



Implementación de una silla de ruedas personalizada impresa en 3D para la movilidad de las extremidades caninas posteriores

Silvana Cristina Larrea Ocampos
Universidad Internacional Tres
Fronteras
Ciudad del Este, Paraguay
silvanalarea1997@gmail.com

Claudia Raquel Ibarrola Chamorro
Universidad Internacional Tres
Fronteras
Ciudad del Este, Paraguay
clauibarrola87@gmail.com

Abstract— The present study focuses on the application of 3D printing technology, recognized for its accessibility and versatility in the creation of a wide range of objects. In this context, it was decided to explore a poorly developed and studied market in Paraguay: the manufacture of 3D printed prostheses, orthoses and wheelchairs for animals. This approach represents a significant innovation in the field. The research project arises in response to the need to improve the quality of life of numerous dogs that, due to various circumstances such as accidents, illnesses or abuse, suffer amputations of their limbs. The direct impact of this initiative focuses on the well-being of the animal, through the implementation of prostheses, orthoses or wheelchairs. It should be noted that the manufacturing of these devices does not generate environmental pollution, since completely biodegradable materials are used.

Keywords— wheelchairs; Animal; 3D technology.

Resumen— El presente estudio se centra en la aplicación de la tecnología de impresión 3D, reconocida por su accesibilidad y versatilidad en la creación de una amplia gama de objetos. En este contexto, se optó por explorar un mercado poco desarrollado y estudiado en Paraguay: la fabricación de prótesis, órtesis y sillas de ruedas impresas en 3D para animales. Este enfoque representa una innovación significativa en el campo. El proyecto de investigación surge como respuesta a la necesidad de mejorar la calidad de vida de numerosos perros que, debido a diversas circunstancias como accidentes, enfermedades o maltrato, sufren amputaciones en sus extremidades. El impacto directo de esta iniciativa se centra en el bienestar del animal, a través de la implementación de prótesis, órtesis o sillas de ruedas. Cabe destacar que la fabricación de estos dispositivos no genera contaminación ambiental, ya que se emplean materiales completamente biodegradables.

Palabras Claves— Sillas de rueda; Animal; Impresión 3D.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente tendencia de tener mascotas se fundamenta principalmente en la necesidad de compañía. Para muchas personas, estas criaturas representan afecto incondicional y son elegidas como compañeras e incluso integrantes de la familia. Numerosos estudios respaldan el hecho de que los perros de compañía mejoran significativamente la calidad de vida de sus dueños, especialmente cuando desempeñan roles cruciales en asistir y apoyar a individuos con capacidades diferentes [1].

Sin embargo, se enfrenta una realidad lamentable: miles de perros son abandonados y, en muchos casos, sacrificados debido a diversos motivos como cambios de domicilio, limitaciones económicas, problemas de comportamiento y lesiones que resultan en discapacidades. En estos casos, los

cuidados requeridos por los caninos con discapacidad pueden representar un desafío económico para las familias, que en ocasiones se ven imposibilitadas de asumirlo [5].

Este estudio, realizado en Paraguay, documentó un total de 107 especies de vertebrados atropellados[6]. No obstante, aún no se ha logrado llevar un registro exhaustivo de todos los animales rescatados de las vías. Adicionalmente, se han registrado denuncias de maltrato animal en el país, conforme a la ley N° 4840, artículo N° 26, que subraya la obligación de respetar y evitar causar daño o lesión a cualquier animal [7].

En este contexto, las discapacidades físicas más comunes en animales incluyen la pérdida de extremidades, causada por accidentes o maltratos. Los accidentes de tráfico son las causas más frecuentes, aunque también pueden deberse a anomalías congénitas originadas por malformaciones genéticas o ciertas enfermedades [5]. La amputación de miembros es una intervención común entre los perros, ya sea debido a accidentes o afecciones médicas. A lo largo del tiempo, la ausencia de una extremidad puede generar consecuencias a mediano y largo plazo, como deformaciones posturales y sobrecarga del miembro restante, lo cual puede provocar dolor [2].

Actualmente, la tecnología 3D ha sido objeto de amplios estudios. Esta tecnología, de fácil manejo y capaz de materializar cualquier objeto concebido por la mente humana, ha sido elegida como una alternativa para abordar un mercado poco explorado y estudiado en Paraguay: la fabricación de prótesis y sillas de ruedas impresas en 3D para animales [3].

Este proyecto se enfoca en mejorar la vida cotidiana de los perros que han experimentado amputaciones en sus extremidades posteriores. La pregunta que este trabajo busca responder es si ¿Es factible fabricar piezas de sillas de ruedas para caninos utilizando la tecnología de impresión 3D?. Por lo tanto, el objetivo del estudio es investigar la viabilidad de crear sillas de ruedas para perros utilizando una impresora 3D como sustituto de una extremidad amputada.

Para el diseño de las sillas de ruedas caninas, se consideran diversos factores, incluyendo el peso, la resistencia de los materiales, la forma y el costo de los mismos, entre otros. Se proponen diferentes opciones para seleccionar la que satisfaga las necesidades y objetivos planteados en el estudio. La aplicación de la impresión 3D en el ámbito de la salud animal ha ganado un espacio notable, y los animales se están integrando cada vez más a las familias paraguayas [4]. El objetivo de esta investigación es desarrollar una silla

de ruedas adaptable, resistente y económica para las extremidades posteriores de los perros, con el fin de mejorar su calidad de vida. Como medio, se opta por la impresión 3D.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

En esta sección, se detallan las herramientas empleadas y el procedimiento seguido en cada etapa de la investigación para la creación de sillas de ruedas impresas mediante tecnología 3D. Este proceso fue llevado a cabo en el laboratorio de robótica de la Universidad. La investigación se dividió en los siguientes procesos para su ejecución:

A. Processo 1

A través de una exhaustiva revisión bibliográfica sobre el estado actual de las nuevas tecnologías en Paraguay, se evaluó su potencial como apoyo para animales afectados por displasia de caderas o que han sufrido amputaciones posteriores debido a accidentes de tráfico. Se indaga acerca del costo de los mismos en el mercado extranjero, llegando al costo aproximado de las sillas de ruedas en el extranjero es de 120U\$ (dólares americanos). En este contexto, se observó que la mayoría de los propietarios de mascotas con necesidades especiales optan por la eutanasia o el abandono de sus animales debido a limitaciones económicas. Esto se debe a los costos asociados con el cuidado especial que los mismos requieren.

Por esta razón, se buscó una alternativa innovadora: las sillas de ruedas impresas en 3D, con el propósito de brindar una oportunidad de mejora en la calidad de vida de los animales y evitar la excesiva restricción de su actividad física diaria [9].

Posteriormente, se exploró la tecnología de impresión 3D, reconocida por su capacidad de facilitar y agilizar el desarrollo de nuevas invenciones. También conocida como "manufactura por adición", este proceso implica la creación de objetos físicos mediante la deposición de material por capas basada en un modelo digital [10].

En particular, se investigó la tecnología FDM (Modelado por Deposición Fundida en inglés, *Fused Deposition Modeling*), un método de fabricación en impresión 3D que implica la deposición en capas de material fundido. Este proceso es ampliamente reconocido, principalmente por su popularidad debido al bajo costo asociado a las impresoras de FDM [1]. Estos equipos tienen un costo considerablemente asequible, y los materiales utilizados son diversos y económicos. Se pueden emplear diferentes tipos de materiales según las necesidades del usuario, desde polímeros económicos como el filamento PLA hasta el filamento PETG de material biodegradable[3].

B. Processo 2

Seguido a la revisión bibliográfica presentada en el proceso 1, se procedió a la selección de los materiales a ser utilizados en la impresión de las piezas de la silla de ruedas canina, los materiales elegidos son:

- 1) *Impresora 3D*: Es una máquina capaz de realizar "impresiones" de diseños en 3D, creando piezas o

maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador[11].

- 2) *Filamento PLA*: Es un filamento de tipo sintético termoplástico biodegradable y reciclable debido a su origen natural (se puede obtener a partir de almidón de maíz y caña de azúcar), este es un punto positivo al ecosistema, dado que tiene una característica al momento de imprimir en su peculiar olor a caramelo y su rápida velocidad de impresión, en la figura 1 se observa el material utilizado para el desarrollo de este proyecto a diferencia de ABS, no emite gases nocivos al fundirse[7].
- 3) *Ultimaker Cura versión 5.4.0*: Con este programa se realizaron los ajustes necesarios para obtener una simulación de la impresión variando algunos parámetros.

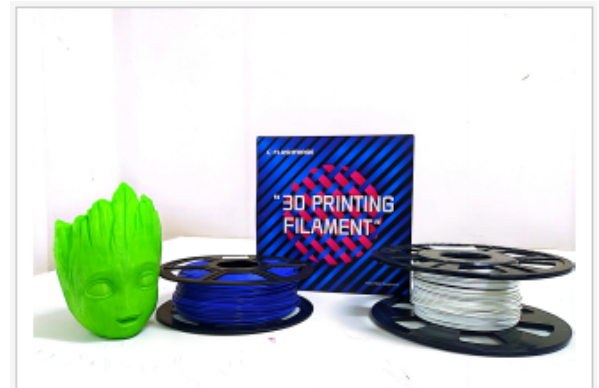


Fig. 1 Filamentos Utilizados

C. Processo 3

En esta etapa se procede a realizar las modificaciones en algunas de las piezas para posteriormente proceder a la impresión y montaje de la silla de ruedas destinada al miembro posterior del paciente cuyo miembro posterior fue totalmente amputado, como se puede observar en la figura 2, en este caso, es crucial cuidar la columna, la cadera y la pata sana del animal. La regulación de una silla de ruedas permite que el animal utilice su pata sana sin soportar todo el peso en ella, lo que también contribuye a nivelar la columna.

Se llevó a cabo la selección de perros que han experimentado amputaciones en las extremidades delanteras en la localidad de Ciudad Del Este. Entre ellos el paciente en cuestión.

Para iniciar el desarrollo del proyecto, se programó una cita en la clínica de la Universidad Internacional Tres Fronteras con los profesionales veterinarios. El propósito de esta cita fue llevar a cabo una revisión de la anatomía del paciente para que pudieran ofrecer su opinión profesional sobre el estado actual. Dado que el paciente ha experimentado amputaciones totales, lo que dificulta la posibilidad de utilizar una prótesis, la recomendación dada para abordar

esta condición fue la creación de una silla de ruedas como opción viable. Una vez recibidas las recomendaciones de los profesionales, el siguiente punto implica realizar las modificaciones de las piezas de la silla de ruedas, como se puede observar en la figura 3. Se procede en la impresión de dichas piezas. Para ello, se requieren las medidas exactas del paciente que se obtuvieron mediante la cinta métrica.



Fig. 2 Amputación en un miembro posterior

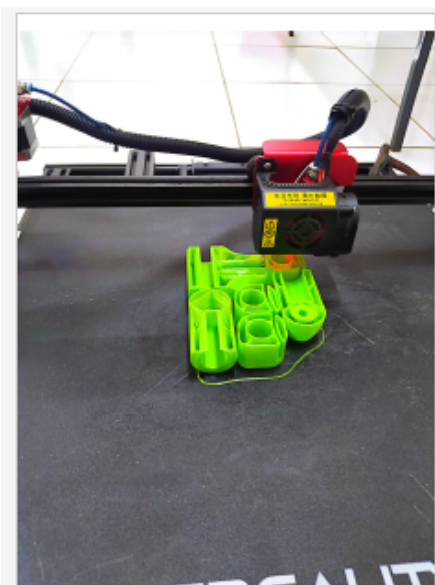


Fig. 3 Proceso de impresión

III. DISCUSIÓN Y RESULTADO

Para trabajos futuros, se pretende implementar las prótesis y ortesis caninas impresas con la tecnología 3D, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de los perros.

Para el montaje de la silla de ruedas, se utilizaron piezas impresas con el filamento PLA, rueditas y también tubo de metal para lograr un equilibrio adecuado en la silla.

El prototipo se encuentra en fase de pruebas internas de adaptabilidad. En la figura 4, se puede observar al paciente en pleno proceso de adaptación.



Fig. 4 Proceso de adaptación

IV. CONCLUSIÓN

Como conclusión, es importante destacar el aumento de la tenencia de animales de compañía entre las personas. Cada vez son más las personas que adquieren una mascota, pero pocos son conscientes de la responsabilidad que conlleva. El proyecto desarrollado tiene como objetivo ayudar a que tanto el animal como el dueño pueda superar una de las situaciones en las que el animal, en este caso el perro, sufre la pérdida de alguna de sus extremidades y/o movilidad, causadas por accidentes, enfermedad o defecto genético. El proyecto establece una de las soluciones viables para abordar este caso, como la displasia de cadera en el perro, que evita el daño y mejora la independencia motora y la aptitud del animal.

Para llevar a cabo la implementación de dispositivos como las sillas de ruedas, es crucial contar con un profundo conocimiento de la fisiología de cada paciente. De esta manera, se puede concluir que el dispositivo desarrollado supone una mejora significativa en la calidad de vida de los perros, considerando las particularidades de cada caso presentado.

Un aspecto clave relacionado con esta idea es la metodología de adaptación del dispositivo. Es esencial tener en cuenta que cada caso presenta características únicas, como la raza, el tamaño y la morfología del miembro afectado, entre otros factores. El producto en sí está diseñado para aquellos que comparten similitudes en el tipo de amputación. En efecto, no es necesario crear una solución completamente nueva para cada caso individual, sino más bien adaptarla mediante una serie de pautas y procesos previamente establecidos.

El diseño elegido para esta silla de ruedas se basa en la idea existente en el mercado, pero se le da un enfoque más estético e industrial. Esto resulta en un producto más asequible que las opciones actualmente disponibles en el mercado, lo que permite que las familias con limitaciones económicas puedan acceder a él.

En resumen, la mayoría de los perros se adaptan sorprendentemente bien a las sillas de ruedas. Aunque puede



llevar algún tiempo al principio, con paciencia y entrenamiento, la mayoría de ellos pueden aprender a usarlas y disfrutar de la movilidad que ofrecen. En el marco de este proyecto, se ha supervisado cada etapa del desarrollo con el propósito de brindar una segunda oportunidad a miles de animales, gracias a la innovación que representan las impresoras 3D.

AGRADECIMIENTOS

Antes que nada, se quiere agradecer a los profesionales veterinarios de la Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Internacional Tres Fronteras por brindar un espacio en la clínica para llevar a cabo las revisiones a los pacientes y el proceso de adaptabilidad. Seguidamente, se agradece a los dueños por su disposición y voluntad de buscar una solución que ayude a mejorar la calidad de vida de sus mascotas. Por último, se agradece a todas las personas que participaron en todos los procesos de la ejecución del proyecto.

REFERÊNCIAS

- [1] Daniel Anichini, Maria Ines Barral, “Aportes de la impresión 3D a la fabricación de exoprotesis caninas en Uruguay: Universidad de la República Uruguay,” *Daniel Anichini, Maria Inês Barral*, Uruguay, 2020.
- [2] Steven Fabian Gutierrez Campaña, “Evaluación del bienestar generado por la aplicación de una prótesis en 3D”, a unos pacientes caninos con una extremidad amputada en la Ciudad de Latacunga: Facultad de ciencias agropecuarias y Recursos Naturales.2022
- [3] Mauricio Shamir Valdez Noblecilla, “Diseño y Desarrollo de un prototipo en impresión 3D aplicado en medicina veterinaria para pequeñas especies” Unidad Académica de ciencias agropecuarias, 2017.
- [4] Lais Tusi, “Projeto Adaptativo de uma prótese em impressora 3D para um cão com membros pélvicos amputados” da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2022.
- [5] Miguel Casal Rodriguez, “Diseño de una prótesis articulada de extremidad posterior para perros amputados”; Universidad del País Vasco, 2020-2021.
- [6] M. Torres, “Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología”; (Septiembre-2019), Evaluación del impacto por atropellamiento de fauna de la ruta N° 9 Dr. Carlos A. Lopez.
- [7] Poder Legislativo (enero-2013) Ley N° 4840 de “Protección y Bienestar Animal”, El congreso de la Nación Paraguaya sanciona con fuerza.
- [8] Aurora Ortega, Andrea Weiler “Diversidad de vertebrados muertos por atropellamiento vehicular y zonas de mayor impacto en la ruta III General Elizardo Aquino, Paraguay”.
- [9] Juan Francisco Rodriguez Franco, “Diseño, Analisis e Implementacion de una prótesis de extremidad delantera canina, mediante técnicas CAD/CAM/CAE, adaptable a cualquier animal a partir de la geometría escaneada en 3D”, Universidad Politécnica de Valencia, 2020.
- [10] Jose Alexis Del Aguila Ramos, “Desarrollo de prótesis biomédica transradial con impresión 3D para adultos en Huancayo”, 2021.
- [11] Irene Verdu Ruiz, “Diseño de un producto de ortopedia en plástico para animales discapacitados: silla de ruedas para perros”, Universidad Politécnica de Valencia-Septiembre 2017.