra cuando la plantilla evita los movimientos compensadores anormales, controla la buena postura del antepié y mantiene el retropié en posición neutra. O lo que es lo mismo, cuando conservan el ángulo anatómico correcto entre el antepié y el retropié, y entre la pierna y el plano horizontal del suelo, con el fin de conseguir los movimientos normales y sin dolor en cada fase del ciclo de la marcha.

5. Recursos

5.1. Fab lab

En primer lugar, nos han transferido como hacer el proyecto en qué consistía, nos explicaron paso por paso como realizar y así escogimos el nombre de férula de tobillo, empezamos con la conceptualización de férulas, estados del arte y férulas que existen en el mercado actualmente, nos dio 25 min para hacer la conceptualización de férulas, en seguida les mostramos algunas imágenes lo que realizamos cada uno de mis compañeros.



Figura 1: Dibujo de férula (Kevin)

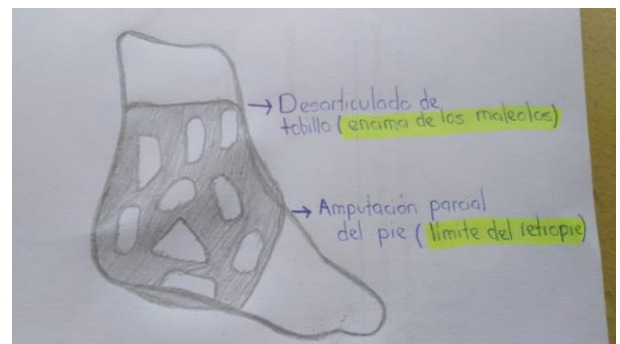


Figura 2: Dibujo de férula (Mayté)



Figura 3: Dibujo de férula (Xiomara)

Posteriormente hicimos sobre tipos de impresión en 3D tanto en las férulas como en la plantilla, primero orientar tres temas primero el relleno de las piezas, soportes y por último el boronoide que nos servirá bastante combinando los tres conceptos principales nos permite realizar las férulas y las plantillas ortopédicas, tener en cuenta el material.

Luego empezamos con la introducción al diseño en 3D que vamos a trabajar con la aplicación de Tinder Car y experimentar lo más que podamos y por ultimo descargamos la aplicación de Blender para así trabajar la fabricación de férula de tobillo.

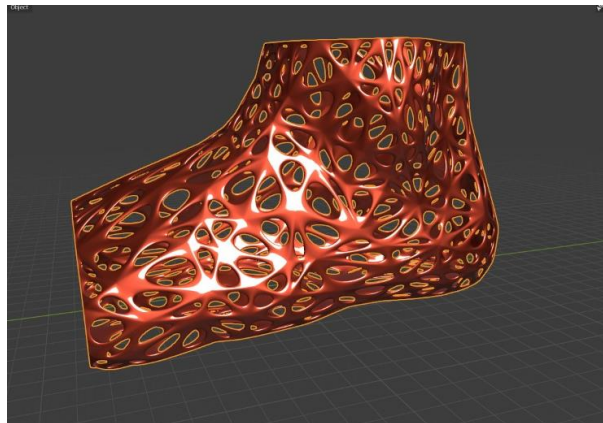


Figura 1: Férula pre final

5.2. Herramientas digitales de fabricación

Empezamos con la introducción al diseño en 3D que vamos a trabajar con la aplicación de Tinder Car para experimentar lo más que podamos para que así la próxima semana empecemos con la fabricación de la férula en Blender.



Figura 1: Experimentando la aplicación lo más que podamos para realizar la férula

Descargamos la aplicación de Blender v 2.81a para trabajar la fabricación de la férula de tobillo, gracias a los jóvenes que se dieron su tiempo de ayudarnos a la fabricación para así hacer un buen trabajo.

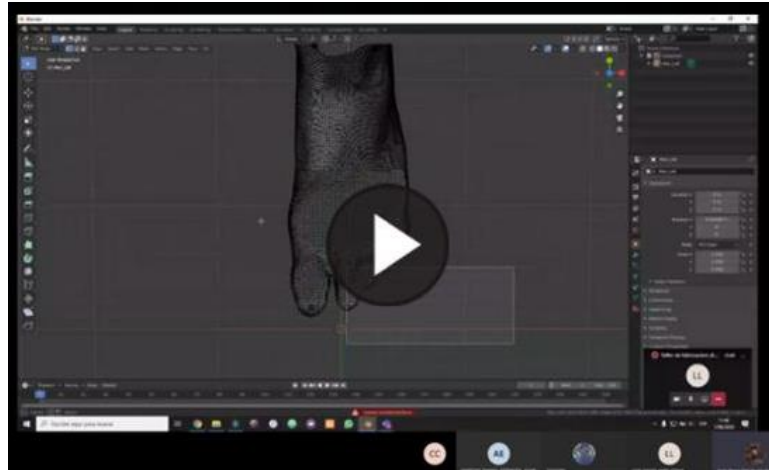


Figura 1: Escaneando un pie real

Por último, la férula de tobillo terminada.

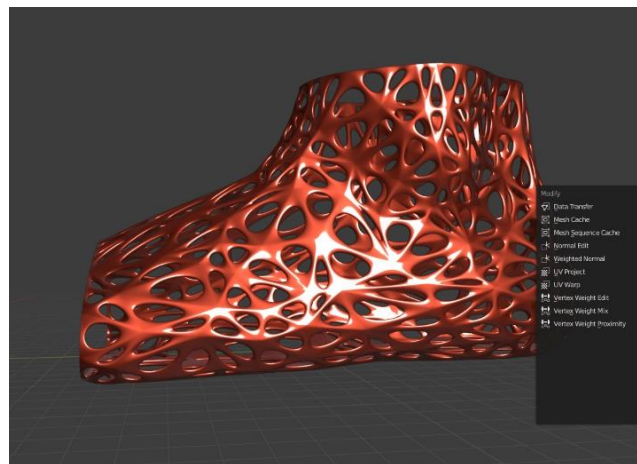


Figura 2: Culminación de férula en clases

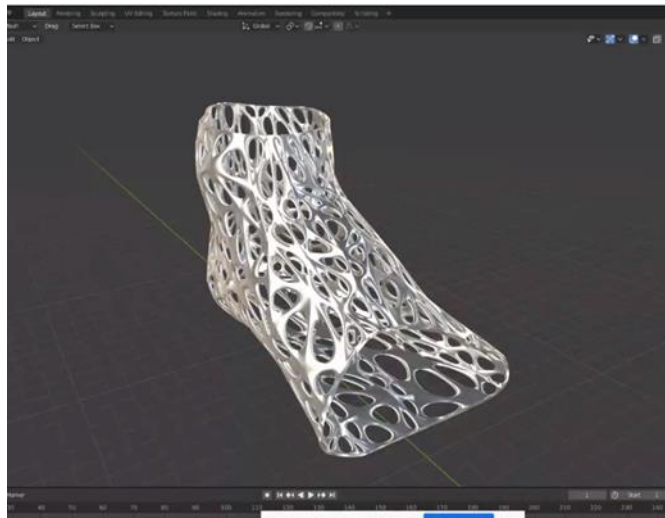


Figura 3: Férula terminada

5.3. Recursos de validación

Para poder realizar la validación del prototipo de la férula de tobillo se trabajó con la paciente Vania Huanay Ticllas de sexo femenino, edad 19 años de edad, que presenta el diagnostico de esguince de tobillo, en lo cual se utilizó la férula de tobillo en 3D, logrando limitar el movimiento para aliviar el dolor y sentirse mejor.

CRITERIOS	(1) Malo	(2) Regular	(3) Bueno	(4) Excelente
Acabados			x	
Comodidad				x
Resistente				x
Calidad			x	
Facilidad				x

Estos criterios fueron seleccionados porque es lo que evalúa el cliente o usaría para poder usar el producto.

6. Resultados, conclusiones y recomendaciones

- La férula dio resultados muy favorables para personas con fracturas en el miembro inferior lo cual ayudó a limitar movimientos para aliviar el dolor y no causar lesiones graves que se da por el movimiento.

- Los criterios de evaluación dieron validación al proyecto (férula de tobillo de TPU) para personas que requieran reintegrarse a sus actividades de vida diaria.
- La férula de tobillo de TPU permite una adaptación más perfecta y un control más preciso sobre la distribución de las presiones. Agregando que tiene ventajas para evitar concentraciones excesivas de presión y amortiguar el dolor.

7. Referencias

David Obispo, R. M. (2018). Asociación entre hipermovilidad articular e inestabilidad. Perú, Lima.

DIOSES CALDERON, H. M. (2016). Factores predisponentes de esguince de tobillo en pacientes atendidos en el Hospital Eleazar Guzmán Barrón . Perú, Lima.

Gomez Enrique, C., & Rodriguez, J. R. (2015). Vendajes e inmovilizaciones. Manual de bolsillo para enfermería, 60.

Mirella, D. C. (2016). Factores predisponentes de esguince de tobillo en pacientes atendidos en el Hospital Eleazar Guzmán Barrón . Lima, Perú.

S, C. V. (2012). Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas. España: Facultad de medicina de la universidad Complutense de Madrid.

8. Anexos

8.1. Planos de construcción

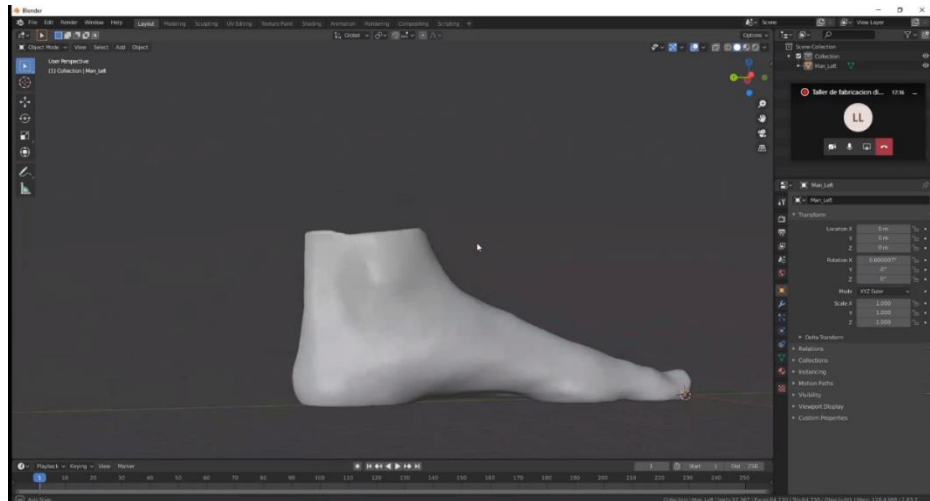


Figura 1: Para empezar, se escanea un pie real

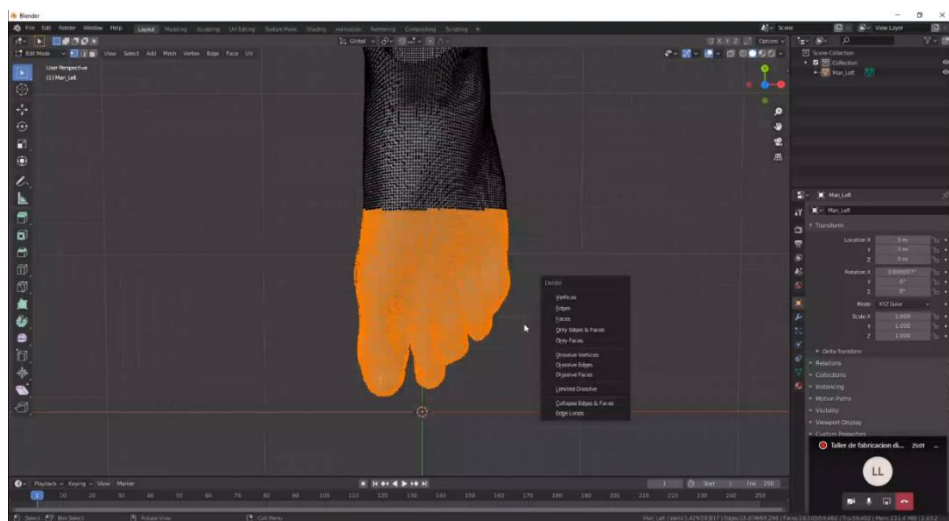


Figura 2: se borran partes innecesarias para hacer el modelo

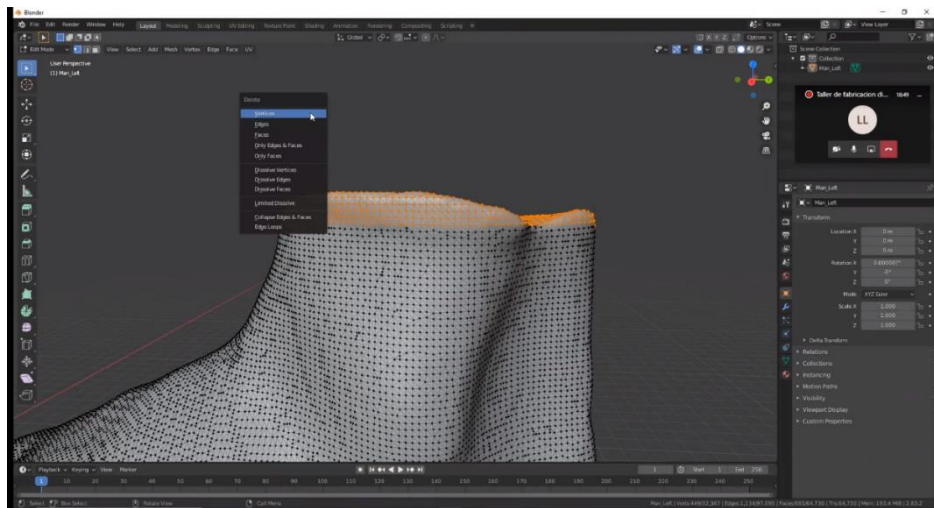


Figura 3: Recorta parte de los dedos para quede exacto al tamaño deseado de la ferula

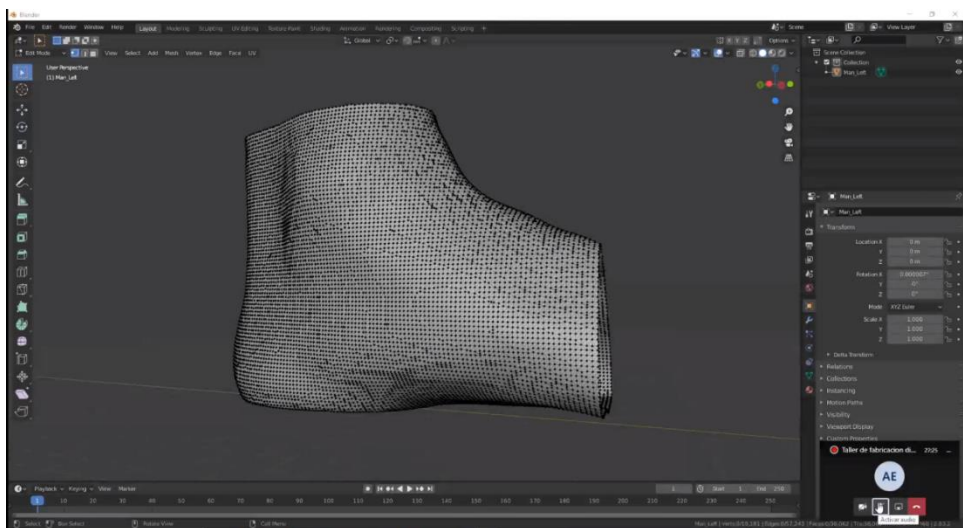


Figura 4 : Tamaño deseado de la ferula

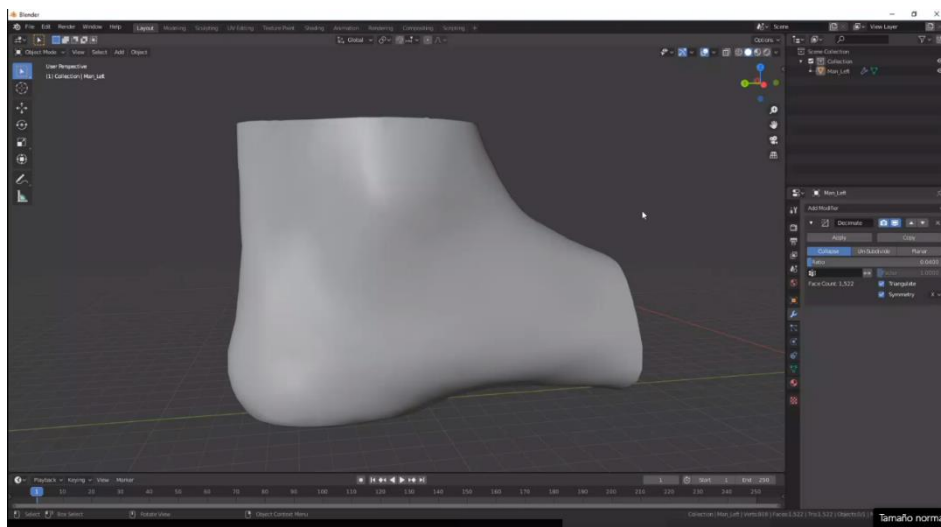


Figura 5: Angulacion, simetria y radio 0.04

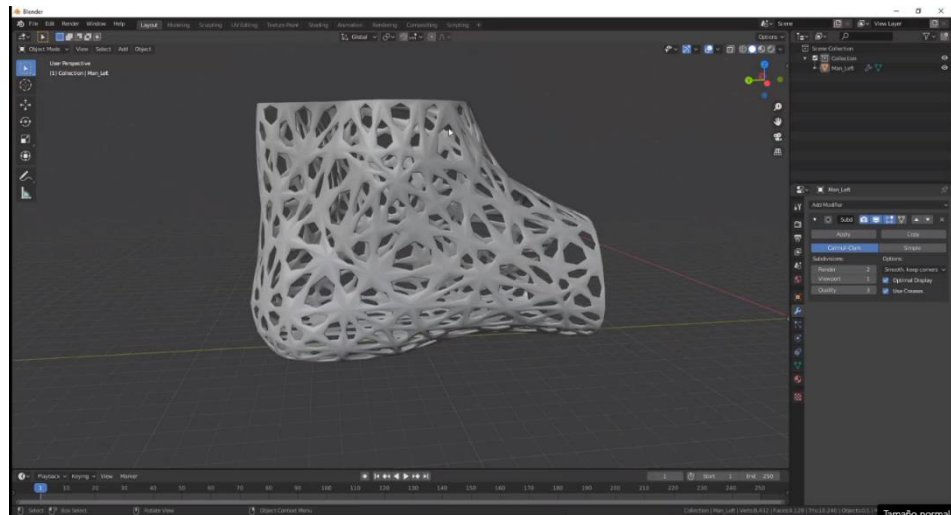


Figura 9: Aquí se ven ya en forma cóncava, pero el centro mantiene aristas punteagudas

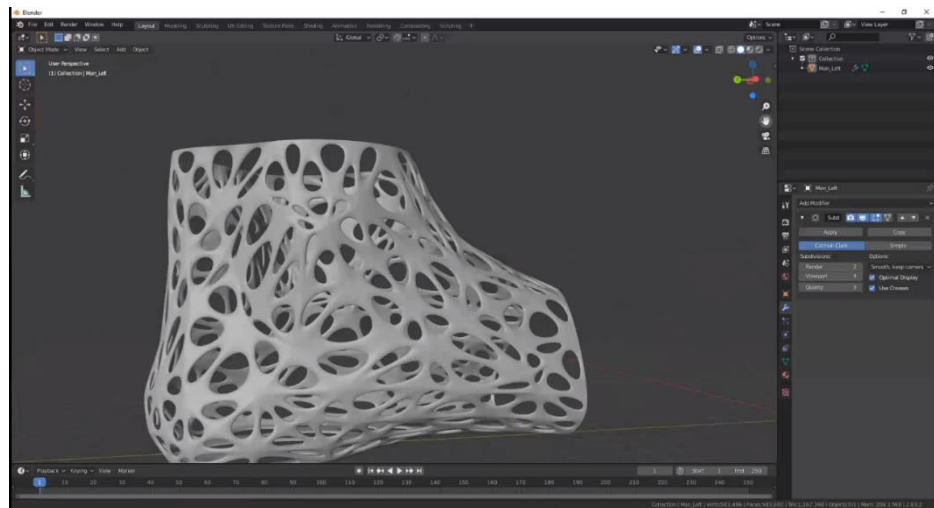


Figura 10: Aquí ya esta todo modificado

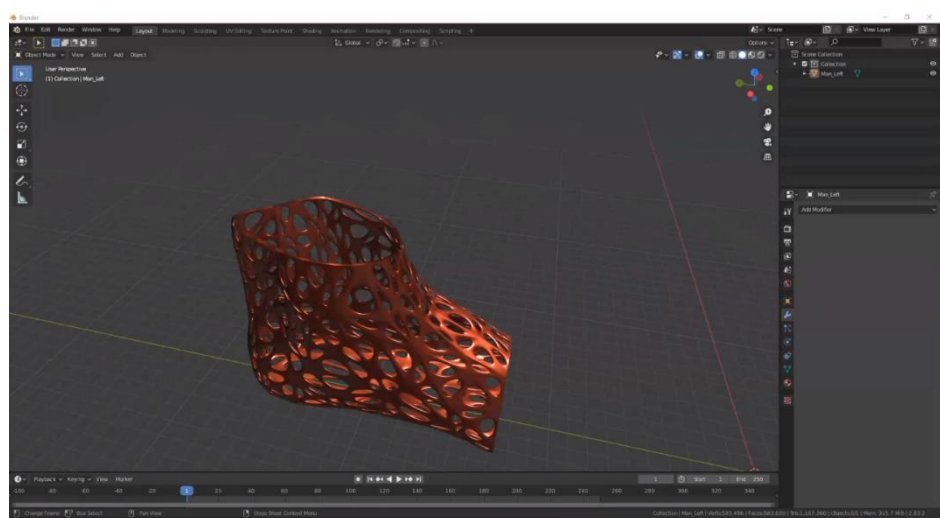


Figura 11: Férula pre final con modificación de presentación

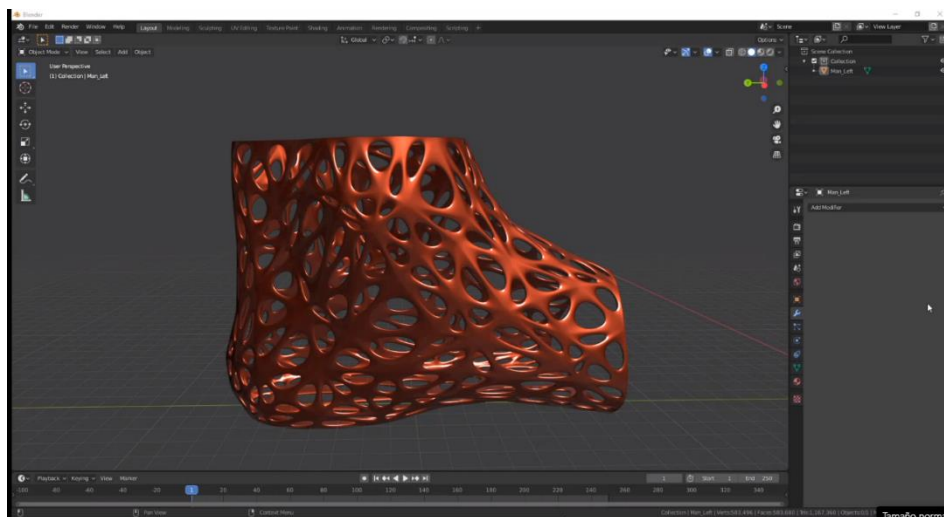


Figura 12: Culminación de modelo de férula en clases

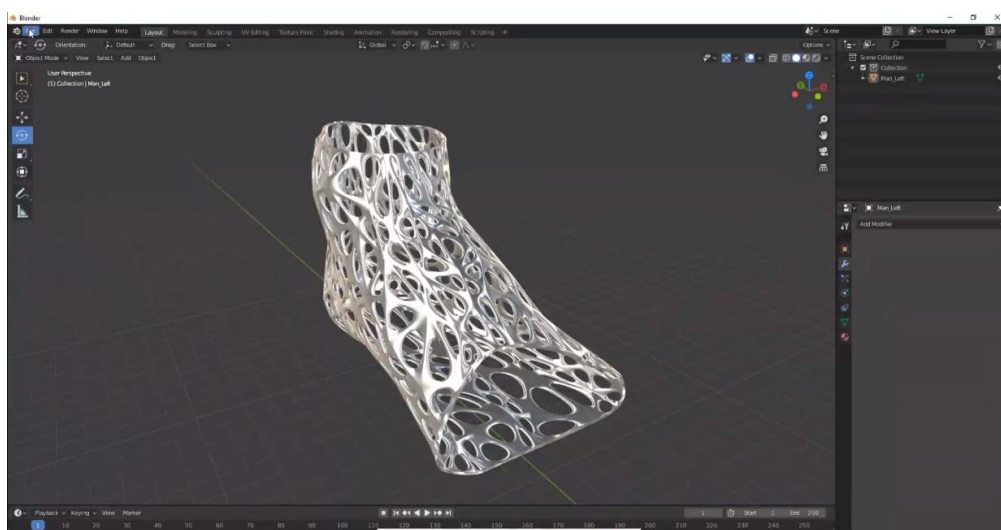


Figura 13: Modelo acabado de férula del grupo

8.2. Archivos de fabricación digital

José Alexis Del Aguila Ramos 1/8 11:36



Man_Left.obj



José Alexis Del Aguila Ramos 1/8 12:13



Girl_Right.obj



Teen_Boy_Left.obj



Teen_Boy_Right.obj



Women_Left.obj



Women_Right.obj

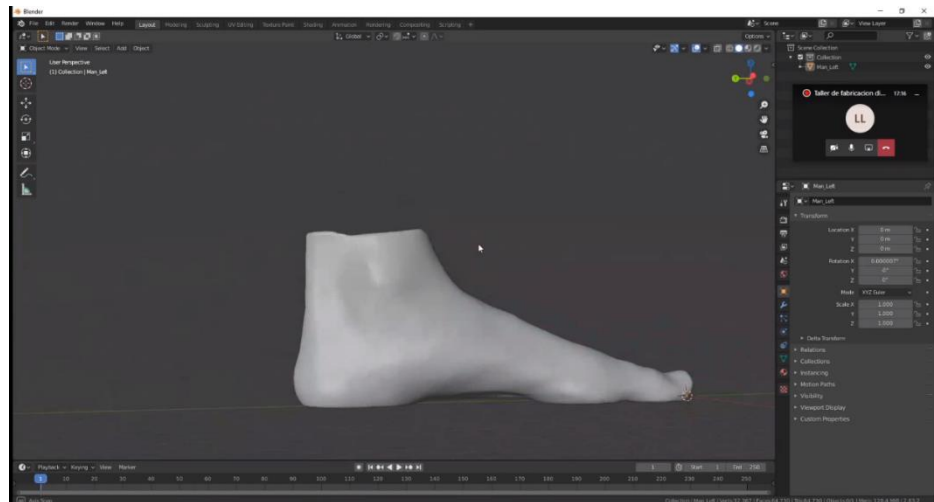


Girl_Left.obj



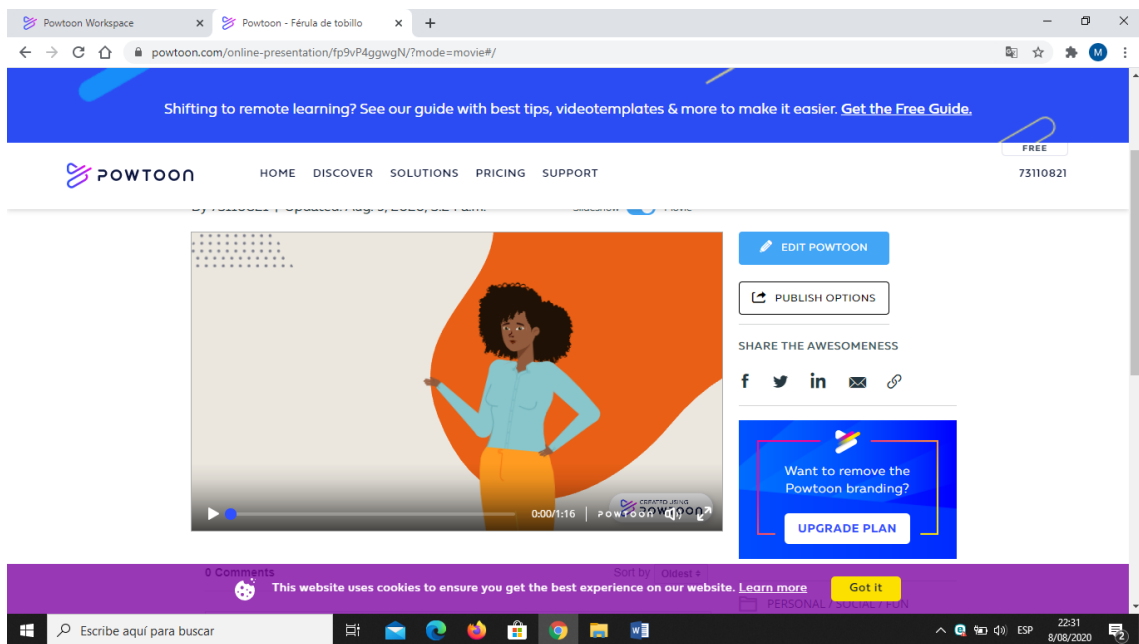
Man_Left.obj





8.3. Video de la presentación del proyecto (SPEECH)

8.3.1. Necesidad Aproximar Beneficios Competidores Hood



LINK: <https://www.powtoon.com/online-presentation/fp9vP4ggwgN/?mode=movie#/>