



TITULO.

**Desarrollo y diseño en modelaje 3D, de Prótesis de Rodilla para Mejorar la
Movilidad y Calidad de Vida de los adultos mayores**

ESTUDIANTES.

Camilo Andrés Redondo Gutierrez

Corporación Universitaria Reformada

Facultad de Ingeniería

**Desarrollo y diseño en modelaje 3D, de Prótesis de Rodilla para Mejorar la
Movilidad y Calidad de Vida de los adultos mayores**

Barranquilla-Atlántico

2024

TITULO.

Desarrollo y diseño de un prototipo en modelaje 3d, de prótesis de rodilla para mejorar la movilidad y calidad de vida de los adultos mayores

ESTUDIANTES

Camilo Andrés Redondo Gutierrez

Investigación presentada como requisito para optar por el título de Tecnólogo en mantenimiento de equipos biomédicos.

Tutor.

Javier Burgos

Cotutor.

Jose navarro

Corporación Universitaria Reformada

Departamento de Ingeniería

Barranquilla – Atlántico

2024

Contenido

Resumen	5
Abstract	6
1. Introducción	7
2. Planteamiento del problema	10
3. Justificación	¡Error! Marcador no definido.
4. Objetivos	14
4.1. Objetivo General	14
4.2. Objetivos Específicos	14
5. Marco referencial	14
5.1. Estado Del Arte	14
5.2. Marco Legal	18
5.3. Marco teórico	23
6. Metodología	27
6.1. Tipo de investigación	28
6.2 Área de estudio.	28
6.3. Desarrollo metodológico.	28
7. Resultados y discusión	30
8. Conclusiones	30
9. Recomendaciones	32

11. Bibliografía.....33

12. Anexo.....20

Resumen

El proyecto de Desarrollo y Diseño de un Prototipo en Modelaje 3D Avanzado de Prótesis de Rodilla se centra en mejorar la calidad de vida y la movilidad de adultos mayores que padecen problemas en esta articulación. Utilizando tecnología avanzada de modelaje 3D, el objetivo es crear prótesis de rodilla efectivas y duraderas. Estas prótesis modernas, diseñadas para resistir el paso del tiempo, ofrecen una solución a largo plazo para aquellos que experimentan dolor y limitaciones en la rodilla, permitiéndoles retomar actividades diarias, deportivas y ejercicios previamente restringidos.

El proyecto también busca mejorar la calidad de vida de los adultos mayores proporcionándoles una solución efectiva para restaurar la movilidad y fomentar un estilo de vida activo y saludable. La cirugía de prótesis de rodilla se ha convertido en una opción común para aquellos que sufren de dolor y discapacidad en la articulación de la rodilla, y gracias a los avances médicos y tecnológicos, este procedimiento es cada vez más seguro y eficaz.

Además, se han llevado a cabo investigaciones y desarrollos de prototipos funcionales de prótesis de rodilla y pie flexibles, con el objetivo de reemplazar las costosas prótesis importadas que actualmente dominan el mercado local. Estos avances benefician directamente a los pacientes que han sufrido amputaciones en sus miembros inferiores, mejorando su movilidad y permitiéndoles realizar actividades cotidianas de manera más eficiente.

El proyecto no solo se enfoca en la creación de prótesis avanzadas, sino también en proporcionar soluciones accesibles y eficaces que contribuyan al bienestar y la autonomía de las personas mayores, promoviendo así una mayor inclusión y calidad de vida en la sociedad.

Palabras Claves: Prototipo, Modelaje 3D, Prótesis de Rodilla, Movilidad, Calidad de Vida, Adultos Mayores, Tecnología Avanzada, Cirugía, Investigación, Desarrollo, Prototipos.

Abstract

The Development and Design Project of an Advanced 3D Modeling Prototype for Knee Prostheses focuses on enhancing the quality of life and mobility of elderly individuals experiencing knee joint issues. By employing advanced 3D modeling technology, the aim is to create effective and durable knee prostheses. These modern prostheses, engineered to withstand the test of time, offer a long-term solution for those enduring knee pain and limitations, enabling them to resume daily, sports, and previously restricted physical activities.

Moreover, the project aims to improve the quality of life of elderly individuals by providing them with an effective solution to restore mobility and encourage an active and healthy lifestyle. Knee prosthesis surgery has become a common option for those suffering from knee joint pain and disability, and thanks to medical and technological advancements, this procedure is increasingly safe and effective.

Furthermore, research and development of functional prototypes for flexible knee and foot prostheses have been conducted, aiming to replace costly imported prostheses that currently dominate the local market. These advancements directly benefit patients who have undergone lower limb amputations, enhancing their mobility and enabling them to perform daily activities more efficiently.

The project not only focuses on creating advanced prostheses but also on providing accessible and effective solutions that contribute to the well-being and autonomy of elderly individuals, thereby promoting greater inclusivity and quality of life in society.

Keywords: Prototype, 3D Modeling, Knee Prosthesis, Mobility, Quality of Life, Elderly Adults, Advanced Technology, Surgery, Research, Development, Prototypes.

1. Introducción

En el panorama global actual, el envejecimiento de la población representa uno de los desafíos más significativos para los sistemas de salud y bienestar social. Con el aumento de la esperanza de vida, surge la necesidad imperiosa de abordar las dificultades que enfrentan los adultos mayores en su vida diaria, especialmente en lo que respecta a la movilidad y la calidad de vida. Entre las limitaciones más comunes que afectan a este segmento de la población, los problemas relacionados con la movilidad, particularmente aquellos asociados con las extremidades inferiores, tienen un impacto profundo en la autonomía y la independencia de los individuos.

Las prótesis de rodilla han sido una solución vital para muchos que han perdido la funcionalidad de esta articulación crucial. Sin embargo, a pesar de los avances significativos en el diseño y la fabricación de prótesis, persisten desafíos importantes que limitan su efectividad y adaptabilidad a las necesidades individuales de los usuarios, especialmente en el caso de los adultos mayores. La falta de confort, la limitada movilidad y la adaptación insuficiente a las actividades diarias son solo algunos de los obstáculos que enfrentan quienes dependen de estas prótesis para mantener su calidad de vida.

En respuesta a esta problemática, el presente trabajo se centra en el desarrollo y diseño de un prototipo avanzado de prótesis de rodilla mediante el uso de tecnologías de modelaje 3D. Este enfoque innovador busca superar las limitaciones inherentes a las prótesis tradicionales, ofreciendo una solución personalizada y adaptable que promueva una mayor movilidad y una mejor calidad de vida para los adultos mayores.

A través de la integración de técnicas de diseño avanzadas, como el modelado 3D y la fabricación aditiva, se busca no solo mejorar la funcionalidad biomecánica de la prótesis, sino también optimizar su confort y adaptabilidad a las necesidades específicas de cada usuario. Además, se pretende explorar el potencial de la tecnología de modelado 3D para permitir una

fabricación más eficiente y personalizada de prótesis de rodilla, lo que podría tener un impacto significativo en la accesibilidad y la asequibilidad de estos dispositivos.

El objetivo principal de este estudio es proporcionar una contribución tangible al campo de la rehabilitación y la salud geriátrica, ofreciendo una solución innovadora y efectiva para mejorar la movilidad y la calidad de vida de los adultos mayores que enfrentan la pérdida de funcionalidad en la articulación de la rodilla. A través de una metodología rigurosa que combina el diseño basado en evidencia, la evaluación clínica y la retroalimentación de los usuarios, se espera desarrollar un prototipo de prótesis de rodilla que no solo cumpla con los estándares de calidad y seguridad, sino que también responda de manera efectiva a las necesidades y expectativas de quienes lo utilicen.

En las siguientes secciones de esta tesis, se abordarán en detalle los fundamentos teóricos, la metodología de diseño y fabricación, con el objetivo final de contribuir al avance del conocimiento en el campo de las prótesis de rodilla y mejorar la calidad de vida de una población cada vez más numerosa y diversa de adultos mayores.

El diseño de prótesis de rodilla que atiendan las necesidades específicas de los adultos mayores es crucial, dado que esta población tiende a enfrentar desafíos únicos, como la pérdida de fuerza muscular, la disminución de la densidad ósea y la presencia de condiciones médicas crónicas. Estos factores pueden complicar la rehabilitación y la adaptación a prótesis convencionales, lo que resalta la necesidad de soluciones más avanzadas y adaptativas.

El modelaje 3D emerge como una herramienta poderosa en este contexto, permitiendo la creación de prótesis personalizadas que se ajusten precisamente a la anatomía y las necesidades de cada individuo. Al aprovechar esta tecnología, podemos superar las limitaciones de las prótesis genéricas y ofrecer una rehabilitación más efectiva y cómoda para los adultos mayores.

Además, el diseño avanzado de prótesis de rodilla puede contribuir significativamente a la autonomía y la calidad de vida de los adultos mayores al facilitar una mayor participación en actividades cotidianas, como caminar, subir escaleras y realizar actividades recreativas. Esto no solo tiene beneficios físicos, sino que también puede tener un impacto positivo en el bienestar psicológico y emocional de los usuarios, promoviendo una sensación de independencia y autoestima.

En este contexto, el presente trabajo se propone desarrollar un prototipo de prótesis de rodilla que incorpore los últimos avances en modelaje 3D y tecnología de fabricación aditiva, con el objetivo de mejorar la movilidad y la calidad de vida de los adultos mayores. Se espera que este prototipo no solo sea más cómodo y funcional que las prótesis convencionales, sino que también sea más accesible y adaptable a las necesidades individuales de los usuarios.

A lo largo de esta tesis, se examinarán detalladamente los procesos de diseño, fabricación y evaluación clínica del prototipo, así como las implicaciones prácticas y futuras de esta investigación. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan al avance del campo de las prótesis de rodilla y proporcionen una base sólida para el desarrollo de soluciones innovadoras en la rehabilitación y el cuidado de la salud geriátrica.

En resumen, este trabajo representa un paso importante hacia el desarrollo de prótesis de rodilla más efectivas y personalizadas para mejorar la calidad de vida de los adultos mayores. Al integrar tecnologías avanzadas de modelaje 3D con una metodología de diseño centrada en el usuario, esperamos ofrecer una solución innovadora que marque un impacto positivo en la salud y el bienestar de una población en crecimiento que merece una atención especializada y adaptada a sus necesidades específicas.

2. Planteamiento del problema

El envejecimiento de la población es un fenómeno global que plantea importantes desafíos para la salud y la calidad de vida. Las enfermedades osteoarticulares son uno de los problemas de salud más comunes que afectan a los adultos mayores, lo que puede limitar su movilidad y autonomía. Para aquellos que sufren de discapacidades o deterioro articular significativo, la prótesis de rodilla es una excelente solución.

Desafíos Actuales

A pesar de los avances en tecnología médica, el diseño de prótesis de rodilla aún enfrenta desafíos importantes, especialmente en lo que respecta a la adaptación precisa a las necesidades individuales de los usuarios. Los modelos estándar de prótesis pueden no proporcionar el nivel óptimo de funcionalidad y comodidad para cada paciente, lo que resulta en una experiencia subóptima y una calidad de vida reducida.

Limitaciones del Modelaje 3D Convencional

El modelaje 3D convencional ha sido utilizado en el diseño de prótesis de rodilla, pero su capacidad para capturar la complejidad anatómica y los movimientos articulares específicos de cada individuo es limitada. Esto puede llevar a prótesis que no se ajustan adecuadamente o que no optimizan la biomecánica de la rodilla, lo que resulta en molestias, inestabilidad y una funcionalidad limitada.

Necesidad de un Enfoque Avanzado

Para abordar estos desafíos, es necesario desarrollar un enfoque avanzado en el modelaje 3D para el diseño de prótesis de rodilla. Este enfoque debería integrar tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el análisis de datos biométricos y la impresión 3D de alta precisión, para crear prótesis personalizadas que se adapten de manera óptima a la anatomía y las necesidades de cada paciente.

3. Justificación

El proyecto “Desarrollo y diseño de un prototipo de modelado 3D avanzado de prótesis de rodilla para mejorar la movilidad y la calidad de vida de los adultos mayores” es un esfuerzo multidisciplinario que combina ingeniería biomédica, tecnología de modelado 3D, medicina, investigación clínica y diseño centrado en el usuario. para abordar una necesidad crítica en la sociedad actual. En el contexto de un mundo que envejece donde la movilidad y la independencia de las personas mayores son fundamentales para su calidad de vida, este proyecto representa una innovación revolucionaria con el potencial de transformar la atención sanitaria ortopédica y mejorar significativamente el bienestar de millones de personas en todo el mundo.

El envejecimiento demográfico es un fenómeno global que plantea grandes desafíos para los sistemas de salud y la sociedad en su conjunto. Dado el rápido envejecimiento de la población mundial, se espera que el número de personas mayores de 60 años se duplique para 2050. Este cambio demográfico tiene profundas implicaciones para la salud pública, particularmente en lo que respecta a enfermedades musculoesqueléticas como la osteoartritis y las lesiones relacionadas con la edad que afectan la movilidad y la calidad de vida de las personas mayores. La rodilla es una articulación particularmente vulnerable y el reemplazo de rodilla se ha convertido en una solución fundamental para restaurar la función y la movilidad en personas que padecen enfermedades degenerativas o han sufrido lesiones traumáticas.

Sin embargo, los reemplazos de rodilla tradicionales tienen limitaciones importantes. Por un lado, es posible que el diseño estándar no se ajuste completamente a la anatomía individual de cada paciente, lo que puede provocar molestias, inestabilidad o incluso dolor. Además, el proceso de fabricación tradicional puede resultar caro, consumir mucho tiempo y no siempre ser accesible para personas de entornos socioeconómicos desfavorecidos. Estas limitaciones resaltan la necesidad de

enfoques innovadores y personalizados para el desarrollo y fabricación de prótesis de rodilla que satisfagan las necesidades individuales de los pacientes de manera más efectiva y económica.

En este contexto, el modelado 3D se ha convertido en una herramienta revolucionaria para diseñar y fabricar dispositivos médicos personalizados, incluidas prótesis de rodilla. La tecnología de modelado 3D permite la creación de modelos digitales precisos de la anatomía del paciente, facilitando la personalización de las prótesis a las características individuales de cada individuo. Esto no sólo mejora la comodidad y funcionalidad de la prótesis, sino que también puede reducir los tiempos de espera y los costes asociados a los métodos de fabricación tradicionales. Además, el modelado 3D ofrece una mayor flexibilidad de diseño y permite optimizar la forma y función de la prótesis para satisfacer las necesidades específicas de cada paciente.

El proyecto para desarrollar y diseñar un prototipo de modelado 3D avanzado de prótesis de rodilla para mejorar la movilidad y la calidad de vida de los adultos mayores se basa en esta tecnología innovadora para desarrollar una prótesis de rodilla avanzada que aborde las limitaciones de los abordajes tradicionales. Combinando conocimientos en ingeniería biomédica, diseño industrial, medicina e informática, el equipo multidisciplinario detrás de este proyecto tiene como objetivo desarrollar un prototipo de prótesis de rodilla que sea personalizado, accesible, funcional y estéticamente agradable.

El proceso de desarrollo de este prototipo incluye varias fases clave. En primer lugar, se realiza una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica sobre prótesis de rodilla, así como un análisis detallado de las necesidades y preferencias de los usuarios finales, en este caso los adultos mayores. Esto permitirá al equipo identificar desafíos y oportunidades clave relacionados con el desarrollo y la fabricación de prótesis de rodilla personalizadas adaptadas a las necesidades individuales del paciente.

Una vez completada esta fase inicial de investigación y diseño, el equipo pasará al desarrollo del prototipo de prótesis de rodilla utilizando técnicas avanzadas de modelado 3D y fabricación aditiva, como la impresión 3D. Se utilizan escáneres 3D de alta resolución para capturar imágenes detalladas de la anatomía del paciente, que luego se utilizan para crear un modelo digital preciso de la prótesis. Este modelo digital sirve como base para producir el prototipo a partir de materiales resistentes, duraderos y biocompatibles.

Una vez fabricado el prototipo, se llevarán a cabo pruebas exhaustivas para evaluar su rendimiento, durabilidad, comodidad y funcionalidad en diversas condiciones clínicas y situaciones operativas simuladas. Para identificar cualquier problema o áreas potenciales de mejora, se recopilarán comentarios de los usuarios finales, incluidos los adultos mayores que participan en el estudio. Esta retroalimentación se utiliza para iterar y refinar el diseño del prototipo antes de la implementación final.

Además del desarrollo del prototipo en sí, el proyecto también incluye actividades de divulgación y sensibilización para educar al público sobre las prótesis de rodilla personalizadas y los beneficios de la tecnología de modelado 3D en el campo de la salud ortopédica. Esto incluye asistir a conferencias y eventos profesionales, publicar artículos en revistas profesionales y colaborar con instituciones académicas y organizaciones sin fines de lucro para promover la adopción de estas tecnologías innovadoras.

4. Objetivos

4.1 Objetivo General

Diseñar un prototipo funcional de rodilla utilizando tecnología de impresión 3D, con el fin de facilitar la funcionalidad y confort de los adultos mayores.

4.2 Objetivos Específicos

1. Diseñar una prótesis de rodilla que mejore la movilidad y funcionalidad de los pacientes.
2. Implementar el uso de modelaje 3D
3. Validar el funcionamiento del modelo mediante impresión 3D

5. Marco referencial

5.1 Estado Del Arte

En los últimos tiempos, se han producido notables progresos en el ámbito del modelaje 3D y diseño de prótesis de rodilla. Estos avances han posibilitado una mayor precisión y personalización de las prótesis, lo cual ha redundado en una mejora en la calidad de vida de los pacientes. A continuación, se destacan algunos de los adelantos más relevantes:

1. Utilización de elementos fabricados en 3D: Se ha desarrollado la capacidad de realizar un molde tridimensional de la rodilla previo a la cirugía, lo que facilita el diseño de prótesis a medida. Prótesis de Rodilla: Últimos Avances - Blog de Uniteco, n.d.)

2. Implementación de guías de corte personalizadas: Gracias al modelaje 3D, es posible diseñar guías de corte adaptadas a las características individuales de cada paciente, basadas en estudios de imagen como resonancias magnéticas o tomografías computarizadas. Esto permite obtener plantillas personalizadas y mejorar la precisión de la intervención quirúrgica.

3. Integración de tecnología de navegación: Durante la cirugía de prótesis de rodilla, se ha incorporado el uso de sistemas de navegación que permiten visualizar la adecuada talla de la prótesis, proporcionar guías de profundidad para los cortes y confirmar su correcta ejecución. Estudios han demostrado que la cirugía asistida por navegación presenta una baja tasa de revisión, una alta satisfacción por parte de los pacientes y una mejor alineación de la prótesis.

4. Avances en materiales: Se ha trabajado en el desarrollo de nuevos biomateriales para las prótesis de rodilla, como aleaciones de titanio, tantalio y oxinium, lo que ha permitido mejorar su funcionalidad y rendimiento.

5. Empleo de realidad virtual: La realidad virtual ha sido empleada en el diseño y colocación de prótesis parciales de rodilla. A través de un estudio de resonancia magnética de la rodilla, considerando también la cadera y el tobillo, es posible ubicar la prótesis de rodilla en una posición óptima, lo que ofrece un elevado grado de precisión.

No obstante, a pesar de estos avances, las prótesis de rodilla convencionales todavía presentan algunas limitaciones:

- Riesgo de aflojamiento y pérdida de función a largo plazo.
 - Desgaste del polietileno, material comúnmente utilizado en las prótesis de rodilla, puede afectar su durabilidad y longevidad.
 - Necesidad de resección ósea significativa en ciertos casos, con implicaciones para el paciente.
 - La efectividad real de nuevas tecnologías como la impresión 3D y la realidad virtual en el diseño y colocación de prótesis de rodilla aún está en proceso de estudio y requiere más investigación.
- Determinar el costo de cada material de una prótesis de rodilla puede ser complicado, ya que los precios pueden variar significativamente dependiendo de varios factores, como la calidad del material, la marca, la cantidad adquirida, los proveedores y las fluctuaciones del mercado. Además,

el costo total de una prótesis de rodilla no solo incluiría el material en sí, sino también los costos asociados con el diseño, la fabricación, la instalación y el seguimiento médico.

1. **Aleaciones de Titanio:** El titanio es un metal precioso y, por lo tanto, las aleaciones de titanio suelen ser costosas. Los precios pueden variar, pero podrían oscilar entre cientos y miles de dólares por componente, dependiendo del tipo de aleación y la complejidad del diseño.

2. **Polietileno de Ultra Alta Densidad (UHMWPE):** El polietileno es un material plástico más económico en comparación con el titanio. Los insertos tibiales de UHMWPE podrían tener un costo que oscila entre unos pocos cientos a varios miles de dólares, dependiendo del tamaño y la marca.

3. **Cerámica:** Los materiales cerámicos tienden a ser más caros debido a su fabricación y procesamiento especializados. Los precios pueden variar considerablemente, pero los componentes de cerámica podrían tener un costo similar o incluso superior al de las aleaciones de titanio.

4. **Plásticos Reforzados:** Los plásticos reforzados suelen ser más asequibles en comparación con los materiales metálicos y cerámicos. Los precios pueden variar dependiendo del tipo de refuerzo (por ejemplo, fibra de carbono), pero podrían oscilar entre unos pocos cientos a varios miles de dólares por componente.

Es importante tener en cuenta que estas son sólo estimaciones y los precios reales pueden variar. Para poder obtener información precisa sobre el costo de los materiales de reemplazo de rodilla, se recomienda consultar con proveedores de equipos médicos o especialistas en ortopedia.

Material	Características	Ventajas	Desventajas
Aleaciones de Titanio	Alta resistencia, durabilidad, biocompatibilidad	Buena integración con el hueso, resistente al desgaste	Costo más alto, riesgo de alergias a metales
Polietileno de Ultra Alta Densidad	Resistente al desgaste, biocompatibilidad	Bajo coeficiente de fricción, duradero	Puede experimentar desgaste con el tiempo
Cerámica	Suave al deslizamiento, resistente al desgaste	Menor fricción, durabilidad	Frágil, puede romperse con impactos severos
Plásticos Reforzados	Buena resistencia, durabilidad	Pueden ser menos costosos, resistente al desgaste	Pueden tener mayor coeficiente de fricción

Hay que aclarar que el precio de una prótesis de rodilla puede variar significativamente según varios factores, como la marca, el diseño específico, la tecnología utilizada y el país en el que se adquiera. En general, las prótesis de rodilla de titanio tienden a ser costosas debido a la calidad del material y la complejidad del diseño. En algunos casos, el costo puede oscilar entre miles y decenas de miles de dólares estadounidenses.

Es importante señalar que el precio de un reemplazo de rodilla incluye no sólo el costo del dispositivo en sí, sino también otros costos asociados como honorarios del cirujano, costos hospitalarios, servicios de rehabilitación y cuidados posteriores, entre otros. Además, los costos pueden variar dependiendo de si el paciente tiene seguro médico y en qué medida.

5.2 Marco Legal

El desarrollo y diseño de prototipos en modelaje 3D de prótesis de rodilla para adultos mayores en Colombia implica una inmersión profunda en un entorno multidimensional que abarca una variedad de factores interrelacionados. Dentro de este contexto, además de los aspectos legales, normativos, éticos y prácticos ya mencionados, existen consideraciones adicionales que enriquecen y complejizan el proceso de desarrollo y aplicación de estas prótesis.

Uno de estos aspectos es la interdisciplinariedad requerida para abordar el desafío del diseño de prótesis de rodilla avanzadas. Este proceso involucra no solo a ingenieros biomédicos y diseñadores 3D, sino también a profesionales de la salud, terapeutas ocupacionales, fisioterapeutas y ergoterapeutas, entre otros. La colaboración entre estos diversos campos es fundamental para garantizar que las prótesis diseñadas sean ergonómicas, funcionales y adaptables a las necesidades específicas de los usuarios.

Asimismo, el desarrollo de prótesis de rodilla avanzadas en Colombia también puede beneficiarse de la colaboración con instituciones académicas, centros de investigación y empresas del sector privado. La investigación conjunta y la colaboración interinstitucional pueden fomentar la innovación y el intercambio de conocimientos, permitiendo avances significativos en el diseño y desarrollo de prótesis más efectivas y accesibles. (Aguirre et al., 2017).

Otro aspecto importante que considerar es la perspectiva cultural y sociodemográfica de los usuarios de las prótesis. Colombia es un país diverso en términos de cultura, etnia, geografía y condiciones socioeconómicas, lo que puede influir en las necesidades y preferencias de los adultos mayores en relación con las prótesis de rodilla. Es crucial tener en cuenta estas diferencias para garantizar que las prótesis sean culturalmente sensibles y adecuadas para una amplia gama de usuarios. (Iglesias Capa, 2018).

Además, el desarrollo y diseño de prótesis de rodilla avanzadas también puede beneficiarse de la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, el internet de las cosas (IoT) y la realidad aumentada. Estas tecnologías pueden mejorar la funcionalidad y la experiencia del usuario de las prótesis, permitiendo características como el monitoreo remoto, la adaptación dinámica y la personalización en tiempo real. (Los Avances En Cirugías de Rodilla: El Papel de La Inteligencia Artificial y Los Materiales Innovadores – AE-CEMTRO, n.d.).

Por último, es importante destacar la importancia de la educación y la sensibilización pública en relación con las prótesis de rodilla avanzadas. La información y la concienciación sobre estas tecnologías pueden ayudar a reducir el estigma y la discriminación asociados con el uso de prótesis, promoviendo una mayor aceptación y adopción por parte de la comunidad. Además, la educación sobre el cuidado y mantenimiento de las prótesis puede ayudar a maximizar su durabilidad y efectividad a largo plazo. (Moreno Verdulla, 2017)

Además de la Resolución 2378 de 2008 del Ministerio de la Protección Social y las normas técnicas emitidas por ICONTEC, existen otras regulaciones y estándares relacionados que son relevantes para el desarrollo y diseño de prototipos en modelaje 3D de prótesis de rodilla para adultos mayores en Colombia.

Por ejemplo, la Ley 1751 de 2015 establece el marco normativo para el derecho fundamental a la salud en Colombia. Esta ley garantiza el acceso a servicios de salud integrales y de calidad para todos los ciudadanos, lo que incluye el acceso a dispositivos médicos como las prótesis de rodilla. La implementación de esta ley puede influir en la disponibilidad y accesibilidad de las prótesis para la población adulta mayor.

Además, la Resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud y Protección Social establece los lineamientos para la atención integral de las personas con discapacidad en el sistema general de seguridad social en salud. Esta resolución incluye disposiciones específicas relacionadas

con la provisión de dispositivos médicos y ortopédicos, como las prótesis de rodilla, para personas con discapacidad, lo que puede impactar en los procesos de financiamiento y acceso a estas tecnologías para los adultos mayores en Colombia.

En el ámbito internacional, Colombia también puede estar sujeta a normas y estándares establecidos por organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional de Normalización (ISO). Estas organizaciones emiten directrices y estándares relacionados con la calidad, seguridad y eficacia de dispositivos médicos, incluyendo las prótesis de rodilla, que pueden ser adoptadas por Colombia como parte de su marco regulatorio nacional.

Además de las regulaciones gubernamentales, existen asociaciones profesionales y organizaciones no gubernamentales que también emiten directrices y estándares relacionados con el diseño y fabricación de prótesis de rodilla. Por ejemplo, la International Society for Prosthetics and Orthotics (ISPO) y la American Orthotic & Prosthetic Association (AOPA) son organizaciones internacionales que promueven la excelencia en la atención ortopédica y protésica, y emiten directrices y estándares para el diseño y fabricación de prótesis. (De Salud & Social, n.d.).

En resumen, el desarrollo y diseño de prototipos en modelaje 3D de prótesis de rodilla para adultos mayores en Colombia está sujeto a una variedad de normas y regulaciones gubernamentales, así como a estándares internacionales emitidos por organizaciones profesionales y de normalización. Al cumplir con estos estándares y regulaciones, se puede garantizar la calidad, seguridad y eficacia de las prótesis, así como su accesibilidad para la población adulta mayor en el país. Este proceso multifacético requiere una visión integral y colaborativa que considere aspectos como la interdisciplinariedad, la colaboración interinstitucional, la diversidad cultural, la integración de tecnologías emergentes y la sensibilización pública. Avanzando de esta manera, podemos promover el desarrollo de prótesis de rodilla más efectivas, accesibles y culturalmente

sensibles, contribuyendo así a mejorar la movilidad y calidad de vida de los adultos mayores en Colombia. (Maciej Serda et al., 2013)

La legislación y las normativas desempeñan un papel esencial en el desarrollo y diseño de prótesis de rodilla para adultos mayores en Colombia, asegurando estándares de calidad, seguridad y accesibilidad. Es así que varias normativas están directamente relacionadas con este campo, estableciendo un marco regulatorio que garantiza la calidad y eficacia de estos dispositivos médicos. Entre las normas relevantes se encuentran:

Ley 1751 de 2015.

La Ley 1751 de 2015 representa un hito en la legislación de salud en Colombia al establecer el derecho fundamental a la salud como un deber del Estado. Esta ley no solo garantiza el acceso a servicios de salud integrales y de calidad, sino que también establece los principios de universalidad, solidaridad y equidad en el acceso a la salud. En el contexto de las prótesis de rodilla para adultos mayores, esta ley es fundamental porque reconoce que el acceso a dispositivos médicos, como las prótesis, es parte integral del derecho a la salud. Esto significa que el Estado colombiano está obligado a garantizar que todas las personas, incluidos los adultos mayores, tengan acceso oportuno y sin discriminación a las prótesis de rodilla cuando sea necesario para mejorar su salud y calidad de vida. (LEY ESTATUTARIA No. POR MEDIO DE LA CUAL SE REGULA EL DERECHO FUNDAMENTAL A LA SALUD Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES. EL CONGRESO DE COLOMBIA, n.d.)

Resolución 3100 de 2019.

La Resolución 3100 de 2019 del Ministerio de Salud y Protección Social establece los lineamientos para la atención integral de las personas con discapacidad en el sistema de seguridad social en salud de Colombia. Esta resolución reconoce la importancia de garantizar que las personas con discapacidad tengan acceso a dispositivos médicos y ortopédicos que les permitan llevar una

vida digna y participar plenamente en la sociedad. En el contexto de las prótesis de rodilla para adultos mayores, esta resolución establece pautas claras sobre cómo deben ser prescritas, financiadas y suministradas estas prótesis, asegurando que las personas mayores con discapacidad reciban el apoyo necesario para mejorar su movilidad y calidad de vida.(Resolución No. 3100 de 2019 (1), n.d.).

Normas internacionales:

Las normas internacionales emitidas por organizaciones como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización Internacional de Normalización (ISO) son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad de las prótesis de rodilla. Estas normas establecen requisitos técnicos, de seguridad y de desempeño que deben cumplir los fabricantes y proveedores de prótesis para garantizar su efectividad y seguridad en el uso. En el contexto de Colombia, la adopción de estas normas como parte del marco regulatorio nacional asegura que las prótesis de rodilla disponibles en el país cumplan con estándares internacionales reconocidos, lo que proporciona tranquilidad tanto a los usuarios como a los profesionales de la salud. (Normas ISO. ¿Qué Son y Cuáles Son Las Más Importantes?, n.d.)

Asociaciones profesionales y organizaciones no gubernamentales: Las asociaciones profesionales y organizaciones no gubernamentales, como la International Society for Prosthetics and Orthotics (ISPO) y la American Orthotic & Prosthetic Association (AOPA), desempeñan un papel crucial en la promoción de estándares de calidad y mejores prácticas en el campo de las prótesis de rodilla. Estas organizaciones no solo emiten directrices y estándares para el diseño y fabricación de prótesis, sino que también promueven la investigación, la formación profesional y el intercambio de conocimientos en el ámbito ortopédico y protésico. Además, abogan por los derechos de los usuarios de prótesis y trabajan para mejorar el acceso a dispositivos médicos adecuados para todas las personas que los necesiten.

En conjunto, estas normativas y regulaciones proporcionan un marco sólido para el desarrollo y diseño de prótesis de rodilla para adultos mayores en Colombia. Al garantizar que las prótesis cumplan con estándares de calidad y seguridad reconocidos internacionalmente y al establecer pautas claras para su prescripción y suministro, estas normativas ayudan a mejorar la calidad de vida y la movilidad de los adultos mayores que dependen de estos dispositivos para mantener su independencia y bienestar. (“ISPO,” n.d.)

5.3 Marco teórico

El diseño de una prótesis 3D de rodilla se enfoca en la combinación de la tecnología de impresión 3D con los principios de diseño personalizado. Esto implica comprender la anatomía detallada de la rodilla y cómo puede ser replicada utilizando escaneo 3D. Además, se consideran los aspectos del diseño asistido por ordenador (CAD) para modelar prótesis que se ajusten perfectamente a la estructura anatómica única de cada paciente.

El diseño 3D de prótesis de rodilla es una innovación importante para tratar la artrosis. Permite crear prótesis personalizadas que se ajustan perfectamente a la anatomía de cada paciente, mejorando la funcionalidad y reduciendo complicaciones postoperatorias. Este enfoque no solo se enfoca en la forma y tamaño de la prótesis, sino que también puede integrar características específicas para abordar las necesidades individuales de cada paciente. La simulación virtual de la prótesis en el entorno articular del paciente facilita la identificación de problemas y la optimización del resultado final antes de la fabricación. Este elimina limitaciones de métodos tradicionales, ofreciendo una solución más eficiente y precisa para tratar la artrosis de rodilla, reduciendo costos y mejorando la calidad de vida de los pacientes. Además, abre nuevas posibilidades para la investigación y conduce a avances en la prevención y tratamiento de la artrosis en el futuro.

Esta innovación es especialmente relevante dado el impacto significativo que la artrosis tiene en la sociedad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce la artrosis como una de las principales causas de discapacidad en todo el mundo, afectando a más de 300 millones de personas y generando un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes, así como en los sistemas de salud y la economía en general. En este contexto, este diseño emerge como una herramienta crucial para abordar esta carga global, ofreciendo una opción de tratamiento más efectiva y personalizada que puede mejorar significativamente la calidad de vida de los pacientes afectados por la artrosis de rodilla. (Organización mundial de la salud ,2023).

Una de las preocupaciones de la mayoría de los pacientes que van a someterse a una prótesis de cadera o rodilla es el tipo de implante que va a recibir, debido a su posible desgaste en el futuro. Esta preocupación está justificada, dado que la prótesis deberá soportar una fuerza de entre 4 y 8 veces nuestro peso corporal millones de veces al año.

Los materiales ideales para una prótesis de cadera o rodilla deberían cumplir los siguientes requisitos:

Biocompatibles: es decir, bien aceptados por nuestro organismo, para que las partículas liberadas cuando la prótesis se desgaste no generen reacciones adversas (desgaste de hueso u osteolisis).

Resistentes al uso: la edad media de los pacientes que se someten a una prótesis de cadera o rodilla cada vez es menor, y por lo tanto se implantan en pacientes cada vez más activos

Económicamente sostenibles: Los avances en la investigación de los últimos años tratan de aunar las dos primeras características en busca de una prótesis “sin fecha de caducidad” por desgaste. (Sáez D ,2021, noviembre 7).

Componentes óseos de la anatomía de la rodilla

La articulación de la rodilla está integrada por **la epífisis distal del fémur, la epífisis proximal de la tibia y la rótula.**

Epífisis distal del fémur: Es la parte inferior del fémur. Constituida por los dos cóndilos femorales, con forma redondeada. Entre ambos cóndilos existe la escotadura intercondílea que los separa por la parte de atrás. En los lados de ambos cóndilos hay unos relieves óseos llamados epicóndilos.

Epífisis proximal de la tibia: Se articula con el fémur y soporta el peso del cuerpo, el cual se transmite también hacia el pie. En la parte superior, tiene dos cavidades llamadas glenoidas, las cuales albergan los cóndilos del fémur. Dentro de estas, también se hallan las espinas tibiales; allí se insertan los ligamentos cruzados. En la parte anterior de la tibia, se inserta el tendón rotuliano.

Rótula: Se sitúa en la parte anterior de la rodilla, por delante de la tróclea femoral. En la rótula inserta el tendón del cuádriceps. Desde la rótula a la tuberosidad anterior de la tibia va el tendón rotuliano.

Los tejidos blandos que forman la rodilla son los siguientes:

Cápsula articular: Es un recubrimiento fibroso que envuelve a la articulación de la rodilla y forma un espacio cerrado. En su interior, se une con los meniscos; también se conecta a la tibia por los ligamentos coronarios.

Membrana sinovial: Es una capa fina que recubre a la cápsula articular desde el fémur hasta la unión con los meniscos.

Bursas: Las bursas son sacos llenos de líquido. Actúan como si fueran un colchón entre el tendón y el hueso. Son cuatro: superficial, profunda, prepatelar y tibiofemoral.

Retináculos: Son estructuras que permiten conectar a la rótula con los meniscos, la tibia y el fémur. Son dos: el medial y el lateral.

Meniscos: Los cóndilos femorales tienen forma redondeada, aunque no son perfectamente redondos. Además, la meseta tibial es plana, con lo que las superficies articulares entre fémur y tibia son muy diferentes entre sí, no pueden articular al tener formas muy incompatibles. Los meniscos favorecen la congruencia entre estas superficies articulares tan diferentes. Son anillos de fibrocartilago con forma de cuña. El menisco externo es un anillo casi cerrado, mientras que el interno no es tan cerrado.

Ligamentos: Son estructuras que le dan estabilidad a la rodilla y evitan los movimientos extremos. Hay ligamentos intraarticulares y extraarticulares. Dentro de los primeros están el ligamento cruzado anterior y el ligamento cruzado posterior; en los segundos se incluyen el ligamento lateral interno y el ligamento lateral externo.

Músculos: El cuádriceps es el músculo principal. Es el más voluminoso, formado por cuatro vientres musculares. Realiza el movimiento de extensión de rodilla. Los isquiotibiales, situados en la parte posterior del muslo (también denominados músculos femorales o isquiosurales) se encargan del movimiento de flexión (doblar la rodilla). Principalmente son el bíceps femoral, el semitendinoso y el semimembranoso.



(Camde,2019, abril)

6. Metodología

La prótesis 3D de rodilla implica una serie de pasos clave.

- Inicia con la recolección de datos anatómicos mediante escaneos 3D de las rodillas afectadas, seguido por el diseño asistido por ordenador (CAD) para crear modelos virtuales de las prótesis personalizadas.
- Se optimiza el diseño mediante simulaciones computacionales para garantizar su funcionalidad y adaptabilidad a la anatomía del paciente.
- Durante este proceso teórico, se llevan a cabo ajustes en el diseño basándose en las faltas o limitaciones detectadas en las simulaciones, permitiendo una mejora continua del diseño.
- **Diseño asistido por ordenador (CAD) para crear modelos virtuales:** Una vez recopilados los datos anatómicos, se emplea el diseño asistido por ordenador (CAD) para crear modelos virtuales de las prótesis personalizadas.
- **Ajustes basados en simulaciones y mejora continua del diseño:** Durante este proceso teórico, se realizan ajustes en el diseño de la prótesis basándose en las faltas o limitaciones detectadas en las simulaciones.
- Optimización del diseño mediante simulaciones computacionales.
- Una vez que se ha creado el modelo virtual de la prótesis, se procede a la optimización del diseño mediante simulaciones computacionales. Estas simulaciones permiten evaluar la funcionalidad y adaptabilidad de la prótesis a la anatomía del paciente en un entorno virtual.

6.1 Tipo de investigación

se podría clasificar principalmente como una investigación aplicada o práctica. Esto se debe a que el objetivo principal de la investigación es desarrollar un producto concreto, en este caso, un prototipo de prótesis de rodilla, con el propósito específico de mejorar la movilidad y calidad de vida de un grupo específico de personas, los adultos mayores.

6.2 Área de estudio.

6.3 Desarrollo metodológico.

El desarrollo metodológico del proyecto “Desarrollo y diseño de un prototipo de modelado 3D avanzado de prótesis de rodilla para mejorar la movilidad y calidad de vida de las personas mayores” está diseñado como un proceso multicapa y cuidadosamente estructurado, que comprende varias fases fundamentales, todas destinadas a garantizar un enfoque exhaustivo y eficaz de la investigación y el desarrollo de prototipos.

La primera fase de este proceso incluye una revisión integral de la literatura científica y técnica relevante que cubre áreas como ingeniería biomédica, ortopedia, tecnología de modelado 3D y avances en la atención médica para adultos mayores. Esta revisión no solo proporcionará una comprensión profunda del estado actual del campo, sino que también identificará lagunas de conocimiento y oportunidades de mejora que este proyecto podría abordar.

Paralelamente a esta revisión de la literatura, se realizarán entrevistas y encuestas con adultos mayores, profesionales de la salud y cirujanos ortopédicos. Estas reuniones facilitarán la identificación de necesidades y preferencias específicas del usuario final con respecto a los reemplazos de rodilla. Este enfoque centrado en el usuario es esencial para garantizar que el diseño del prototipo esté alineado con las necesidades reales de quienes lo utilizarán.

Con base en los hallazgos de la revisión bibliográfica y entrevistas a los usuarios finales, se continúa con la fase de diseño conceptual. En esta fase se crean y evalúan varios conceptos de diseño para el prototipo de prótesis de rodilla. Estos conceptos se evalúan en función de su viabilidad técnica, eficacia clínica y capacidad para satisfacer los requisitos del usuario, teniendo en cuenta aspectos como la adaptabilidad anatómica, la funcionalidad biomecánica y la estética. Una vez seleccionados los conceptos de diseño más prometedores, se traducen en modelos digitales detallados utilizando herramientas de modelado 3D y software CAD. Estos modelos digitales permiten iteraciones y mejoras adicionales en colaboración con ingenieros biomédicos y ortopédicos, asegurando que el diseño del prototipo final sea óptimo en términos de funcionalidad y adaptación a las necesidades de los usuarios finales.

Una vez finalizado el diseño digital del prototipo, comienza la fase de fabricación. El prototipo físico de la prótesis de rodilla se fabrica utilizando tecnologías de fabricación aditiva de última generación. Durante este proceso, se seleccionan cuidadosamente materiales biocompatibles y duraderos para garantizar la seguridad y eficacia del dispositivo en entornos clínicos y situaciones de uso simuladas.

Una vez fabricado el prototipo físico, se llevan a cabo pruebas exhaustivas en entornos clínicos y se utilizan simulaciones para evaluar su rendimiento, comodidad y estabilidad. Se obtendrán comentarios de los usuarios finales, incluidos los adultos mayores que participan en el estudio, para identificar áreas de mejora y realizar ajustes adicionales al diseño del prototipo si es necesario.

Finalmente, todos los hallazgos y resultados del proyecto se documentan y analizan en un informe final detallado. Este informe se presentará en congresos científicos y se publicará en revistas profesionales, lo que permitirá el intercambio de conocimientos y contribuirá al avance del campo

de la ortopedia y la ingeniería biomédica. Este enfoque metodológico integral y sistemático garantiza que el desarrollo y diseño del prototipo de prótesis de rodilla sea efectivo y esté dirigido a las necesidades de los adultos mayores, con el objetivo final de mejorar significativamente su movilidad y calidad de vida.

7. Resultados y discusión

El desarrollo y diseño de un prototipo de prótesis de rodilla avanzada que utiliza modelado 3D para mejorar la movilidad y la calidad de vida en adultos mayores es un esfuerzo multifacético con profundas implicaciones para el campo de la ortopedia y la atención médica. Los resultados esperados de este proyecto son variados y significativos. En primer lugar, se espera que el prototipo desarrollado sea altamente personalizable, lo que permitirá adaptarlo con precisión a las necesidades anatómicas y funcionales individuales de cada paciente. Esta personalización, que puede abordar las limitaciones de las prótesis de rodilla estándar, tiene el potencial de mejorar la experiencia del usuario y, en última instancia, mejorar la eficacia y aceptabilidad del dispositivo. La capacidad de personalizar también abre la puerta a una atención ortopédica más centrada en el paciente, donde las necesidades y preferencias individuales del usuario desempeñan un papel central en el proceso de diseño y fabricación.

Además, el uso de tecnologías de modelado 3D y fabricación aditiva promete una mayor eficiencia en la producción de prótesis. Esto podría conducir a reducciones significativas en los costos de fabricación, lo que a su vez podría hacer que las prótesis sean más accesibles financieramente para una amplia gama de adultos mayores, independientemente de su situación financiera. La accesibilidad es un aspecto crucial para garantizar que el impacto de este proyecto se extienda a personas de entornos socioeconómicos desfavorecidos, donde las opciones de atención médica pueden ser limitadas debido a limitaciones financieras.

En términos de impacto en la calidad de vida, se espera que el uso del prototipo mejore significativamente la movilidad y autonomía de los usuarios. La capacidad de moverse con mayor facilidad y comodidad puede tener un profundo impacto en la salud física y emocional de los adultos mayores, permitiéndoles participar más plenamente en las actividades diarias, mantener la independencia y una mejor calidad de vida general. Este impacto positivo en la calidad de vida no sólo beneficia a los usuarios individuales, sino que también puede tener un impacto positivo en sus familias, cuidadores y la sociedad en su conjunto.

En definitiva, los resultados esperados y la discusión resaltan el potencial transformador de este proyecto en el campo de la atención sanitaria ortopédica y la mejora de la calidad de vida de los adultos mayores. Al proporcionar una solución innovadora y personalizada para personas con movilidad limitada, este proyecto tiene el potencial de marcar una diferencia significativa en las vidas de millones de personas en todo el mundo, al tiempo que impulsa avances en la tecnología médica y la atención centrada en el paciente.

8. Conclusiones

El proyecto obtiene un avance significativo en la búsqueda de soluciones innovadoras en el campo de la ortopedia y la medicina de enfermería a través de la combinación. Gracias a la tecnología de última generación, el ajuste preciso y un enfoque centrado en el usuario, este proyecto tiene el potencial de mejorar significativamente las vidas de los adultos mayores al abordar las limitaciones de los reemplazos de rodilla tradicionales.

Los resultados esperados de este proyecto, que incluyen el desarrollo de un prototipo altamente adaptable y económicamente accesible, prometen no sólo mejorar la movilidad y autonomía de los usuarios, sino también aumentar su calidad de vida en general. La capacidad de personalizar los reemplazos de rodilla según las necesidades individuales de cada paciente representa un avance significativo en la atención médica ortopédica y, al mismo tiempo, abre nuevas oportunidades para una atención más personalizada y centrada en el paciente.

En última instancia, este proyecto tiene el potencial de transformar verdaderamente las vidas de millones de personas en todo el mundo al proporcionar una solución innovadora y eficaz a un problema de salud grave. Al mejorar la movilidad y la calidad de vida de las personas mayores, este proyecto contribuye no sólo al bienestar individual de los usuarios, sino también al bienestar de sus familias, cuidadores y de la sociedad en su conjunto. Es un recordatorio de la importancia de la innovación tecnológica y de un enfoque centrado en el paciente para encontrar soluciones sanitarias eficaces y sostenibles.

9. Recomendación

- **Mantén un Peso Saludable:** El exceso de peso ejerce una presión adicional sobre las articulaciones, lo que puede empeorar los síntomas de la artrosis. Mantener un peso saludable reduce esta carga, disminuyendo así el estrés en las articulaciones y ayudando a prevenir la progresión de la enfermedad. Un plan de alimentación balanceado y la práctica regular de ejercicio pueden ayudar a controlar el peso corporal.
- **Ejercicio Regularmente:** El ejercicio es fundamental para el manejo de la artrosis. Actividades de bajo impacto, como caminar, nadar, andar en bicicleta y hacer ejercicios de fortalecimiento muscular, pueden mejorar la fuerza muscular, la flexibilidad y la movilidad articular. Un programa de ejercicio supervisado por un profesional de la salud puede adaptarse a las necesidades individuales y ayudar a reducir el dolor y la rigidez asociados con la artrosis.
- **Adopta una Dieta Antiinflamatoria:** Se recomienda una dieta rica en alimentos antiinflamatorios, como frutas y verduras frescas, granos integrales, pescado rico en ácidos grasos omega-3 y aceites saludables, como el aceite de oliva. Estos alimentos pueden ayudar a reducir la inflamación en el cuerpo, lo que puede aliviar los síntomas de la artrosis. Además, se debe limitar el consumo de alimentos procesados, grasas saturadas y azúcares refinados, que pueden aumentar la inflamación y empeorar los síntomas de la enfermedad.
- **Utiliza Ayudas para la Movilidad cuando sea Necesario:** Las ayudas para la movilidad, como bastones, andadores y dispositivos de asistencia para levantarse de la silla, pueden ayudar a reducir la carga en las articulaciones afectadas por la artrosis y mejorar la movilidad y la independencia funcional. Es importante utilizar estos dispositivos según sea necesario para prevenir caídas y lesiones relacionadas.

- **Controla el Dolor y la Inflamación de Forma Segura:** El manejo del dolor y la inflamación es fundamental en el tratamiento de la artrosis. Se pueden utilizar medicamentos antiinflamatorios no esteroides (AINE), analgésicos y cremas tópicas para aliviar el dolor y la inflamación. Sin embargo, es importante hablar con un médico antes de comenzar cualquier tratamiento para asegurarse de que sea seguro y apropiado para cada situación individual.
- **Practica Cuidados de las Articulaciones:** Se pueden emplear técnicas de cuidado de las articulaciones para ayudar a reducir el estrés y la tensión en las articulaciones afectadas por la artrosis. Esto puede incluir la aplicación de calor o frío en las articulaciones doloridas, masajes suaves para aliviar la tensión muscular y ejercicios de estiramiento y fortalecimiento para mejorar la flexibilidad y la estabilidad articular.
- **Consulta con un Profesional de la Salud Regularmente:** Es importante mantener una comunicación abierta y regular con un médico u ortopedista para monitorear la progresión de la artrosis y ajustar el plan de tratamiento según sea necesario. Se pueden considerar opciones adicionales de tratamiento, como terapia física, inyecciones de corticosteroides o ácido hialurónico, y cirugía en casos graves o resistentes al tratamiento.
- **Mantén un Estilo de Vida Activo y Saludable:** Además de seguir estas recomendaciones específicas, es importante mantener un estilo de vida activo y saludable en general. Esto incluye dormir lo suficiente, controlar el estrés de manera eficaz y mantener una sólida red de apoyo social y emocional.

10. Bibliografía

Á Utrera Molina, M., Atienza Vicente, C. M., Gómez Pellín, A., Alfonso Gómez Herrero, J., Mollà Doménech, F., Jesús Solera Navarro, M., José Vivas Broseta, M., & Porcar Seder, R. M. (n.d.). La impresión 3D de implantes personalizados, cada vez más cerca.

Diseño y Modelado Virtual del Mecanismo Policéntrico de una Prótesis de Rodilla | Revista Tecnológica - ESPOL. (n.d.). Retrieved February 29, 2024, from <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/122>

F. VALENCIA, X. L. D. O. D. O. (2015). Prótesis de rodilla externa mecatrónica. Vol.23, 33–56.

García-Valadez LR, E.-G. A. R.-M. J. H.-M.-V. E. S.-G. A. B.-R. R. C. A. P.-B. R. (2017). Impresión de modelos 3D para fracturas de radio distal: un estudio piloto en el Instituto Nacional de Rehabilitación. 71, 366–373.

Gómez de Cádiz Maciá, A. (2022). Análisis musculoesquelético de pacientes protegidos de rodilla para la evaluación de cargas articulares, incorporando medidas biomecánicas y haciendo uso de técnicas de reconstrucción 3D basadas en datos para la estimación de parámetros inerciales. <https://riunet.upv.es/handle/10251/185720>

Jaime duboy, U. (2014). Prótesis total y unicompartmental en el manejo de artrosis grave de rodilla. Revista Médica Clínica Las Condes, 25(5), 780–785. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(14\)70108-7](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(14)70108-7)

Jaime MENESES, T. G. J. Y. C. (2003). Sistema óptico de reconstrucción 3-D para el análisis de deformaciones por desgaste en prótesis de rodilla. . 36, 9–14.

Lesso, A. V., & Arroyo, R. L. (n.d.). AUMENTO DE LA VIDA ÚTIL DE INSERTOS DE PRÓTESIS DE ARTICULACIÓN DE RODILLA.

Olinski, M. (2023). Knee joint prototype based on cam mechanism—design and video analysis. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, 26(14), 1691–1701. <https://doi.org/10.1080/10255842.2022.2132819>

San Antonio, T. M. K. C. (2004). Diseño y modelaje tridimensional paramétrico de prótesis de rodilla. 11, 14–26.

Scopus - Detalles del documento - Diseño de una prótesis biónica asequible para miembro inferior. (n.d.). Retrieved February 29, 2024, from <https://www-scopus-com.ezproxy.cuc.edu.co/record/display.uri?eid=2-s2.0-85141532651&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=1422fde568a064fe1fc7433cbb4d394d&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28knee+prosthesis+prototype+3d+design+project%29&sl=58&sessionSearchId=1422fde568a064fe1fc7433cbb4d394d&relpos=1>

Segnini Maizo, J. M., Vergara, M. J., & Camuendo, L. (n.d.). Diseño inclusivo de una prótesis de rodilla para pacientes con grado de movilidad II.

Torrealba, R. R., Lilibeth, A., & Zambrano, M. (2015). Optimization of knee exoprosthesis chassis using direct interaction between softwares of design in 3D and stress analysis via FEM. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3014.6724>

Valencia-Aguirre, F. M.-E. C. E.-A. V. (2017). Desarrollo de una prótesis de rodilla para amputaciones transfemorales usando herramientas computacionales. *CAD - CAE - CAM*. 1–27.

VEDIA – David1 * & LIMACHI – Luis. (2018). Prevalencia de artrosis radiológica en pacientes que acudieron, a la Facultad de Ciencias Tecnológicas de la Salud, gestión 2016 Sucre.

Sáez, D. (2021, noviembre 7). ¿Cuáles son los mejores materiales para una prótesis de rodilla? Dr. David Sáez; Dr. David Sáez | Traumatólogo en Madrid | Experto en Cadera y Rodilla. <https://drsaeztraumatologo.com/materiales-protesis-rodilla/>

De la salud, O. M. (Ed.). (2023). Artrosis. <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/osteoarthritis>

Aguirre, F. V. V., Echeverria, C. D. M., & Arteaga, V. A. E. (2017). Desarrollo de una prótesis de rodilla para amputaciones transfemorales usando herramientas computacionales. CAD - CAE - CAM. Revista UIS Ingenierías, 16(2), 23–34. <https://doi.org/10.18273/REVUIN.V16N2-2017002>

De Salud, M., & Social, Y. P. (n.d.). REPÚBLICA DE COLOMBIA; 1 21 Por la cual se adopta la Política de Dispositivos Médicos.

Iglesias Capa, S. (2018). Estudio del perfil sociodemográfico y de la adecuación del recurso al alta de los pacientes intervenidos de prótesis de cadera y prótesis de rodilla con valoración por la Unidad de Trabajo Social Sanitario del Hospital Dos de Maig. Agathos: Atención Sociosanitaria y Bienestar, ISSN 1578-3103, Año 18, No. 4, 2018, Págs. 14-26, 18(4), 14–26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6845385&info=resumen&idioma=ENG>

Implantación de prótesis de rodilla | Clínica Ntra. Sra. del Remei. (n.d.). Retrieved April 25, 2024, from <https://www.clinicaremei.org/es/article/implantacion-protesis-rodilla>

ISPO. (n.d.). <https://www.ispoint.org/>. Retrieved April 28, 2024, from <https://www.ispoint.org/>

LEY ESTATUTARIA No. POR MEDIO DE LA CUAL SE REGULA EL DERECHO FUNDAMENTAL A LA SALUD Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES. EL CONGRESO DE COLOMBIA. (n.d.).

Los avances en cirugías de rodilla: el papel de la inteligencia artificial y los materiales innovadores – AE-CEMTRÓ. (n.d.). Retrieved April 28, 2024, from <https://traumatologia.alebateducation.com/blog/cirugias-de-hombro-2/>

Maciej Serda, Becker, F. G., Cleary, M., Team, R. M., Holtermann, H., The, D., Agenda, N., Science, P., Sk, S. K., Hinnebusch, R., Hinnebusch A, R., Rabinovich, I., Olmert, Y., Uld, D. Q. G. L. Q., Ri, W. K. H. U., Lq, V., Frxqwu, W. K. H., Zklfk, E., Edvhg, L. V, ... ح, فاطمی. (2013). Synteza i aktywność biologiczna nowych analogów tiosemikarbazonowych chelatorów żelaza. Uniwersytet Śląski, 7(1), 343–354. <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>

Moreno Verdulla, C. (2017). Educación preparatoria en prótesis total de rodilla: la acción tutorial sanitaria como modelo de calidad. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=129733&info=resumen&idioma=SPA>

Nelson, M. E., Rejeski, W. J., Blair, S. N., Duncan, P. W., Judge, J. O., King, A. C., Macera, C. A., & Castaneda-Sceppa, C. (2007). Physical activity and public health in older adults: Recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1435–1445. <https://doi.org/10.1249/MSS.0B013E3180616AA2>

Normas ISO. ¿Qué son y cuáles son las más importantes? (n.d.). Retrieved April 28, 2024, from <https://www.ambit-bst.com/blog/normas-iso.-qu%C3%A9-son-y-cu%C3%A1les-son-las-m%C3%A1s-importantes>

PROYECTO DE DISEÑO DE UNA PRÓTESIS A PARTIR DE FABRICACIÓN ADITIVA (IMPRESIÓN 3D) MEMORIA. (n.d.).

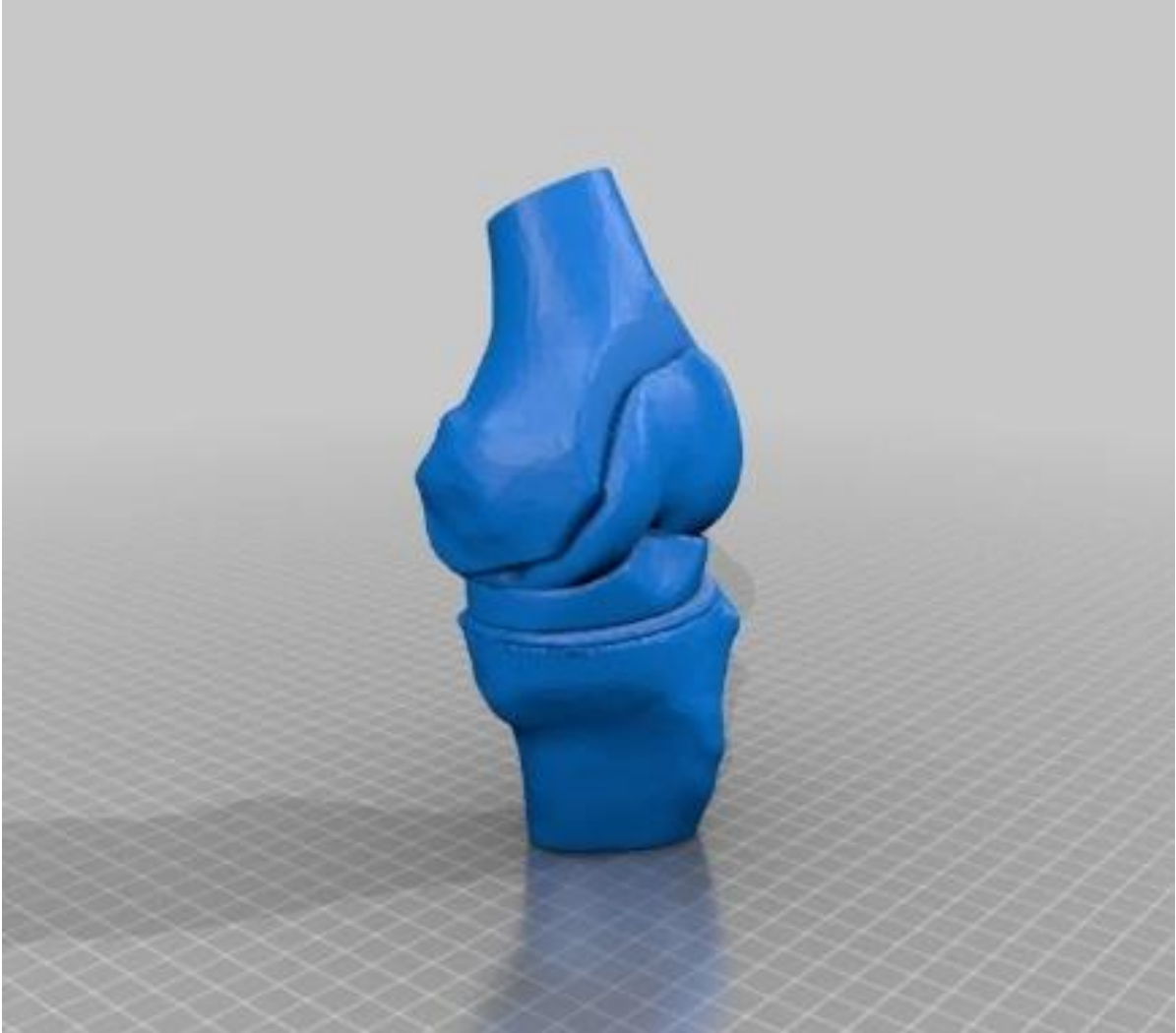
Resolución No. 3100 de 2019 (1). (n.d.).

Tipos, complicaciones y cuidados de la prótesis de rodilla. (n.d.). Retrieved April 25, 2024, from <https://elgeaditraumatologia.com/que-es-una-protesis-de-rodilla/>

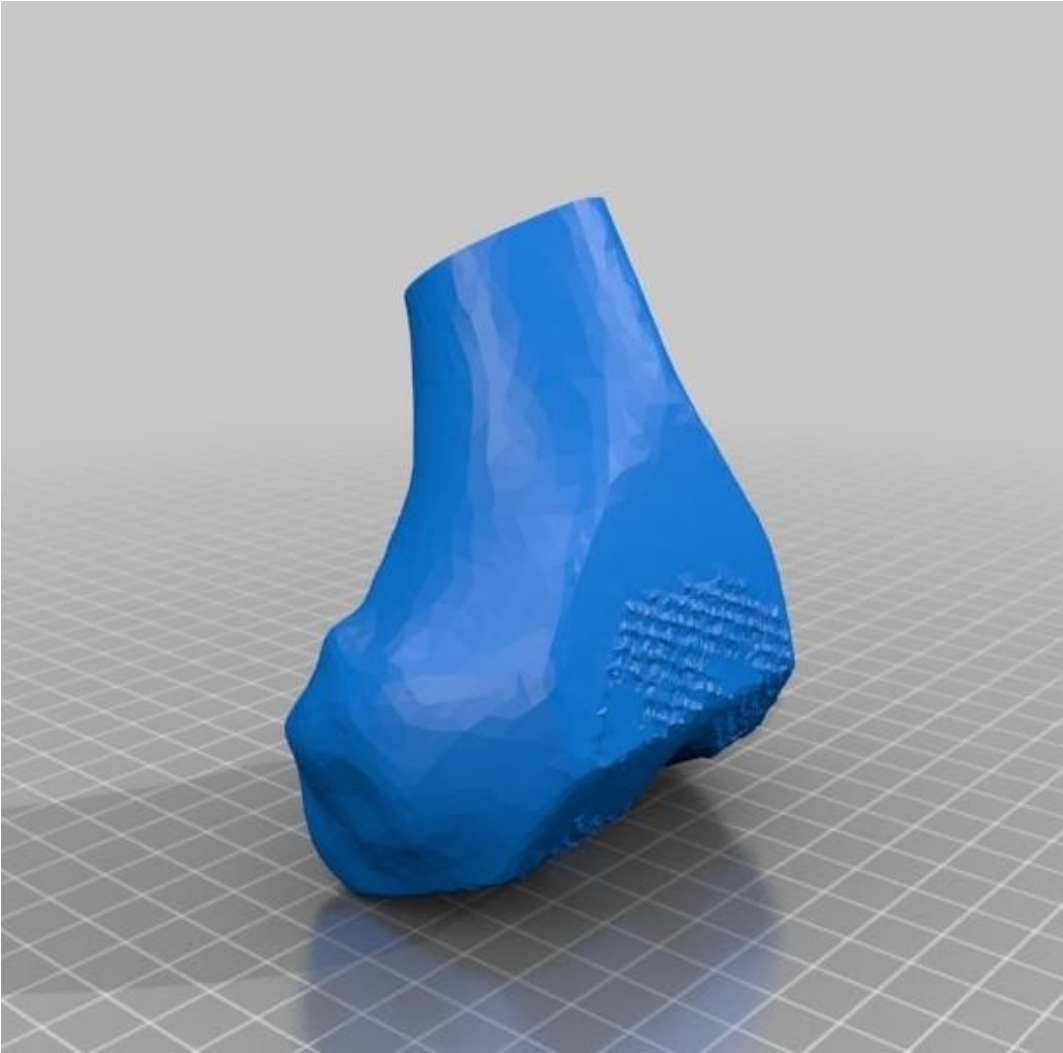
Ventajas de las prótesis de rodilla | Top Doctors. (n.d.). Retrieved April 25, 2024, from <https://www.topdoctors.es/articulos-medicos/las-ventajas-de-las-protesis-personalizadas-de-rodilla>

11. Anexo

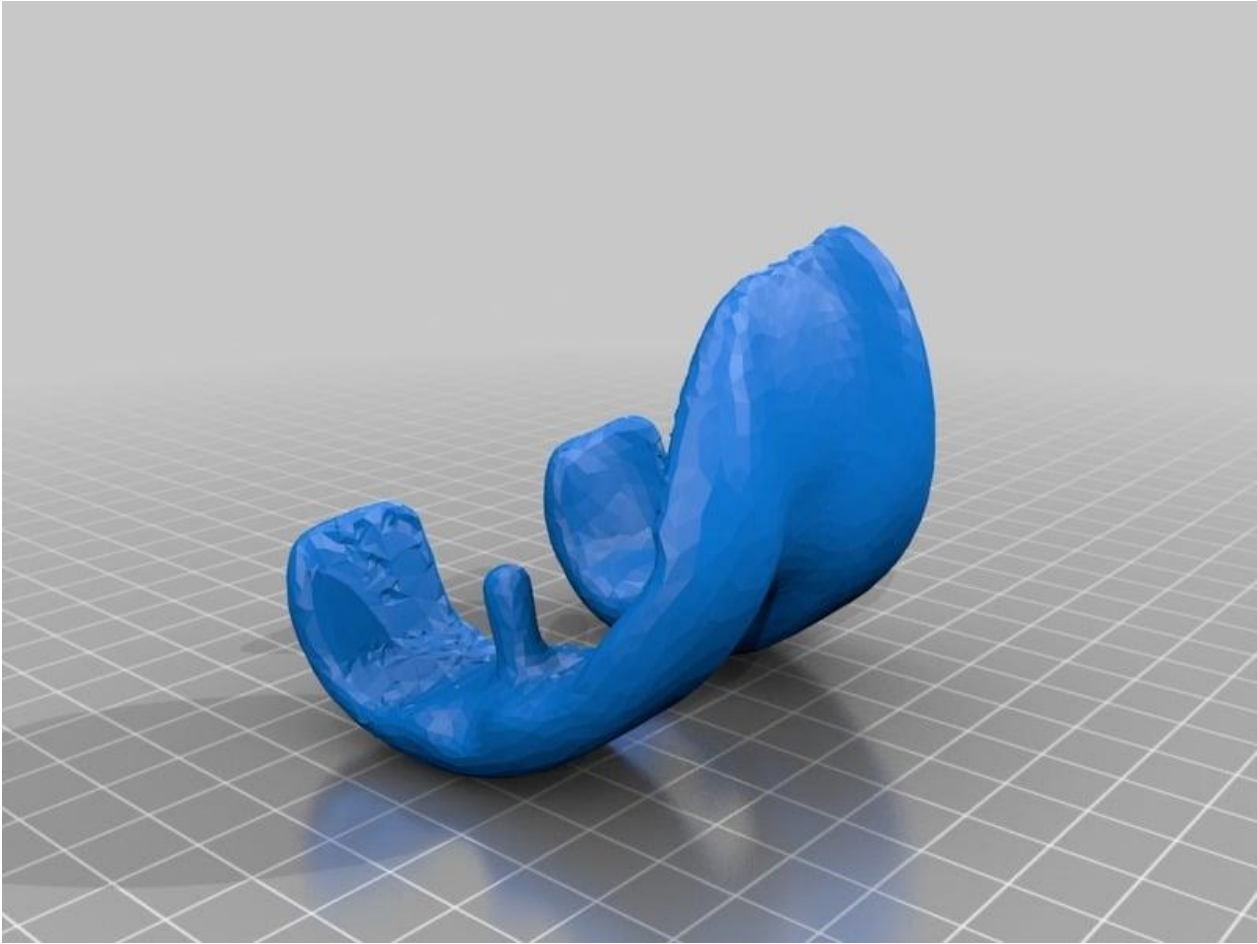
Modelo en 3D de la prótesis de rodilla



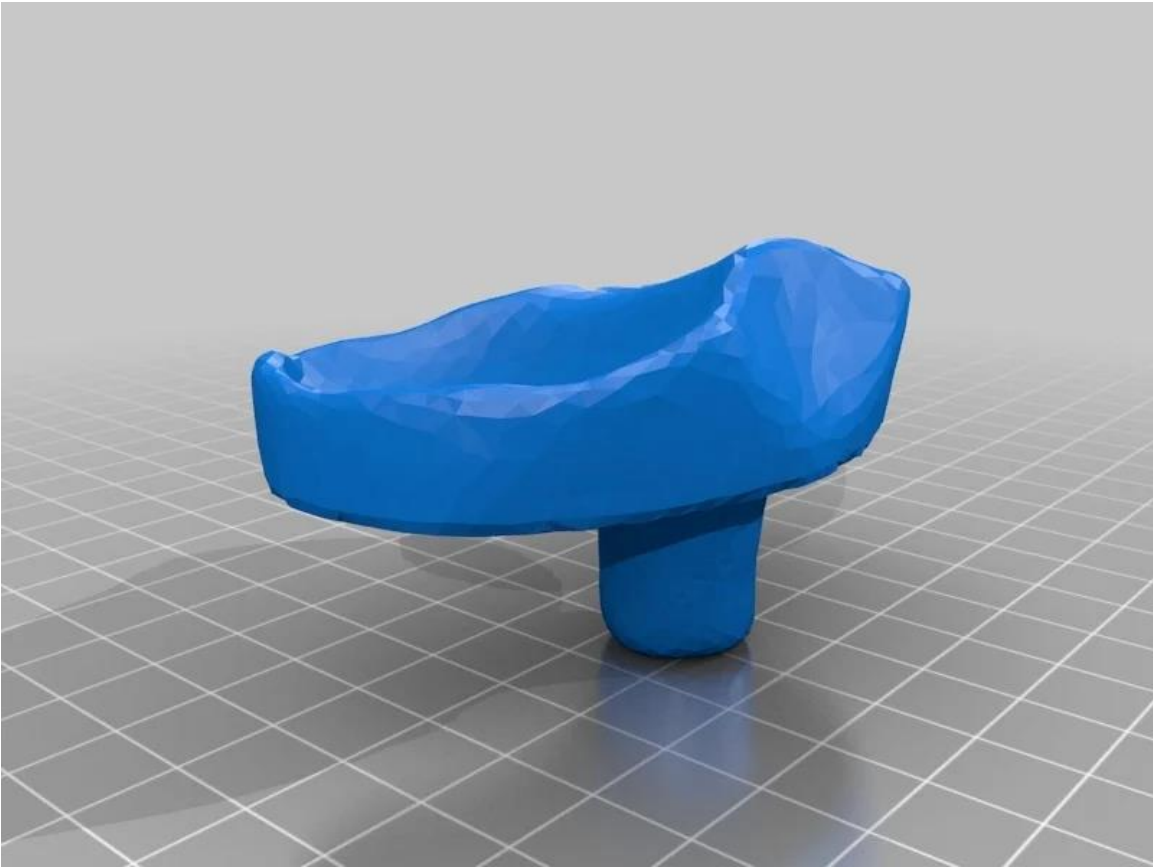
Condinilo del femur



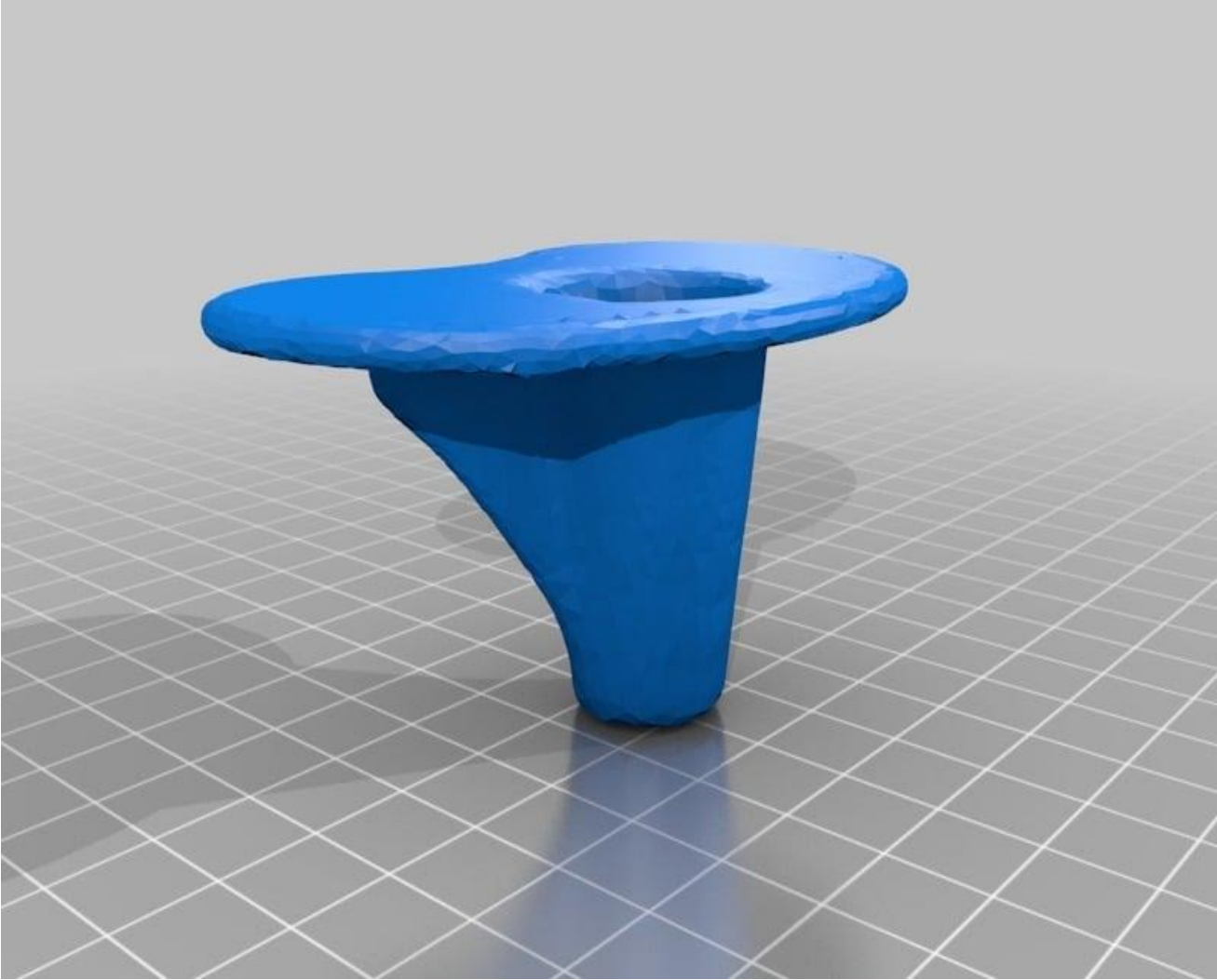
Condilos



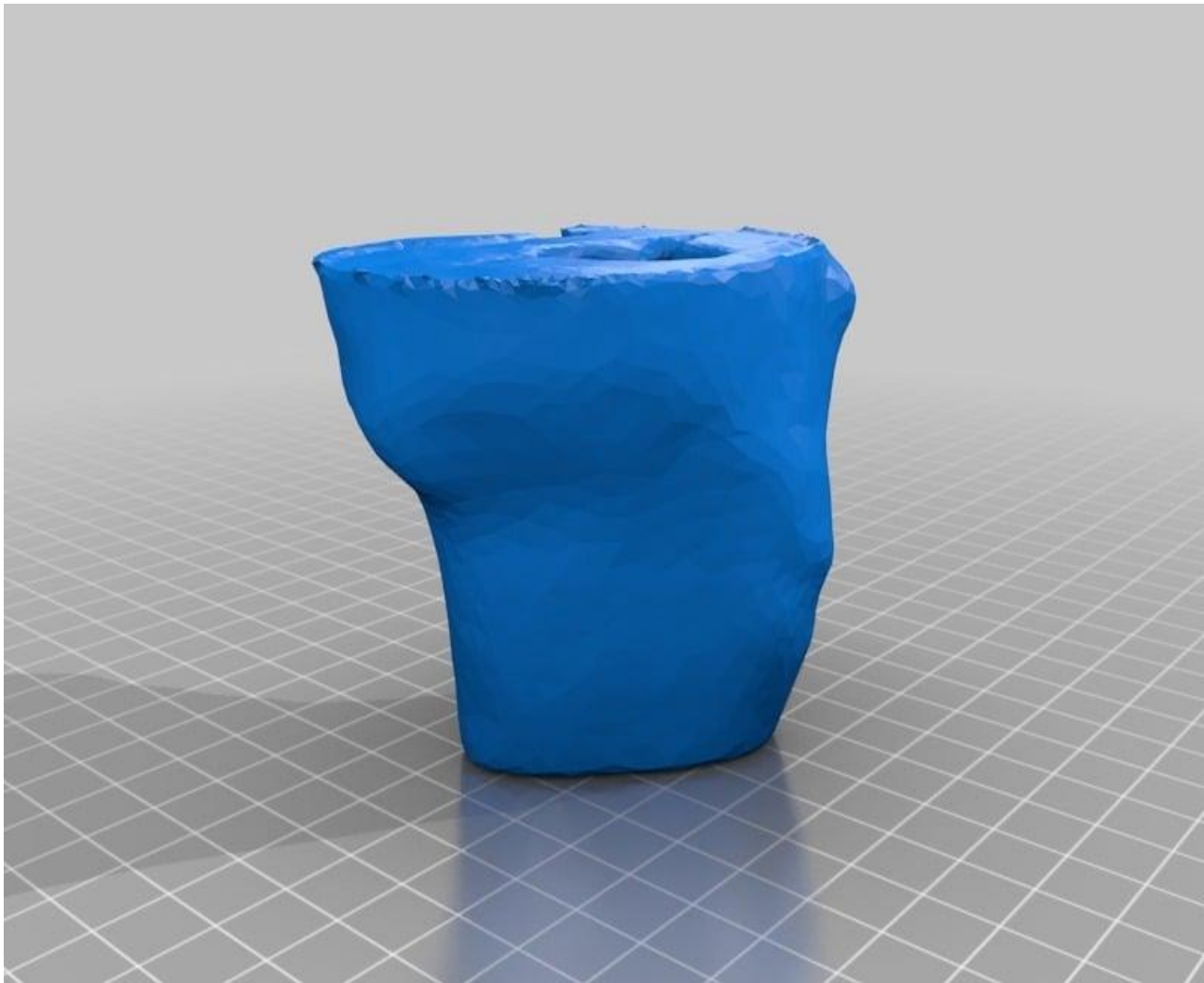
Superficie articular



Platillo tibial y vástago



Tibia



Longitud total del fémur	48-52 cm.
Diámetro de la cabeza del fémur	4-5 cm
Longitud del cuello del fémur	4-5 cm
Diámetro del cuerpo del fémur en diferentes secciones (proximal, medio y distal)	1.5-2.5 cm
Ángulo del cuello del fémur respecto al eje del cuerpo	125-135 grados
Longitud y grosor del trocánter mayor y menor	3-4 cm de longitud y 2-3 cm de grosor
Longitud y forma de la línea áspera	10-12 cm de longitud y 1-2 cm de grosor