



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ingenierías

## **PROYECTO DE TITULACIÓN**

*VEHÍCULO AUTOMÁTICO PARA PACIENTES DISCAPACITADOS  
CON ARTROGRIPOSIS MÚLTIPLE CONGÉNITA*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

*INGENIERO EN MECATRÓNICA*

**PRESENTA:**

*URIEL MARIANO PÉREZ ROCHA*

**ASESOR:**

*DR. ENRIQUE JAVIER MARTÍNEZ DELGADO*

**Abril 2024**



# Índice

<b>CAPÍTULO 1: PRELIMINARES</b>	<b>4</b>
1. Portada.	4
2. Agradecimientos.	4
3. Resumen.	5
4. Índice.	5
Lista de Figuras	6
<b>CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO</b>	<b>7</b>
5.- Introducción	7
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.	8
7. Problemas a resolver.	9
8. Justificación	10
9. Objetivos	11
<b>CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO</b>	<b>12</b>
10. Marco Teórico.	12
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b>	<b>13</b>
11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.	13
Cronograma de actividades	13
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</b>	<b>15</b>
12. Resultados	15
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</b>	<b>18</b>
13. Conclusiones del Proyecto	18
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</b>	<b>18</b>
14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.	18
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>20</b>
15. Fuentes de información	20

<b>CAPÍTULOS</b>	<b>ESTRUCTURA DEL REPORTE DE RESIDENCIA PROFESIONAL</b>
<b>Capítulo 1: Preliminares</b>	1. Portada. 2. Agradecimientos. 3. Resumen. 4. Índice. (Usar tabla de contenido)
<b>Capítulo 2: Generalidades del proyecto</b>	5. Introducción. 6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo el estudiante. 7. Problemas a resolver, priorizándolos. 8. Objetivos (General y Específicos). 9. Justificación.
<b>Capítulo 3: Marco teórico</b>	10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).
<b>Capítulo 4: Desarrollo</b>	11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.
<b>Capítulo 5: Resultados</b>	12. Resultados, planos, gráficas, prototipos, manuales, programas, análisis estadísticos, modelos matemáticos, simulaciones, normatividades, regulaciones y restricciones, entre otros. Solo para proyectos que por su naturaleza lo requieran: estudio de mercado, estudio técnico y estudio económico. 13. Actividades Sociales realizadas en la empresa u organización (si es el caso).
<b>Capítulo 6: Conclusiones</b>	14. Conclusiones del Proyecto, recomendaciones y experiencia personal profesional adquirida.
<b>Capítulo 7: Competencias desarrolladas</b>	15. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.
<b>Capítulo 8: Fuentes de información</b>	16. Fuentes de información

## **Capítulo 1: Preliminares**

### **2. Agradecimientos.**

Quiero comenzar expresando mi profundo agradecimiento al instituto tecnológico de pabellón de Arteaga. Agradezco a la institución por brindarme los recursos, las instalaciones y el ambiente propicio que han sido fundamentales para llevar a cabo este proyecto de manera exitosa. La educación recibida aquí ha sentado las bases sólidas sobre las cuales he podido desarrollar mis habilidades y conocimientos.

Agradezco de manera especial a todos mis maestros y profesores. Su dedicación, compromiso y conocimientos han sido una inspiración constante. Cada lección, consejo y retroalimentación que he recibido de ellos ha contribuido significativamente en mi formación académica.

Mi más sincero agradecimiento va dirigido a mi familia. Su apoyo incondicional, comprensión y motivación han sido el motor que me ha impulsado a superar los desafíos y obstáculos que se presentaron durante este proceso. Su amor, confianza y aliento han sido fundamentales para que pueda alcanzar mis metas y aspiraciones.

Por último, pero no menos importante, quiero expresar mi gratitud a mí, su orientación experta, paciencia, valiosos consejos y compromiso con mi desarrollo académico y profesional han sido cruciales para la realización de este informe técnico. Su experiencia y conocimientos han enriquecido significativamente este trabajo, y estoy profundamente agradecido por su guía y apoyo durante todo el proceso.

Con aprecio, Uriel Mariano Pérez Rocha.

### **3. Resumen.**

Actualmente se cuenta con un equipo de transporte para el traslado, sin embargo, requieren mejoras, realizar un rediseño y mejorar la silla de uso casero para el movimiento y desplazamiento de personas sin capacidad de caminar o limitaciones para mover sus extremidades, con la finalidad de ofrecerle económicamente a familias que tienen un familiar discapacitado, que sea seguro, ergonómico, cómodo, duradero, que permita el fácil movimiento siendo así que la persona misma pueda moverse independiente a donde se requiera.

El proyecto se inicia con la evaluación crítica de un equipo de transporte preexistente, identificando áreas clave que requieren mejoras y rediseño para garantizar la seguridad,

la ergonomía y la movilidad independiente de los usuarios. Se han aplicado principios de ingeniería innovadora para desarrollar una silla adaptable, cómoda y duradera, permitiendo a las personas con discapacidad moverse libremente y con confianza en sus entornos domésticos.

El desarrollo minucioso de una silla de movilidad dedicada a atender las necesidades específicas de niños afectados por artrogriposis múltiple congénita. Este proyecto, gestado en el cruce entre la ingeniería mecatrónica y el diseño ergonómico, representa un hito significativo en la consecución de soluciones inclusivas y funcionales para individuos con limitaciones motoras severas.

Desde sus primeras etapas, este proyecto ha sido un ejercicio multidisciplinario que involucra análisis, diseño, prototipado y pruebas rigurosas. La premisa fundamental ha sido optimizar y rediseñar un equipo de transporte existente, con el objetivo de asegurar la seguridad, ergonomía y autonomía en el desplazamiento diario de quienes enfrentan dificultades físicas.

La silla de movilidad resultante no es solo un logro técnico, sino un compromiso palpable con la mejora de la calidad de vida. Este informe detalla meticulosamente los procesos de diseño innovador, la integración de tecnologías adaptables y la atención especial a la accesibilidad económica. Esta silla no solo representa una solución práctica y duradera, sino que también tiene como objetivo aliviar la carga financiera para las familias con miembros discapacitados, abriendo así nuevas posibilidades de movilidad independiente y fomentando la inclusión social.

## ***Lista de Figuras***

<i>Imagen 1. Organigrama ITPA</i> .....	11
<i>Imagen 2. Representación de un menor con artrogriposis múltiple congénita</i> .....	14
<i>Ilustración 3. Maquinaria (cortadora láser)</i> .....	17
<i>Ilustración 4. Maquinaria (cortadora)</i> .....	18

<i>Ilustración 5. Maquinaria (Soldadora).....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 6. Diseño 1 experimental y prototipo mediante diseño asistido por computadora.....</i>	<i>20</i>
<i>Ilustración 7 Parte 1 Programación mediante arduino.....</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 8. Parte 2 Programación mediante arduino.....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 9. Parte 3 Programación mediante arduino.....</i>	<i>22</i>
<i>Ilustración 10. Parte 4 Programación mediante arduino.....</i>	<i>.....</i>
<i>Ilustración 11. Evento día mundial de la discapacidad 04 diciembre 2023 “Entrega Proyecto”.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 12. Derek (menor con Artrogriposis Múltiple congénita) en evento entregando su vehículo .....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 13. Derek usando su vehículo.....</i>	<i>24</i>

## **CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5.- Introducción**

La artrogriposis múltiple congénita (AMC), también denominada simplemente artrogriposis, es una enfermedad neuromuscular caracterizada por múltiples contracturas congénitas que afectan a varias articulaciones (al menos 2 articulaciones afectadas) Figura 2. [1, 2]. El nombre procede de la combinación de las voces griegas „arthron“ (esp.: articulación) y „gryposis“ (esp.: curvado) [2]. Esta enfermedad tiene una incidencia de un caso por cada 3.000–5.000 nacimientos [2], afectando por igual a ambos sexos [2]. Aquí, la musculatura esquelética a menudo no está debidamente desarrollada, está rígida, intercalada a modo de tejido conectivo o totalmente cubierta por tejido conectivo tenso. Esto limita el crecimiento longitudinal de la musculatura y del tejido conectivo. La severidad de la enfermedad puede ser muy variable y darse en diferentes niveles de gravedad. La artrogriposis es una de las pocas enfermedades del sistema neurológico que pueden provocar contracturas en diferentes articulaciones ya desde el nacimiento. Puede afectar solo a determinadas articulaciones, principalmente en las piernas, o incluso a todas las extremidades. También el tronco o la columna vertebral pueden desarrollar escoliosis estructurales agudas sumamente difíciles de corregir mediante terapia conservadora y que, a menudo, solo pueden tratarse quirúrgicamente. Por lo general, las contracturas propias de la artrogriposis se presentan en posición simétrica. Además de las graves limitaciones corporales que sufren en parte los pacientes, los afectados de una AMC presentan por lo general un desarrollo mental e intelectual conforme a su edad y solo en casos aislados están limitados, por lo general en combinación con enfermedades sindrómicas [4]. La etiología de la enfermedad incluye múltiples factores y aún no ha podido aclararse de un modo definitivo [5]. En la literatura se describen factores de lo más diversos y heterogéneos. La enfermedad puede deberse, además de a causas neurogénicas, también a causas miogénicas. Se ha hablado tanto de mutaciones en el genoma como de factores teratogénicos (infecciones, medicamentos, etc.). A menudo, la artrogriposis se asocia asimismo a enfermedades sindrómicas. En el caso de la AMC, en aproximadamente el 50 al 60 % de los casos están afectadas todas las extremidades, en Publicado en la revista especializada: ORTHOPÄDIE TECHNIK 03/16 – Verlag Orthopädie-Technik, Dortmund Separata: ORTHOPÄDIE TECHNIK 03/16, página 64 2 cerca del 10 al 15 % solo los brazos, y en prácticamente el 40 % de los casos solo la extremidad inferior [2]. En las piernas pueden encontrarse, entre otros, pies equinovaros muy contracturados que, por lo general, solo pueden corregirse hasta un determinado grado con el método convencional de Ponseti y que, en la mayoría de los casos, precisan de forma adicional de una liberación de la cápsula articular mediante cirugía para la corrección hacia la posición neutra [6]. Las articulaciones de las rodillas muestran, generalmente, una contractura en extensión con una amplitud de movimiento claramente limitada y una flexión normalmente inferior a 20°. También las articulaciones de cadera afectadas presentan una amplitud de movimiento

reducida inferior a 40° y, por lo general, una contractura en flexión. En la extremidad superior, las personas afectadas de AMC muestran normalmente contracturas agudas en las articulaciones de los hombros (en especial, contractura en rotación interna) o en los codos (en especial, rigidez en extensión con una flexión de solo 20°). La muñeca presenta a menudo deformación en flexión, desviación ulnar y pronación. Los dedos también pueden verse afectados, encontrándose por lo general en extensión y en desviación ulnar.

En este proyecto se pretende elaborar un vehículo automático para pacientes con discapacitados con Artrogriposis Múltiple congénita, para de esta manera ayudar y facilitar las tareas que necesita realizar día con día.



## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

El Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga es el más joven de los Tecnológicos en el Estado. Se localiza en el municipio de Pabellón de Arteaga, en la parte central de Aguascalientes, a treinta kilómetros de la capital.

Cerca del ochenta por ciento de su territorio es plano, favoreciendo el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, de ahí su lema "Tierra Siempre Fértil". Pero en los últimos años se ha iniciado el desarrollo industrial en la región, y Pabellón de Arteaga es punto estratégico.

Una de las ventajas competitivas del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga es el capital intelectual, el cual es altamente competitivo y comprometido con el sistema. La mayoría labora en la industria y comparte su experiencia con los alumnos.

Es un reto para nosotros asegurar la calidad de todos los procesos académicos, que son propios del crecimiento natural de la institución, entre los que se encuentran:

- El diseño de especialidades
- Asesoría de residencias profesionales
- Desarrollo de proyectos de innovación
- Servicios de educación continua
- Investigación educativa
- Educación dual
- Acreditaciones de planes de estudio

El ITPA cuenta con las siguientes certificaciones:

- . Certificación ISO 9001:2015 SGC
- . Certificación ISO 14001:2015 SGA
- . Certificación ISO 50001:2018 SGEN
- . Certificación de Igualdad laboral y no discriminación 2015
- . Certificación de espacio libre de humo de tabaco

Actualmente el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga cuenta con una unidad académica de 2,024 m<sup>2</sup> de construcción y en el 2011 se construirá el edificio de laboratorios multidisciplinarios con áreas especializadas para prácticas en manufactura, neumática, mecánica, electrónica, cómputo, física, química, inglés, Cad-cam y cuarto de máquinas.

Además, el tecnológico imparte clases en dos modalidades siendo escolarizado y mixto.

En escolarizado se ofrecen las carreras de Ingeniería en Industrial, mecatrónica, gestión Empresarial, logística y Tic's. En la modalidad mixta, se ofrecen las carreras de Ingeniería Industrial y ingeniería en gestión empresarial.

Este proyecto fue realizado en las instalaciones del plantel, específicamente en el edificio C donde se encuentra el taller de manufactura desde diseño, análisis estáticos. En ingeniería estructural se usa en el contexto de las teorías de fallo como indicador de un buen diseño para materiales dúctiles en este caso el PTR.), programación, cortes de estructura, soldadura, pintura y ensamblaje.

**Misión:**

Brindar un servicio de educación superior de calidad comprometido con la generación, difusión y conservación del conocimiento científico, tecnológico y humanista, a través de programas educativos que permitan un desarrollo sustentable, conservando los principios universales en beneficio de la humanidad.

**Visión:**

Ser una institución de educación superior reconocida a nivel nacional e internacional, líder en la formación integral de profesionistas de calidad y excelencia, que promueve el desarrollo armónico del entorno.

**Objetivos:**

A fin de guiar y orientar las acciones cotidianas de todo su personal, el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga define los siguientes valores institucionales:

- Compromiso

Lograr propósitos comunes mediante el trabajo responsable y en equipo, mejorando permanentemente el ser, hacer y tener mediante la participación activa y el liderazgo compartido.

- Responsabilidad

Decidir y actuar conforme al análisis previo de las consecuencias inmediatas o mediatas de las acciones.

- Respeto

Actitud personal y colectiva hacia la conservación, mejoramiento y protección de las diversas formas de vida, además de la aceptación de la diversidad propia de la humanidad

- Cooperación

Facilitar condiciones que allanen el trabajo de los demás, y capacitar a toda la gente para propiciar su desarrollo personal y profesional dentro y fuera de la institución.

- Honestidad

Liderazgo que toma decisiones con base en una información completa, retroalimentando directamente con resultados e impacto mutuo, dando transparencia a cada una de las acciones personales e institucionales.

- Equidad

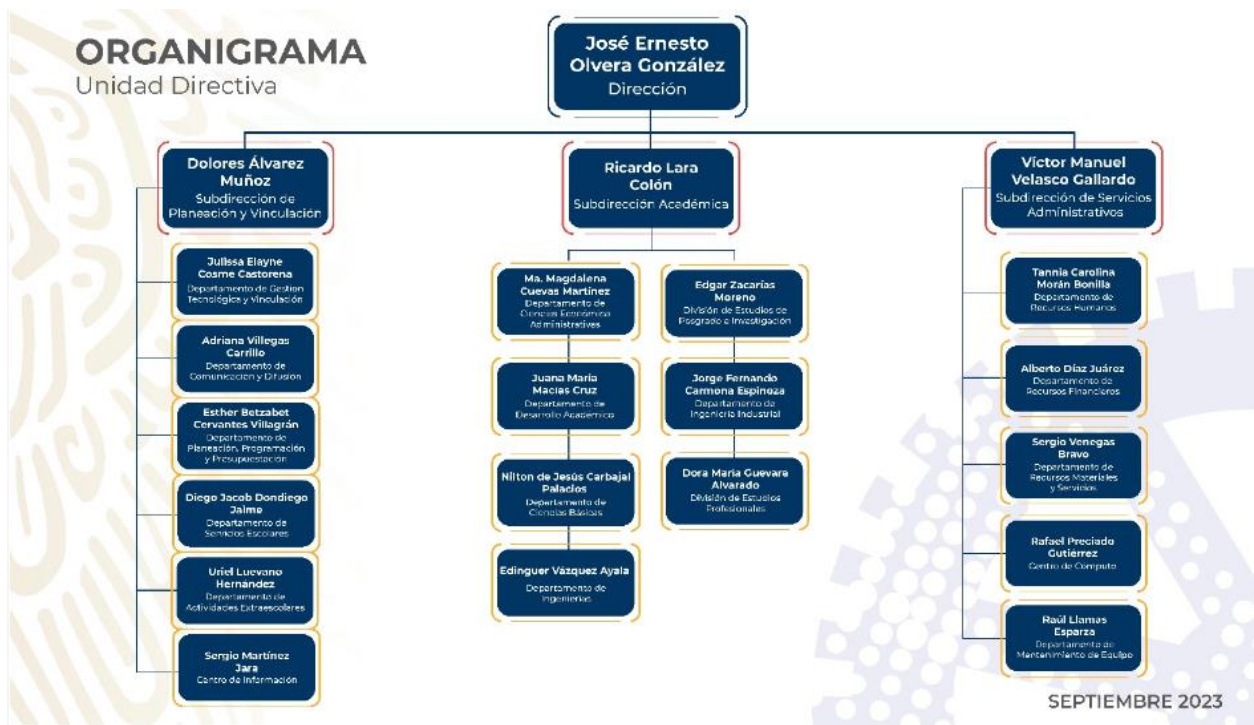
Crear un ambiente que permita establecer un sistema de reconocimiento al esfuerzo individual y de grupo en la institución.

(ITPA,

2023,

<http://pabellon.tecnm.mx/>)

**organigrama y principales clientes de la empresa.**



Imagen

1.

Organigrama

ITPA

(ITPA, 2023, <http://pabellon.tecnm.mx/>)

## **7. Problemas a resolver.**

El tener una discapacidad como artrogriposis múltiple congénita (**AMC**) limita la autonomía de las personas con dicha enfermedad es demasiado trabajo, esfuerzo y desgaste, para sus familiares que lo cuidan y en ocasiones costoso, para facilitar el traslado de las personas que tienen esta discapacidad necesaria diseñar una silla de ruedas eléctrica, la cual será con un precio accesible y a la vez de buena calidad.

El vehículo será capaz de poder moverse a realizar sus actividades independientemente, de manera cómoda, segura, ergonómica y lo más automatizada posible, de tal manera que la persona que la utilice le resulte más fácil realizar sus actividades cotidianas. Será de fácil manipulación para que el paciente que lo usara no tenga ningún inconveniente en su uso diario.

## **8. Justificación**

Este proyecto se generó para facilitar la movilidad de personas con discapacidad motriz, para evitar lesiones a las personas que están a cargo del cuidado, razón por la cual es importante la fabricación e implementación de un vehículo que se adapte con facilidad y cumpla con la seguridad de la movilidad del paciente. Además, el poder resolver problemáticas que se le presenten al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga es un forma de que nosotros como alumnos podamos demostrar nuestro conocimiento, es por eso que al presentarnos esta problemática de tener un familiar con alguna discapacidad motriz en específico Artrogriposis Múltiple Congénita, es muy difícil de afrontar, ya que el asimilar que dependerá de ti para poder realizar actividades tan simples como poder trasladarse en una pequeña distancia, es por eso que al realizar el vehículo automático para que un menor pueda aprender, el diseño propuesto está dirigido para infantes de 4-9 años, por lo cual se pretende adaptarlo a las necesidades de la persona. Teniendo beneficios económicos también, ya que la silla automática tendrá un precio mas accesible para las personas con alguna discapacidad, personas mayores, etc. El desarrollo tendrá beneficios tanto para alumnos, tecnológico y para la persona a entregar el proyecto; ya que se pretende crear con material que ha sido donado para el desarrollo de este proyecto, así como evitar costos de compra para el paciente, porque en la actualidad la accesibilidad para un vehículo como estos es de difícil acceso, por sus costos. Incluso, en ningún momento se pretende lucrar al 100% con ello, sino beneficiar a diferentes centros como lo son el CAM VIII Plantel Pabellón de Arteaga (Centro de Atención Múltiple) y el DIF municipal de Pabellón de Arteaga.

## **9. Objetivos (General y Específicos)**

### OBJETIVO GENERAL

Diseñar y elaborar un vehículo automático para el desplazamiento de enfermos sin capacidad de moverse o limitaciones para moverse como la artrogriposis múltiple congénita.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Investigar las condiciones ergonómicas, prácticas y seguras del manejo de enfermos con discapacidad que impidan su movimiento como la artrogriposis múltiple congénita.
- 2.- Diseño de la silla.
- 3- Elaboración de la silla.
- 4.- Automatización de los principales mecanismos de desplazamiento.
- 5.- Puesta en práctica de la silla.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).**

La Artrogriposis Múltiple Congénita se define de manera más completa:

- Artro: articulaciones o coyunturas.
- Gripo: curvada.
- Múltiple: de diferentes forma
- Congénita: está presente al nacer. (De Leon Ojeda, Estevez Perera, Hernandez Tapanes, Estevez Perera, & Gonzalez Mendez, 2009) [8] .



*Ilustración 2. Representación de un menor con artrogriposis múltiple congénita.*

La AMC se refiere a un grupo de trastornos congénitos raros caracterizados por múltiples contracturas articulares presentes al nacer.

Estos trastornos son el resultado de la limitación del movimiento articular en el útero.

La inteligencia es típicamente normal, excepto cuando la artrogriposis es causada por un trastorno o un síndrome que también la afectan. El diagnóstico es clínico. El tratamiento incluye manipulación articular, un yeso y a veces cirugía (Boyd, 2022) [6] .

Artrogriposis no es un diagnóstico específico, sino más bien un hallazgo clínico de contracturas congénitas; estas pueden estar presentes en > 300 trastornos diferentes. La prevalencia varía en diferentes estudios entre aproximadamente 1/3.000 a 1/12.000 nacidos vivos. La mortalidad perinatal para algunas de las condiciones subyacentes es tan alta como 32%, por lo que el establecimiento de un diagnóstico específico es importante para el pronóstico y consejo genético

Se estima en alrededor de 1% la cantidad de niños que nacen con algún tipo de contractura; 1 de cada 300 nacimientos tendrá pie equino Varo, 1 de cada 200 camptodactilia (dedos Flexionados), y luxación congénita de cadera. La Incidencia de artrogriposis múltiple congénita es De 1:3000 y 1: 6000 nacidos vivos; de estos, un Tercio tendrá solo las extremidades afectadas, Otro tercio tendrá las extremidades afectadas

más otra área del cuerpo, pero inteligencia normal y, el tercio restante tendrá alteraciones en el sistema nervioso central. En México se carece de datos epidemiológicos registrados a este respecto (Boyd, 2022).

La especialista dijo que de acuerdo con el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (CONADIS), la prevalencia en varones es de 3.3 millones y de 3.8 millones en mujeres. [7]

Indicó que la discapacidad más frecuente es la motriz, ya que de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), las dificultades para ver y caminar son las más frecuentes, mientras que las menos reportadas son las de habla o comunicación. [7]

María Elena Arellano Saldaña agregó que la discapacidad motriz se presenta con más frecuencia en poblaciones productivas y económicamente activas, mientras que la sensorial se presenta más en niños y en adultos mayores.

## **11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.**

El proceso del diseño fue con ayuda del programa de SolidWorks (es un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto.), obteniendo así un diseño más presentable, cómodo y apto para el menor, para ello se pidió ayuda para el diseño y estudio de ergonomía, se tuvo que ir a ver a el menor, platicar con el, su maestra, terapeuta y con los padres, para de este modo recaudar la mayor información posible acerca de las dificultades que el menor tiene y para de esta manera nosotros crear una solución adaptada a sus necesidades.

Después de tener ya claro un diseño, procedimos a realizar una lista de materiales a ocupar, como por ejemplo: baterías de 12v, motor de 24v, puente H para el control de el motor (estos para usados para el movimiento de la silla), también se uso tubular rectangular R-175, tubo negro de 1", lanina de 1/16 de aluminio y tapete antiderrapante (esto para la estructura), y también se uso una placa arduino nano, un regulador de voltaje, pantalla LCD, potenciómetros y limit switch (esto para la parte de control). La lista se creó en excel, el cual incluía el nombre, cuantas piezas, precio, foto y donde se puede conseguir, lo hicimos de esta manera para facilitar y conocer los materiales, y para tener un costo estimado de este.

En la manufactura, fue necesario realizar varios procesos, donde se ocuparon distintos equipos, para poder crear la silla.

Para cortar el material lo más parejo posible optamos por utilizar una cortadora para metal con un disco abrasivo de 14", optamos por esta opción ya que se pueden crear muchos cortes repetitivos y los hace muy parejos, para los cortes en ángulo decidimos hacerlos con una esmeriladora de 4 1/2", con un disco de corte fino y marcarlos con una escuadra, usamos esta opción ya que no confiamos mucho en la cortadora de metal, mas que nada por el tamaño del disco, ya que este tiende a enchucarse si la pieza se mueve y ya no nos dará el corte lo más parejo posible.

Para soldar la silla decidimos utilizar una máquina de soldar multiprocesos POWER RAVE marca LINCOLN ELECTRIC, usamos esta máquina ya que con esta podemos usar micro alambre, así como usar electrodo revestido, primero hicimos pruebas de soldadura, así como de resistencia para de esta manera saber que proceso de soldadura utilizaremos, al final optamos por el proceso MIG, ya que este es fácil de manejar, no perforaba el material y nos dio una buena resistencia en las uniones.

Ya teniendo todo soldado, procedimos a colocar los componentes que iba a estar atornillados, así como las llantas para de esta manera empezar a hacer las pruebas



mecánicas y ver si no había fallas o hubiera materiales desnivelados o movidos y que estos dieran problemas en un futuro.

En lo que unos compañeros hacían las pruebas mecánicas, otros estaban trabajando en la electrónica, estaban haciendo pruebas de funcionamiento de los componentes comprados, así como creando programas básicos para ver el funcionamiento de el motor y calcular el consumo de este, para de esta manera saber el tiempo estimado de funcionamiento según la capacidad de las baterías compradas, ya estando calados los componentes se pordede a montarlos en la silla para hacer las primeras pruebas de funcionamiento ya montados y de esta manera sacar los posibles fallos y los inconvenientes para poderlos solucionar lo más pronto posible.



*Ilustración*

*3.*

*Maquinaria*

*(cortadora*

*laser)*



*Ilustración 4. Maquinaria (cortadora)*



*Ilustración 5. Maquinaria (Soldadora)*

### ***Cronograma de actividades***

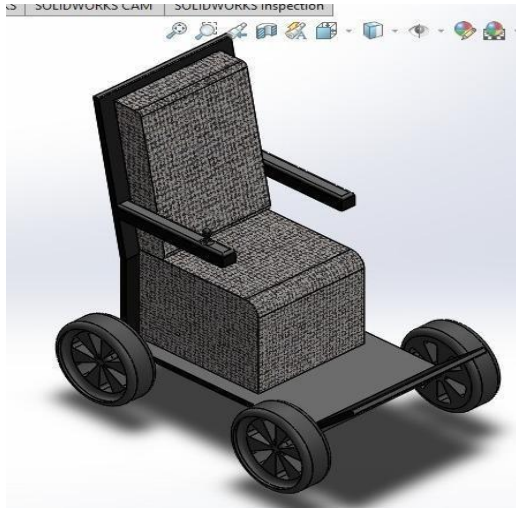
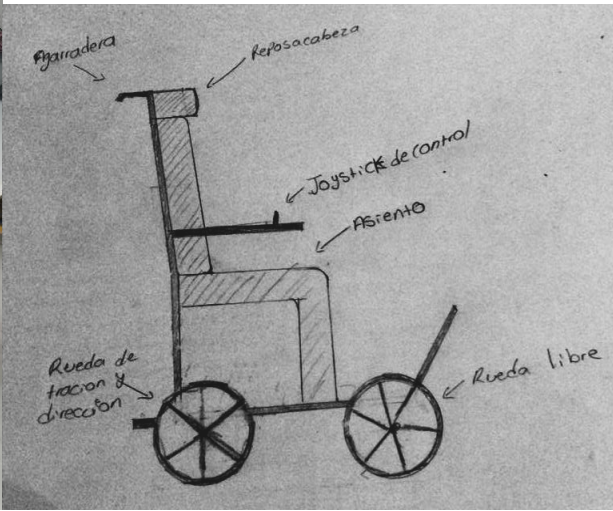
<b>Actividades</b>	<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>	<b>Noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>Diseño ergonómico para el paciente</b>					
<b>Realizar lista de materiales a usar</b>					
<b>Construcción, cortar el material a las medidas necesarias</b>					
<b>Soldar, y construir silla</b>					
<b>Pruebas mecánicas</b>					
<b>Incluir elementos eléctricos</b>					
<b>Corroborar funcionamiento de los elementos eléctricos</b>					

## **12. Resultados**

El uso de un programa de diseño asistido por computadora CAD, en específico el Solid Works, permitió el diseño y modelación del vehículo, lográndolo optimizar todas las variables de uso para brindar un manejo adecuado a los pacientes con discapacidad motriz.

Fue posible aplicar los conocimientos de mecatrónica para apoyar a dos instituciones de beneficencia pública, brindando un trato más humano y digno, mediante la donación de tres vehículos grúa. Además, se cumplió con el objetivo de desarrollar el vehículo automático para pacientes discapacitados con artrogriposis múltiple congénita, el presente 04 de diciembre del 2023, se hizo formalmente la entrega del vehículo al menor Derek N de tan solo 7 años, alumno de Centro de Atención Múltiple VII de pabellón de Arteaga.

El procedimiento para poder llegar a nuestro objetivo fue el desarrollo manufacturando el prototipo en los talleres de Manufactura del Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga, primero que todo se llevaron a cabo estudios de ergonomía para de esta manera diseñar de manera acorde para que fuera apta para el paciente.



*Ilustración 6. Diseño 1 experimental y prototipo mediante diseño asistido por computadora*



```

1 #include <Wire.h>
2 #include <LCD.h>
3 #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7);
6 //int L_EN = 8;
7 int R_EN = 8;
8 int L_EN = 8;
9 int L_PWM = 6;
10 int R_PWM = 5;
11 int lim_1 = 3;
12 int lim_2 = 4;
13
14
15 byte customChar[] = {
16   B00000,
17   B00100,
18   B01110,
19   B11111,
20   B00100,
21   B00100,
22   B00100,
23   B00100
24 };
25
26 void setup() {
27
28
29   lcd.createChar(0, customChar);
30   lcd.setBacklightPin(3, POSITIVE); // puerto P3 de PCF8574 como positivo
31   lcd.setBacklight(HIGH); // habilita iluminacion posterior de LCD
32   lcd.begin(20, 4); // 16 columnas por 2 lineas para LCD 1602A
33   lcd.clear(); // limpia pantalla

```

Descargando el índice: package\_lgt8fx\_index.json

Índice: 1/27

Lín. 85, col. 23 Arduino Nano [no conectado]

Ilustración 7. Parte 1 Programación mediante arduino. (En la presente ilustración se puede observar la programación creada para el vehículo, dividido en partes)

```

33   lcd.clear(); // limpia pantalla
34
35   pinMode(L_EN, OUTPUT);
36   pinMode(R_EN, OUTPUT);
37   pinMode(L_PWM, OUTPUT);
38   pinMode(R_PWM, OUTPUT);
39   pinMode(lim_1, INPUT);
40   pinMode(lim_2, INPUT);
41
42   // Activa la salida
43   digitalWrite(R_EN, HIGH);
44   digitalWrite(L_EN, HIGH);
45 }
46
47 void loop() {
48
49   int pot = analogRead(0);
50   int velocidad = map(pot, 0, 1023, 30, 150);
51   int velocidad_2 = map(pot, 0, 1023, 0, 100);
52
53   int vlim_1 = digitalRead(lim_1);
54   int vlim_2 = digitalRead(lim_2);
55
56   lcd.setCursor(0,0);
57   lcd.print("VELOCIDAD: ");
58   lcd.print(" ");
59   lcd.setCursor(11,0);
60   lcd.print(velocidad_2);
61   lcd.print("%");
62
63   lcd.setCursor(7,1);
64   lcd.print("R N F");
65

```

Descargando el índice: package\_lgt8fx\_index.json

Índice: 2/27

Lín. 85, col. 23 Arduino Nano [no conectado]

Ilustración 8. Parte 2 Programación mediante arduino. (En la presente ilustración se puede observar la programación creada para el vehículo, dividido en partes)

```
65
66
67
68 if (vlim_1 == 1) {
69   analogWrite(R_PWM, 255);
70   analogWrite(L_PWM, 0);
71   lcd.setCursor(7, 2);
72   lcd.print(" ");
73   lcd.setCursor(7,2);
74   lcd.print("^ ");
75   Serial.println("IZQUIERDA");
76 } else {
77   analogWrite(R_PWM, 0);
78   analogWrite(L_PWM, 0);
79 }
80
81 if (vlim_2 == 1) {
82   analogWrite(R_PWM, 0);
83   analogWrite(L_PWM, velocidad);
84   lcd.setCursor(7, 2);
85   lcd.print(" ");
86   lcd.setCursor(7,2);
87   lcd.print(" ^");
88   Serial.println("DERECHA ");
89 } else {
90   analogWrite(R_PWM, 0);
91   analogWrite(L_PWM, 0);
92 }
93 if(vlim_1 ==0 && vlim_2 == 0 || vlim_1 ==1 && vlim_2 == 1){
94   lcd.setCursor(7, 2);
95   lcd.print(" ");
96   lcd.setCursor(7,2);
97   lcd.print(" ^ ");
98   analogWrite(R_PWM, 0);
99   analogWrite(L_PWM, 0);
100
101 }
102
103 }
```

Ilustración 9. Parte 3 Programación mediante arduino. (En la presente ilustración se puede observar la programación creada para el vehículo, dividido en partes)

```
71   lcd.setCursor(7, 2);
72   lcd.print(" ");
73   lcd.setCursor(7,2);
74   lcd.print("^ ");
75   Serial.println("IZQUIERDA");
76 } else {
77   analogWrite(R_PWM, 0);
78   analogWrite(L_PWM, 0);
79 }
80
81 if (vlim_2 == 1) {
82   analogWrite(R_PWM, 0);
83   analogWrite(L_PWM, velocidad);
84   lcd.setCursor(7, 2);
85   lcd.print(" ");
86   lcd.setCursor(7,2);
87   lcd.print(" ^");
88   Serial.println("DERECHA ");
89 } else {
90   analogWrite(R_PWM, 0);
91   analogWrite(L_PWM, 0);
92 }
93 if(vlim_1 ==0 && vlim_2 == 0 || vlim_1 ==1 && vlim_2 == 1){
94   lcd.setCursor(7, 2);
95   lcd.print(" ");
96   lcd.setCursor(7,2);
97   lcd.print(" ^ ");
98   analogWrite(R_PWM, 0);
99   analogWrite(L_PWM, 0);
100
101 }
102
103 }
```

Ilustración 10. Parte 4 Programación mediante arduino. (En la presente ilustración se puede observar la programación creada para el vehículo, dividido en partes)



*Ilustración 11. Evento día mundial de la discapacidad 04 diciembre 2023 “Entrega Proyecto”*



*Ilustración 12. Derek (menor con Artrogriposis Múltiple congénita) en evento entregando su vehículo*



*Ilustración 13. Derek usando su vehículo.*



### **13. Conclusiones del Proyecto**

El poder ayudar a una personita con alguna discapacidad mostrando que mis conocimientos pueden ser de gran ayuda, demostrado que el desarrollo del vehículo automático para personas con discapacidad tal como la artrogriposis múltiple congénita, me deja una gran satisfacción que se le dono la silla en físico el 04 de diciembre del 2023, además se a dejado abierto este caso para futuras mejoras y adiconamiento tanto a este vehículo como a los futuros.

### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Apliqué habilidades directivas y de ingeniería en el diseño, gestión, fortalecimiento e innovación de las organizaciones para la toma de decisiones en forma efectiva, con una orientación sistémica y sustentable.
2. Diseñé e innové estructuras administrativas y procesos, con base en las necesidades de las organizaciones para competir eficientemente en mercados globales.
3. Gestiona eficientemente los recursos de la organización con visión compartida, con el fin de suministrar materiales y servicios de calidad.
4. Aplique métodos cuantitativos y cualitativos en el análisis e interpretación de datos y modelado de sistemas en los procesos mecánicos, para la mejora continua atendiendo estándares de calidad mundial.
5. Diseñe, y emprendí nuevos negocios y proyectos empresariales sustentables en mercados competitivos, para promover el desarrollo.
6. Diseñe e implemente estrategias de mercadotecnia basadas en información recopilada de fuentes primarias y secundarias, para incrementar la competitividad de las organizaciones.
7. Implemente planes y programas de seguridad e higiene para el fortalecimiento del entorno laboral.
8. Gestione sistemas integrales de calidad para la mejora de los procesos, ejerciendo un liderazgo estratégico y un compromiso ético.
9. Aplique las normas legales para la creación y desarrollo de las organizaciones.
10. Dirigí equipos de trabajo para la mejora continua y el crecimiento integral de las organizaciones.
11. Interprete la información financiera para detectar oportunidades de mejora e inversión en un mundo global, que propicien la rentabilidad del negocio.
12. Utilice las nuevas tecnologías de información y comunicación en la organización, para optimizar los procesos y la eficaz toma de decisiones.

13. Promover el desarrollo del capital humano, para la realización de los objetivos organizacionales, dentro de un marco ético y un contexto multicultural.
14. Aplica métodos de investigación para desarrollar e innovar modelos, sistemas, procesos y productos en las diferentes dimensiones de la organización.
15. Gestione la cadena de suministro de las organizaciones con un enfoque orientado a procesos para incrementar la productividad.
16. Analice las variables económicas para facilitar la toma estratégica de decisiones en la organización.
17. Actue como agente de cambio para facilitar la mejora continua y el desempeño de las organizaciones.

<https://www.inegi.org.mx/temas/discapacidad/>

Kroksmark, A., Kimber, E., Jerre, R., Beckung, E., & Tulinius, M. (2006). Muscle involvement and motor function in amyoplasia. *American Journal of Medical Genetics - Part A*, 140A(16), 1757-1767. <https://doi.org/10.1002/ajmg.a.31387>

Valdés-Flores, M., Casas-Ávila, L., Hernández-Zamora, E., Kofman, S., & Hidalgo-Bravo, A. (2016b). Characterization of a group unrelated patients with arthrogyrosis multiplex congenita. *Jornal de Pediatria*, 92(1), 58-64. (S/f). Recuperado el 14 de noviembre de 2023, de [https://www.researchgate.net/publication/282732678\\_Characterization\\_of\\_a\\_group\\_unrelated\\_patients\\_with\\_arthrogryosis\\_multiplex\\_congenita](https://www.researchgate.net/publication/282732678_Characterization_of_a_group_unrelated_patients_with_arthrogryosis_multiplex_congenita)