

¡Departamento  
de Diseño!

# TRABAJO DE GRADO

**PAULA ANDREA GRAJALES URIBE**  
**JUAN CAMILO GIL CORTÉS**

Tecnología en Diseño Industrial  
Departamento de Diseño  
Medellín 2023



# **CROL:**

## **DISPOSITIVO DE ASISTENCIA EN NATACIÓN PARA USUARIOS CON DISCAPACIDAD TRANSRADIAL**

Paula Andrea Grajales Uribe  
Juan Camilo Gil Cortés

Asesores:  
Daniela Jaramillo Hoyos  
Andres Felipe Montoya Tobón

Instituto Tecnológico Metropolitano  
Facultad de Artes y humanidades  
Departamento de Diseño  
Medellín 2023

# RESUMEN

---

La natación es un deporte que se ha implementado en los procesos de rehabilitación y de inclusión deportiva en personas con discapacidad, por medio de su práctica se pueden obtener múltiples beneficios en salud y en acondicionamiento físico. Por medio del siguiente trabajo de grado se observa la importancia del deporte en el desarrollo físico, mental y social de las poblaciones con diversidad funcional y como en Colombia se han desarrollado proyectos e instituciones que con el paso del tiempo han logrado avanzar en el reconocimiento y en la inclusión por medio del deporte. Por tal motivo en este proyecto se realizó un proceso de investigación para la ideación de un producto de asistencia que permita mejorar las habilidades y el rendimiento en un deporte como la natación en personas con discapacidad transradial.

Palabras clave: Diseño Industrial, Diseño Inclusivo, Natación



# ABSTRACT

---

Swimming is a sport that has been implemented in the rehabilitation and sports inclusion processes of people with disabilities. Through its practice, multiple benefits in health and physical conditioning can be obtained. Through the following degree work, the importance of sport in the physical, mental and social development of populations with functional diversity is observed and how in Colombia projects and institutions have been developed that over time have managed to advance in the recognition and in inclusion through sport. For this reason, in this project, a research process was carried out to devise an assistance product that allows improving skills and performance in a sport such as swimming in people with transradial disabilities.

Keywords: Industrial Design, Inclusive Design, Swimming



# CONTENIDO



---

## INSERTAR TABLA DE CONTENIDO

### Capítulo 1. Fundamentación

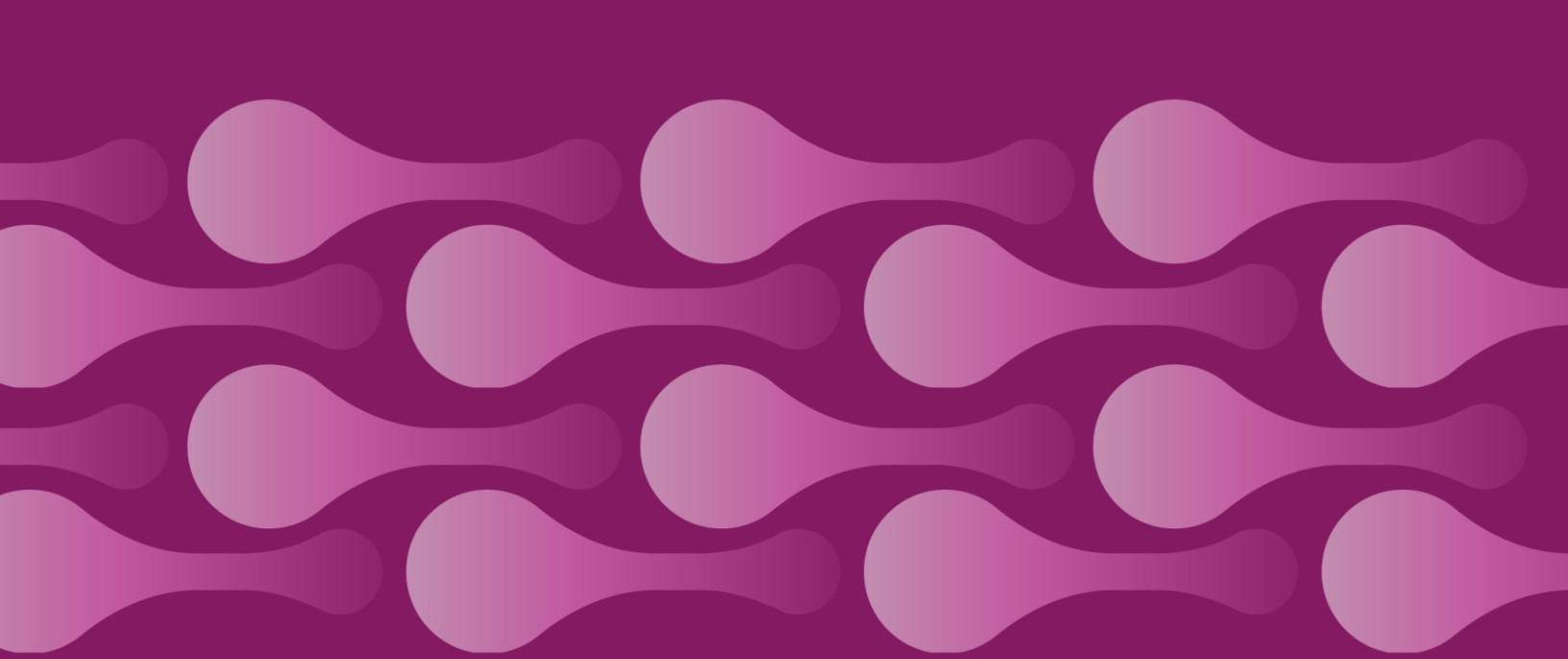
Descripción de la problemática.....	Pag 01
Justificación.....	Pag 06
Objetivo general.....	Pag 07
Objetivos específicos.....	Pag 07
Requerimientos de Diseño (PDS).....	Pag 08

### Capítulo 2. Ejecución

Ideación.....	Pag 10
Propuestas de diseño.....	Pag 13
Evaluación de las propuestas de diseño.....	Pag 14
Diseño de detalle.....	Pag 15
Planimetría.....	Pag 16
Carta de procesos.....	Pag 17
Prototipo.....	Pag 18
Validación de prototipo.....	Pag 19

### Capítulo 3. Divulgación

Infográfico final.....	Pag 21
------------------------	--------



# FUNDAMENTACIÓN

# 01



## Descripción de la problemática

El agua es un elemento muy importante para salud y la vida de los seres vivos. La natación es un deporte terapéutico en las personas ya que ayuda a establecer un equilibrio físico y mental, aunque es un deporte que requiere de técnicas que permita realizarlo de manera adecuada durante su práctica el cuerpo tiene sensaciones de tranquilidad y relajación, por esto es importante comprender que es la natación y sus técnicas para realizarlo. (i-Natación , 2023) definió la natación como:

La habilidad que permite al ser humano desplazarse en el agua, gracias a la acción propulsora realizada por los movimientos rítmicos, repetitivos y coordinados de los miembros superiores, inferiores y el cuerpo, y que le permitirá mantenerse en la superficie y vencer la resistencia que ofrece el agua para desplazarse en ella.

Colombia se encuentra en una situación compleja ya que las personas con discapacidad física, auditiva, sensorial, intelectual, entre otras, en muchas ocasiones no encuentran los recursos o los medios necesarios para ser incluidos en la formación deportiva debido a la corrupción o a la mala administración de los recursos en algunas regiones del país. (ONU MUJERES, 2022) señaló:

...Colombia cuenta con una estructura normativa e institucionalidad muy favorable al desarrollo y garantía de los derechos de las personas con discapacidad, adaptado a la Convención y al apego de sus artículos, lo cual se constituye en el primer paso esencial para avanzar hacia la implementación. Sin embargo, a pesar de los avances, se evidencia que las organizaciones y personas con discapacidad no encuentran que estos estén llevándose a la práctica con la misma rapidez y pertinencia que se requiere, destacándose que las falencias percibidas no se encuentran ni en la normatividad, ni en la arquitectura institucional, ni en los mecanismos de exigibilidad de los derechos, sino que se centran en las prácticas y comportamientos socio culturales de mediano y largo plazo.

Dado el caso es necesario mayor control de las entidades públicas y administrativas para garantizar el acceso a la salud, rehabilitación y deportes de las personas con discapacidad en los diferentes municipios y regiones del país.

El reconocimiento de las personas con discapacidad física en tiempos pasados por sus ganas de salir adelante por sus propios medios en la natación como deporte y de ser aceptados por la sociedad en cuestión de competencia, ha logrado con el paso de los años que el estado brinde un acompañamiento de inclusión para que las personas con discapacidad física, empiecen un proceso recreativo y terapéutico para incrementar su autoestima y así darles las herramientas necesarias al adaptar piscinas para su deficiencia física, visual o intelectual. (Red Aprende, 2023) indicó:

En nuestro país la natación para personas en condición de discapacidad física incursiona como natación terapéutica. Brindando un espacio para el aumento de la autoestima y como un espacio en el que se puede compartir con otros e integrarse nuevamente a la sociedad.

Los colombianos han participado en diversas competencias de natación tanto nacionales como internacionales desde el año 1936 año en el cual se fundó el Comité Olímpico y unos años después en 1939 se creó la Federación Colombiana de Natación, FECNA, como nos lo indica (Moreno, 2020) con el paso de los años las participaciones de los colombianos fue mejorando, quedando en buenas posiciones y ganando medallas en diferentes modalidades, excepto en la modalidad de carreras que hasta el año 2017 no había obtenido ningún logro, hecho que cambio en los últimos 2 años en los que se lograron victorias significativa para la natación de carreras, (Canal Olimpico, 2022) señaló: “De esta manera Colombia finalizó su participación en Asunción 2022, con un total de 24 medallas, 11 de plata y trece de bronce. Ubicándose en la sexta casilla del medallero de la disciplina por encima de Paraguay y Perú”.

Las personas con discapacidad también han tenido la oportunidad de participar en los diferentes deportes en los juegos paralímpicos, incluyendo la natación en la cual Colombia ha tenido una buena participación, (Comité Paralímpico Colombiano, 2022) indicó: “La Para natación se incluye por primera vez en el programa paralímpico en la edición de Roma 1960 y fue la disciplina que le entregó la primera medalla de oro a Colombia en unos Juegos de esta categoría...”, en los Juegos Paralímpicos Tokio 2020, Colombia logro tener muy buenos resultados así lo señalo (Comité Paralímpico Colombiano, 2022):



Los atletas colombianos también hacen historia en los Juegos Paralímpicos, Tokio 2020 fue la demostración de la disciplina que tienen los imPARABLES, logrando 10 preseas, dos de oro, cuatro de plata y cuatro bronce, el resultado de un trabajo fuerte y consistente.

La natación es un deporte que puede ser practicado desde la recreación y supervivencia hasta la parte de aprendizaje de técnicas, trabajo físico, terapéutico o competitivo, para esto es necesario el acceso a instituciones que brinden el apoyo y capacitación de las personas que deseen practicar este tipo de deportes, para esto encontramos diferentes instituciones y ligas deportivas tanto públicas como privadas que ofrecen formación en este deporte, actualmente en Colombia se ha implementado un programa de formación deportiva gratuita en el que está incluida la natación, (Mindeporte, 2022) nos indicó:

Escuelas Deportivas para Todos - Esdeporte, es un programa extraescolar creado por el Ministerio del Deporte para fomentar el desarrollo físico, emocional y social de niños, niñas y adolescentes entre los 6 y los 12 años, a través de la iniciación y fundamentación deportiva.

Aunque este programa está pensado para los municipios con recursos reducidos y afectados por el conflicto armado, lo cual es una buena iniciativa para garantizar el acceso al deporte a todos los colombianos, no está tan enfocado en generar espacios inclusivos para personas con discapacidad ya que como nos muestra (Mindeporte, 2022) este programa cuenta con 610 escuelas deportivas y solo 3 para población con discapacidad.

En personas con discapacidad el deporte se convierte en un factor importante de inclusión social ya que la práctica de deportes les genera espacios de esparcimiento donde pueden alejarse de preocupaciones y les permite potenciar el desarrollo de habilidades y estilos de vida saludable, para esto se requiere identificar el tipo de discapacidad para tener claridad del deporte que se puede practicar, pero en general la natación puede ser practicada por personas con diferentes tipos de diversidad funcional, (Comité Paralímpico Colombiano, 2022) explicó:

La natación es el deporte más incluyente en el mundo del deporte adaptado, porque se puede competir con una discapacidad física, visual, intelectual o con parálisis cerebral. Sin embargo, se debe tener en cuenta la diferencia entre las discapacidades y las condiciones elegibles, pues no todas son clasificables en la Para natación.

Es importante tener en cuenta que no en todas las regiones del país se cuenta con las correctas instalaciones para practicar este deporte, lo que ocasiona que las personas con discapacidad no tengan la libertad de decidir que deporte practicar.

La actividad física es muy importante para el ser humano ya que permite tener un estado óptimo de salud, evitando enfermedades que pueden ser perjudiciales para la salud, según (Organización Panamericana de la Salud, 2023), la falta de actividad física ha sido identificada como una de las causas de mortalidad en el mundo, por este motivo se han implementado proyectos de carácter mundial sobre la promoción de la actividad física. La (OMS, 2023) definió:

Se ha demostrado que la actividad física regular ayuda a prevenir y controlar las enfermedades no transmisibles, como las enfermedades cardíacas, los accidentes cerebrovasculares, la diabetes y varios tipos de cáncer. También ayuda a prevenir la hipertensión, a mantener un peso corporal saludable y puede mejorar la salud mental, la calidad de vida y el bienestar.

El sedentarismo en las sociedades actuales tiene varias causas según (Bupa, 2023) como son la falta de organización y planificación personal o familiar, el trabajo remoto ha logrado que cada vez más las personas no tengan la necesidad de salir de sus casas y a esto se suma el excesivo uso de dispositivos electrónicos, también como causas podemos encontrar la falta de sueño ya que genera sensación de cansancio, el estrés es otro factor determinante produce falta de motivación y poca energía, y por último tenemos como otro causante el padecimiento de enfermedades crónicas o limitantes como las generadas por varias discapacidades.

La discapacidad como una de las causas de la falta de actividad física es una condición en la cual se ha venido trabajando de manera global para garantizarles una vida

digna y equitativa, según (OMS, 2023) las personas en condición de discapacidad han tenido que pasar por dificultades para acceder a establecimientos de salud y al transporte público, situación que genera menor motivación para interactuar con el medio deportivo, debido a la desigualdad en diferentes contextos como la educación y el empleo. (Organización Panamericana de la Salud, 2023) indicó:

Las personas con discapacidad son aquellas que tienen deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que, en interacción con diversas barreras, pueden obstaculizar su participación plena y efectiva en la sociedad en igualdad de condiciones con los demás.

Según (OMS, 2023) con el fin de mejorar las condiciones de acceso para la rehabilitación y la obtención de tecnologías que garanticen el uso de dispositivos de asistencia se ha firmado un acuerdo entre la OMS (La Organización Mundial de la Salud) y el IPC (Comité Paralímpico Internacional) para fomentar iniciativas de promoción de la salud y el deporte para personas en condición de discapacidad.

Basado en la investigación realizada, este proyecto se enfoca en realizar un dispositivo de asistencia para personas con discapacidad transradial que permita ser utilizado en un deporte específico como la natación en estilo crol y así, contribuir con nuestro conocimiento en materia de diseño con la creación de un producto que garantice un óptimo desempeño ofreciendo calidad de vida e inclusión en el deporte.

## Justificación

El desarrollo del presente trabajo de grado tiene como propósito la producción de un dispositivo de asistencia para personas con discapacidad transradial que les brinde soporte en la ejecución de la natación en el estilo crol también conocido como estilo libre; deporte que requiere del apoyo de las manos para generar un efectivo arrastre del agua aumentando la eficiencia de cada brazada, contribuyendo a una mayor autonomía para las personas con diversidad funcional mediante el uso de dispositivos que brinden seguridad, comodidad y les permita mejorar el desarrollo de habilidades en la ejecución de un deporte como la natación.

En la natación, la discapacidad juega un papel muy importante que requiere de mayor atención de una manera presencial en las instituciones. La discapacidad física, visual o intelectual, conlleva a una serie de requisitos para mayor seguridad en el momento de interactuar en un espacio acuático. El rendimiento de cada persona es de menor a mayor, dependiendo de su estado de falencia y funcionalidad en su cuerpo. La natación adaptada es una gran oportunidad de inclusión para personas con discapacidad.

El acceso a un deporte tan completo como la natación es muy importante para personas con diversidad funcional ya que no solo les permite la integración social si no que les brinda muchos beneficios para la salud como nos lo señala (Cano, 2019) la natación trabaja con una gran parte de los músculos del cuerpo lo que permite mejorar la fuerza, la capacidad pulmonar, la tonificación del cuerpo y mantener un peso adecuado, este deporte estimula el equilibrio y la coordinación del cuerpo, brinda hábitos de vida saludables, mejora la capacidad pulmonar y desarrolla la autonomía, confianza y seguridad en las personas.

Debido a la importancia y beneficios que la práctica de la natación brinda a las personas con discapacidad con la realización de este proyecto se busca ofrecer un producto que permita fortalecer las habilidades de las personas con discapacidad transradial brindándoles un dispositivo de asistencia seguro y funcional, mejorando la calidad de vida y un mejor desempeño en el deporte.

## Objetivo general

Diseñar un dispositivo para asistir el deporte estilo libre de natación en personas con discapacidad transradial en ambos miembros superiores.

## Objetivos específicos

- Determinar especificaciones de diseño de producto enfocados en la natación y sus requerimientos para un desempeño óptimo.
- Establecer alternativas de diseño que reflejen una solución adecuada para la necesidad del usuario.
- Validar el diseño elegido a través de un plan de pruebas en un prototipo.

## Requerimientos de diseño (pds)

Para el diseño del dispositivo de asistencia realizamos una lista de requerimientos considerando las características principales que el producto debe cumplir para lograr satisfacer las expectativas estéticas y funcionales.

**Tabla 1**

### Especificaciones de diseño de producto

ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO						Departamento de Diseño
PROYECTO: DISPOSITIVO DE ASISTENCIA DE NATACIÓN						
Nro.	Aspecto	Requerimiento	Métrica	Valor - Rango	Importancia	Observaciones
1	Instalación	El producto debe permitir un fácil manejo al momento de ponerlo y retirarlo.	minutos	< 5	5	debe garantizar un uso fácil pero con un ajuste seguro.
2	Peso	El producto debe tener un peso adecuado que no genere resistencia y carga en su uso	gramos	145 a 220	3	
3	Usabilidad	El producto debe garantizar un desempeño eficiente en el nado, teniendo en cuenta las medidas de mecánica natural de las manos para reducir la resistencia .	milímetros	3 a 8	5	para un nado eficiente los dedos de las manos deben tener un espacio entre ellos.
4	Clientes	El producto debe tener un adaptador que permita ser utilizado por diferentes personas	centímetros	35	4	circunferencia de parte media del antebrazo
5	Dimensiones	El dispositivo debe tener un tamaño adecuado de la superficie que hace el arrastre del agua.	centímetros	13 x 19 a 15 x 20	5	dimensiones: ancho x largo
6	Escalas de Tiempo	La limpieza y secado del producto debe darse en un tiempo reducido	Minutos	< 10	3	
7	Aspectos Formales	El producto debe tener un diseño y estética acorde con la disciplina y los usuarios para incrementar la autoestima.	aprobación	aprobado	4	encuesta de selección múltiple
8	Salud y Seguridad	El producto debe tener un diseño y acabados que brinden seguridad con el roce de la piel	tacto	suave, sin rugosidades o filos	5	
9	Dimensiones	El producto debe tener un espesor adecuado	milímetros	6	5	
10	Calidad	El material debe ser impermeable evitando que el agua altere sus propiedades y su estructura interna	materiales	polipropileno (PP) policarbonato (PC)	5	
11	Usabilidad	El producto debe cumplir con su objetivo de uso permitiendo un correcto desempeño del usuario en el deporte.	prueba de producto	aprobado	5	pruebas de uso del prototipo en el agua
12	Dimensiones	Debe tener una tolerancia adecuada con una distancia que no genere que aprete en el momento del contacto de a piel y el material	Medidas del muñon	aproximado	5	
13	Ergonomía	El producto debe adaptarse al brazo y ser proporcional al cuerpo	tacto	precisión	5	
14	Otros	El producto debe tener una rigidez adecuada, no debe ser endeble para mayor agarre en el agua	gramos	>100	4	
15	Otros	el producto debe ser apto a temperaturas frías	grados	< 35	4	

*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

En el Anexo 1 – Especificaciones de Diseño de Producto, se encuentra el documento principal relacionado con las alternativas de diseño.



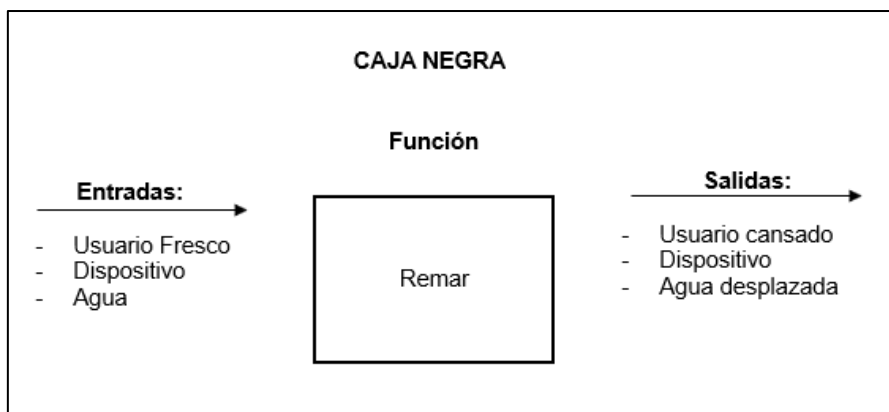
EJECUCIÓN

02

Ideación

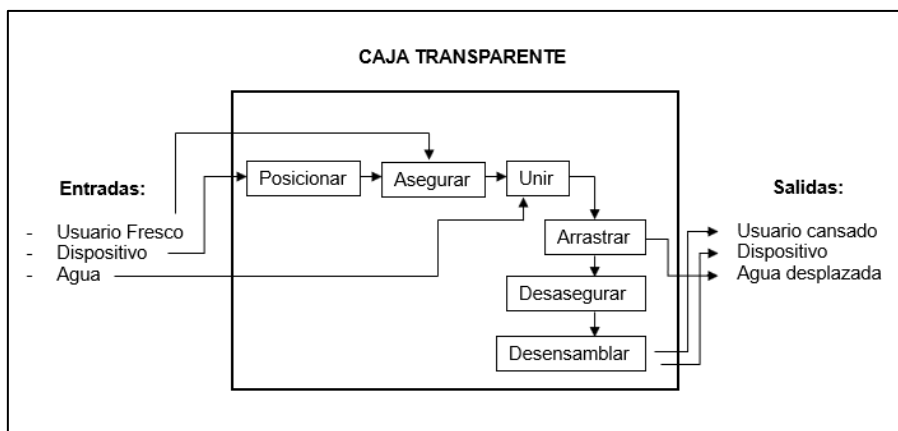
Durante el desarrollo del proyecto se creó una caja negra y una caja transparente para identificar los componentes de entrada y de salida del producto así como el funcionamiento interno de este sistema y su articulación con el usuario. En la caja negra se identificó las funciones e interacciones generales del producto con el usuario y en la caja transparente se definió cuáles son los procesos que permiten que se cumplan las funciones del producto y lo lleve a un resultado final que es el desplazamiento en el agua.

Figura 1. Caja negra



Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés

Figura 2. Caja transparente



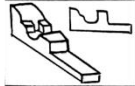







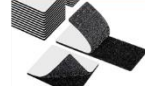












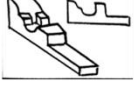



Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés

Luego para el proceso de ideación se realizó una matriz morfológica basada en la información obtenida en la caja negra y la caja transparente, la cual nos permitió descomponer el artefacto a trabajar en sus estructuras o funciones principales, al tener las funciones claves del producto se procedió a recopilar referentes de diseño para posicionar en la matriz morfológica y de esta forma obtener variedad de combinaciones que permitan dar solución al problema que se trabaja.

A continuación presentamos la matriz morfológica creada con diferentes mecanismos, productos existentes y referentes de la naturaleza.

**Tabla 2**

*Matriz morfológica*


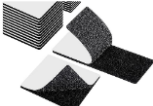


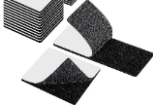

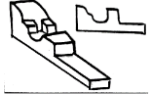




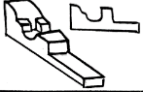
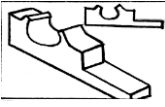
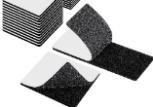


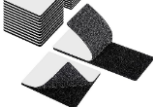







	Mecanismo 1	Mecanismo 2	Mecanismo 3	Mecanismo 4	Mecanismo 5
Posicionar					
Asegurar	 Botones macho-hembra (apretar botón)	 cremallera (subir)	 imán (imantar)	 velcro-correa (adherir)	 Correa o banda elástica (expandir)
Unir					
Arrastrar	 Forma plana (remo)	 forma pata de pato	 forma ardilla voladora	 forma cola castor (encocada)	 Forma aleta de la cola del pez
Desasegurar	 Botones macho-hembra (desapretar botón)	 cremallera (bajar)	 imán (desimantar)	 velcro-correa (des adherir)	 Correa o banda elástica (expandir)
Desensamblar					

*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

Finalizamos con una tabla de alternativas de diseño creada a partir de la matriz morfológica, mediante la definición de unas rutas de selección o combinación de los referentes.

**Tabla 3**

*Alternativas de diseño*

Alternativas de diseño						
	Posicionar	Asegurar	Unir	Arrastrar	Desasegurar	Desensamblar
Alternativa 1		 velcro-correa (adherir)		 forma pata de pato	 velcro-correa (des adherir)	
Alternativa 2		 Botones macho-hembra (apretar botón)		 Forma aleta de la cola del pez	 Botones macho-hembra (desapretar botón)	
Alternativa 3		 velcro-correa (adherir)		 forma pata de pato	 velcro-correa (des adherir)	
Alternativa 4		 Correa o banda elástica (expandir)		 Forma plana (remo)	 Correa o banda elástica (expandir)	

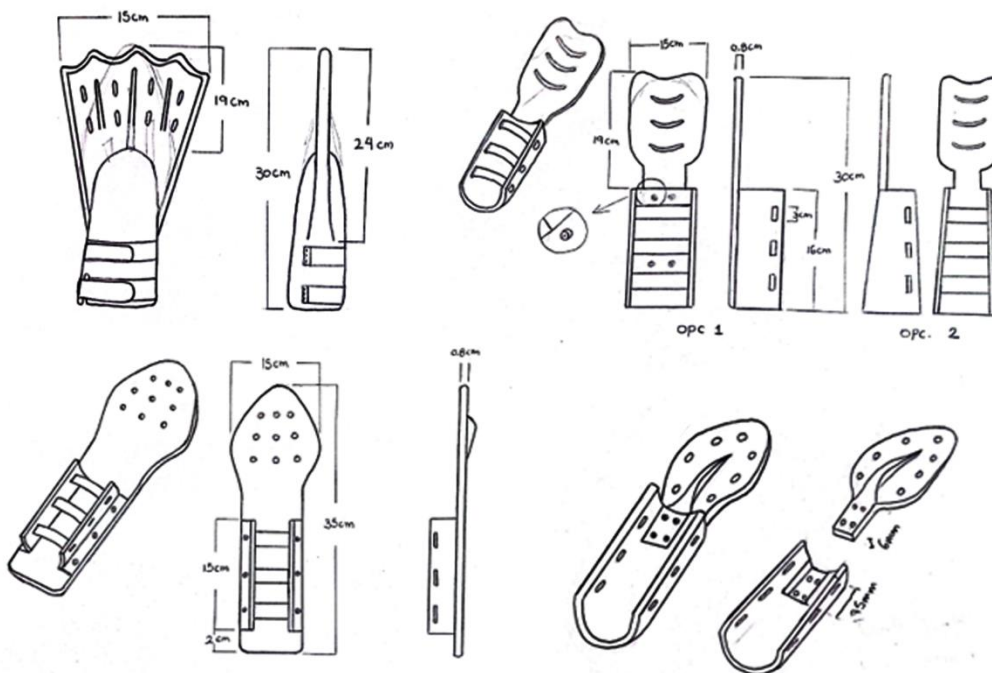
*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

## Propuestas de diseño

A partir de las alternativas de diseño se procede con el desarrollo de bosquejos, experimentando con diferentes formas que permitan dar soluciones adecuadas a la problemática trabajada.

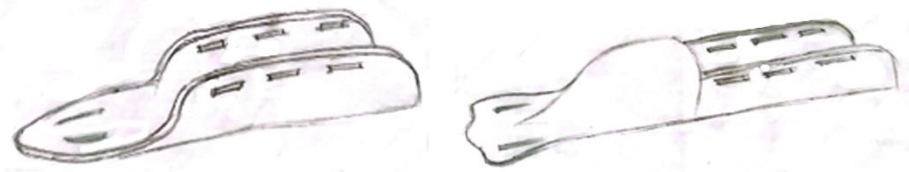
A continuación veremos los diferentes bocetos realizados.

Figura 3. Bocetos A



Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe

Figura 4. Bocetos B

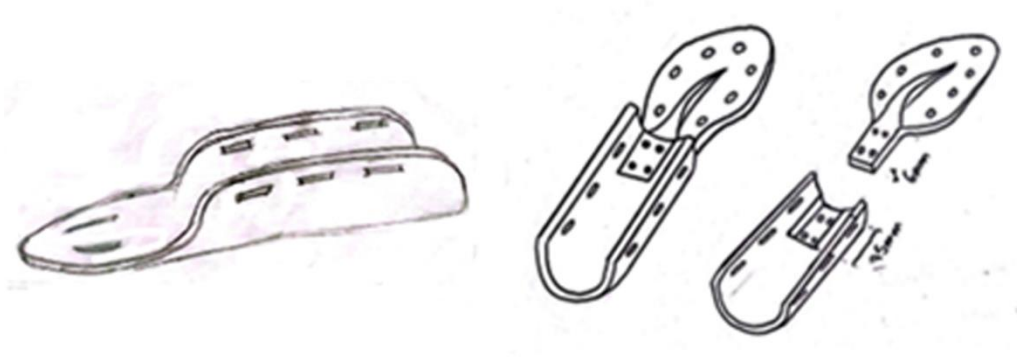


Nota: elaborado por Juan Camilo Gil Cortés

## Evaluación de las propuestas de diseño

Una vez presentado a nuestros docentes las propuestas de diseño, se definió cual era la alternativa que presentaba mejores características funcionales y constructivas, que tuviera mayor viabilidad para impresión 3D, brindando un ideal desempeño. Donde se determina que las mejores opciones son los siguientes bocetos mostrados a continuación ya que tienen pocas piezas con facilidad de fabricación y no requieren demasiado tiempo de manufactura.

**Figura 5.** Bocetos elegidos



*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

Durante el proceso de modelado, se evoluciono y se integró ambas propuestas, realizando pequeños cambios que permitieran un adecuado ensamble y funcionamiento.



## Diseño de detalle

En esta etapa se realiza la modelación 3D teniendo en cuenta las medidas antropométricas del brazo del usuario con discapacidad transradial al cual previamente en la institución se le tomaron medidas y una posterior impresión 3D de su antebrazo.

En el proceso de modelado se plantean y se definen los cambios necesarios en el diseño, como el espesor del material, el ensamble de sus partes, la forma y curvatura de la pala, tornillos, materiales, agujeros y ranuras necesarias.

Durante este proceso se tuvo la orientación de los docentes, donde cada semana nos aportaban una retroalimentación del trabajo y se presentaban avances y cambios realizados.

**Figura 6.** *Render del producto*



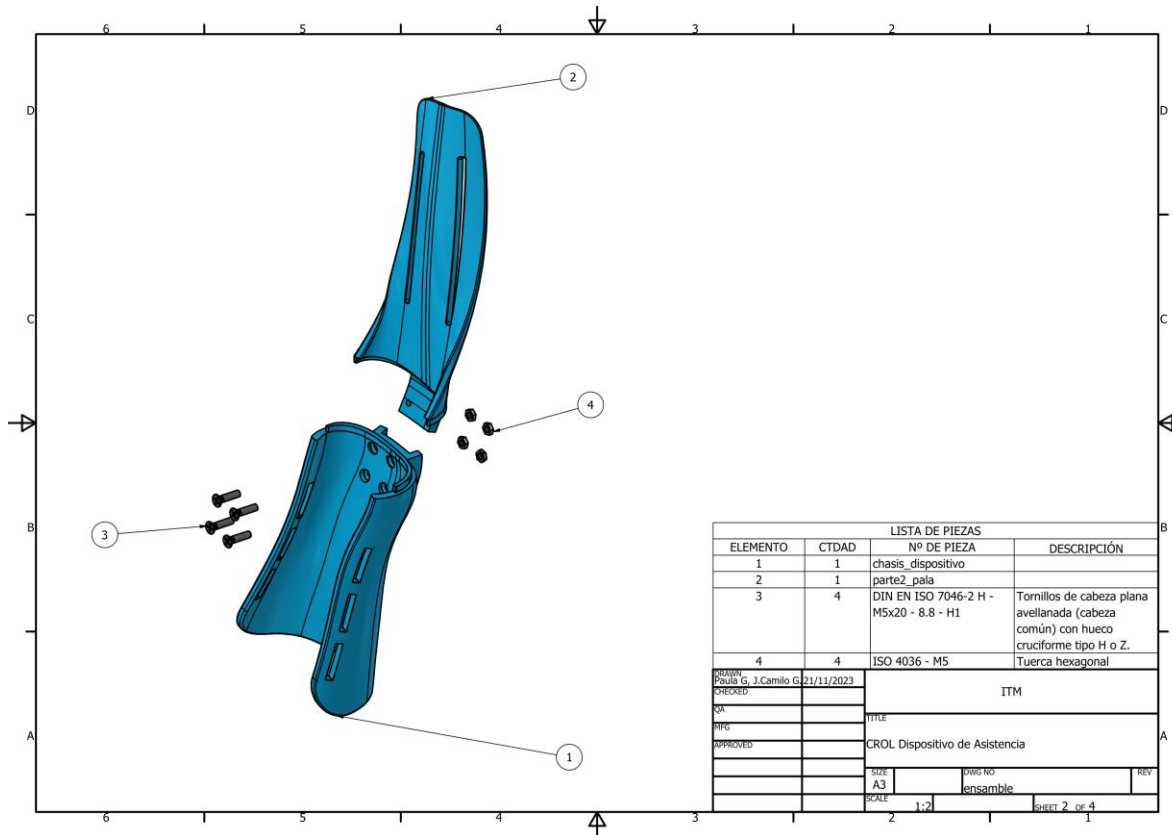
*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

En la carpeta Anexo 2 – Archivos de modelado, se encuentran los archivos stp de cada pieza del producto y del ensamble.

## Planimetría

Teniendo el proceso de modelado culminado, procedemos a realizar su respectivo ensamble y posteriormente realizamos el trabajo de planimetría, donde especificamos las cotas generales y necesarias para la interpretación de los planos.

Figura 7. Plano de explosión



Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés

En el Anexo 3 – Planimetría, se encuentra el documento principal relacionado con la planimetría de cada pieza con sus cotas principales.

## Carta de procesos

En la siguiente carta de procesos se especifica las características del material y el procedimiento de fabricación de cada pieza.

**Tabla 4**

*Carta de procesos*

Carta de procesos		Departamento de Diseño		ITM		Institución Universitaria	
Proyecto: CROL Dispositivo de asistencia para natación							
Pieza #	Descripción	Material(es)	Insumo(s)	Proceso(s)	Máquina(s) y herramienta(s)	Acabado(s)	Observaciones
1	Chasis_dispositivo	PLA	Filamento PLA	Impresión 3D	Impresora 3D	Impresión 3D, lija y pintura color azul	Creado a partir de planos basados medidas antropométricas
2	Parte_2_pala	PLA	Filamento PLA	Impresión 3D	Impresora 3D	Impresión 3D, lija y pintura color azul	Creado a partir de planos basados en un diseño funcional
3	Tornillos	Acero inoxidable	4 tornillos M5x25	Compra y atornillado para ensamble	Destornillador de estrella	Acero inoxidable	Tornillos de cabeza plana avellanada
4	Tuerca hexagonal	Acero inoxidable	4 tuercas M5	Compra y atornillado para ensamble	Manual	Acero inoxidable	

*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

En el Anexo 4 – Carta de procesos, se encuentra el documento principal relacionado con las especificaciones de las piezas y ensamble del producto.

## Prototipo

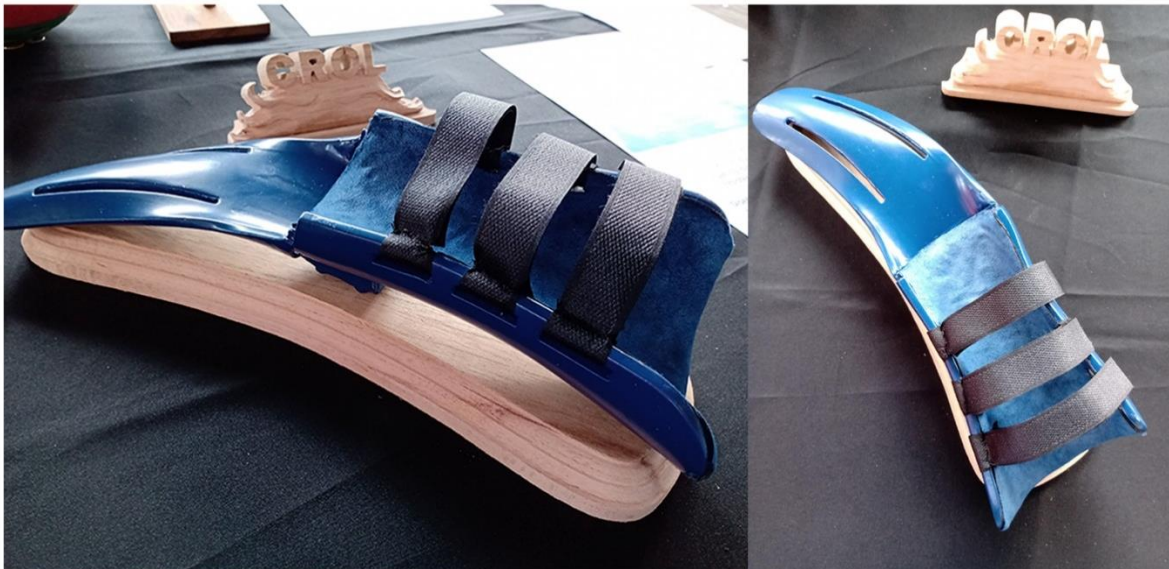
El prototipo se fabrica por medio de impresión 3D con filamento de PLA, el cual es un material resistente a la tracción, orgánico y renovable. Posteriormente a su impresión se realiza el proceso de acabado, en el cual se lija, se le aplica una masilla, se le aplica pintura color azul y se procede a ensamblar.

**Figura 8.** *Materiales, lijado y masillado.*



*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

**Figura 9.** *Pintura*



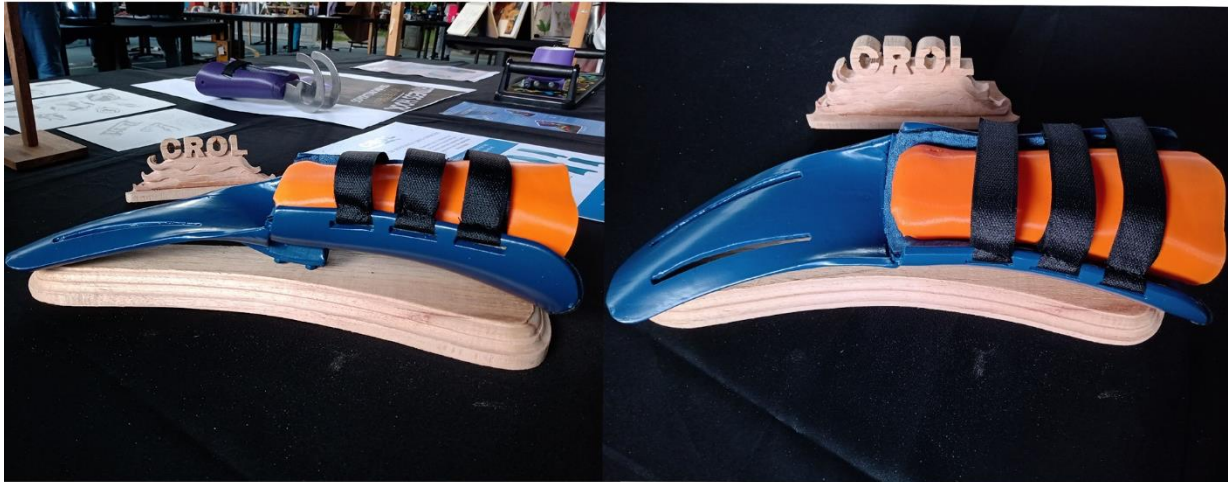
*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*



## Validación de prototipo

Para validar la fijación y posición del producto se utiliza la impresión 3D del antebrazo del usuario con el cual se realizó el desarrollo del trabajo.

Figura 10. Prototipo con impresión 3D de antebrazo



Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés



DIVULGACIÓN

03



## Infográfico final

Se realiza infográfico en tamaño tabloide donde se exponen las características principales del producto.

Figura 11. Infográfico



*Nota: elaborado por Paula Andrea Grajales Uribe y Juan Camilo Gil Cortés*

# CONCLUSIONES

- En Colombia las personas con discapacidad han encontrado un medio de inclusión en el deporte gracias a los avances en políticas de inclusión social y a la adecuación de espacios que se les ha brindado para la práctica de diferentes deportes, teniendo en cuenta que aún falta mayor control de los recursos en ciertas regiones del país.
- La natación es un deporte inclusivo que brinda un desarrollo de habilidades y crecimiento personal para las personas, eliminando las barreras que puedan surgir en la realización de deportes para personas con diversidad funcional ya que permite que personas con diferentes discapacidades lo puedan practicar.
- Mediante la investigación, el trabajo en equipo y el compromiso se puede lograr la solución de problemas y de esta forma aportar a las personas una mejor calidad de vida.
- Es necesaria la práctica en el manejo de softwares de diseño para tener mayor habilidad y experiencia en la proyección de las ideas, de este modo se evitan errores y contratiempos.
- Como diseñadores queremos enfocarnos en la construcción de herramientas a nivel personal que nos permitan tener una mejor aplicación de nuestras habilidades en la resolución de problemas, encaminados hacia un futuro lleno de satisfacciones en el ámbito laboral y personal.

# BIBLIOGRAFÍA

- Bupa. (septiembre de 2023). *Bupa*. Obtenido de <https://www.bupasalud.com.co/salud/causas-del-sedentarismo>
- Canal Olímpico, C. (2022). *Canal Olímpico*. Obtenido de <https://olimpicocol.co/web/con-24-medallas-finalizo-la-natacion-de-carreras-colombiana-en-los-juegos-suramericanos/>
- Cano, P. V. (2019). *Red Social Educativa*. Obtenido de <https://redsocialededuca.net/beneficios-natacion-adaptada>
- Comité Paralímpico Colombiano. (2022). Obtenido de <https://cpc.org.co/>
- i-Natación . (septiembre de 2023). *i-natación*. Obtenido de <http://www.inatacion.com/articulos/modalidades/natacion1.html>
- Mindeporte. (2022). *Ministerio del Deporte*. Obtenido de <https://www.mindeporte.gov.co/mindeporte/quienes-somos/dependencias/direccion-fomento-desarrollo/deporte-escolar/escuelas-deportivas-para>
- Moreno, S. M. (4 de Marzo de 2020). *Evolución de la natación colombiana a través de los juegos olímpicos desde 1948-2017*. Obtenido de <https://journalusco.edu.co/index.php/paideia/article/view/2110/4019#:~:text=La%20nataci%C3%B3n%20colombiana%20inicia%20oficialmente,la%20Federaci%C3%B3n%20Nacional%20de%20Nataci%C3%B3n>
- OMS. (septiembre de 2023). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/es>
- ONU MUJERES. (2022). *ONU MUJERES COLOMBIA*. Obtenido de <https://colombia.unwomen.org/es/digital-library/publications/2022/05/analisis-de-la-situacion-de-las-personas-con-discapacidad-en-colombia-2021>
- Organización Panamericana de la Salud. (2023). *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de <https://www.paho.org/es/temas/actividad-fisica>
- Red Aprende. (septiembre de 2023). *Colombia Aprende*. Obtenido de <https://redaprende.colombiaaprende.edu.co/recursos/colecciones/HHEBZE5SNJ6/PZFPYS4ULXT/5129>



**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE DEL PROYECTO DE AULA EN TECNOLOGÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL.**

Medellín, 17 de noviembre de 2023

Señores

Departamento de Diseño

ITM

Estimados:

Yo/ Nosotros Paula Andrea Grajales Uribe identificado con la cédula N° 1152445960 de Medellín y Juan Camilo Gil Cortés identificado con la cédula N° 71310923 de Medellín, autores del proyecto de aula titulado “CROL DISPOSITIVO DE ASISTENCIA EN NATACIÓN PARA USUARIOS CON DISCAPACIDAD TRANSRADIAL”, presentado y aprobado en el semestre 2023-2 como requisito para aprobar la asignatura (código) Seminario de profundización perteneciente al programa de Tecnología en Diseño Industrial.

Por medio de la presente, autorizamos al Departamento de Diseño del Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín para que, con fines académicos, divulgue y promueva la apropiación social del conocimiento, la producción intelectual de los estudiantes ITM, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera:

- Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la página Web, de la Biblioteca General y en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio el ITM.
- Permita la consulta, la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en el formato vigente declarado por la institución desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Cordialmente,

*Paula A. Grajales U.*

---

C.C.1152445960

De: Medellín

*Juan Camilo Gil Cortes*

---

C.C.71310923

De: Medellín

