

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

---



**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**DIVISIÓN DE INGENIERÍA MECÁNICA**  
**E INDUSTRIAL**

---

**DISEÑO CONCEPTUAL DE UN DISPOSITIVO**  
**ADAPTABLE AL ASIENTO DE UN AUTOMÓVIL**  
**QUE ASISTA A PERSONAS ANCIANAS Y**  
**DISCAPACITADAS**

---

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO MECÁNICO PRESENTAN:**

**CARLOS MIGUEL APIPILHUASCO GONZÁLEZ**  
**JOSÉ ROBERTO PUENTE ÁVILA**

**DIRECTOR DE TESIS**  
**DR. ADRIÁN ESPINOSA BAUTISTA**



---

Cd. Universitaria, México D.F a 28 de septiembre de 2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

*Mi vida, el tiempo y espacio en que me encuentro, en el que me toco vivir, en el cual por azares del destino, de la naturaleza y supervivencia misma del ser humano, por amor, dos personas maravillosas se encontraron. Uno fuerte, tenaz como un árbol de encino de esos que gustaba trepar cuando era niño, frío como los inviernos del lugar donde creció, pero que siempre supo mostrar su calidez, como el calor de la llama de un soplete que puede incluso llegar a fundir el mismo acero, con su responsabilidad e ingenio, por cuanto valora las situaciones y cosas que verdaderamente valen la pena de la vida y que muchos no comprendemos aún del todo.*

*Él mismo fue, es y será como muchos, gracias a la grandeza y majestuosidad de una mujer que tuvo la capacidad de ser madre, padre, amiga, doctora, en fin, una ingeniera de la vida. Ahora, ella continúa formando parte de cada uno de los pasos que damos en la vida, vigilando y cuidando cada uno de ellos desde lo más profundo de nuestros corazones.*

*La segunda persona frágil y sensible, pero decidida y luchadora ante los momentos difíciles, como el agua de un río lo hace al encontrarse con piedras en su caudal y que aún así continúa hasta encontrar el mar, quien cálida y dulce como sus raíces ha hecho que mi vida esté encendida como el quemador de una caldera que mantiene siempre un flujo de vapor capaz de mover y darle energía a cada uno de mis días y que va en aumento para así compensar e incluso tener un remanente en forma de amor y éxitos, devolviendo toda la bella energía que siempre me ha dado.*

*Es así, con la conjunción de estos extraordinarios seres que he llegado a este lugar y tiempo; en un principio a recibir a manos llenas enseñanzas a través de la experiencia y sabiduría de ellos y muchas personas que a lo largo de mi vida han dejado cosas buenas y malas, cada una construyendo un peldaño más de mi personalidad, de mi entereza como hombre y como ser humano. Hoy, gracias a ellos he culminado una de las etapas más importantes de mi vida y listo me encuentro para trazar un camino propio lleno de abundancia, éxitos, fracasos, fuerza para superarlos, alegrías, felicidad, amor y así con cada acto agradecer lo que se me ha dado, seguir aprendiendo y tomando experiencias de la escuela más importante y difícil, la escuela de la vida.*

*Se me dio también la oportunidad de tener una compañera que estuvo conmigo incluso antes de nacer y que tuvo también la dicha de ser hija de mis padres, quien siempre ha estado a mi lado para poco a poco ir construyendo nuestros sueños, los que estoy seguro se harán realidad por los cimientos y estructura de inteligencia, astucia, ingenio, valor, entusiasmo, perseverancia, pasión y amor con que toman forma.*

*Importante ha sido también el apoyo de una mujer que hace honor a su nombre; nunca dejó que me faltara algo, siempre estuvo ahí y confió en que lograría llegar aquí y mucho más lejos, tanto como yo mismo me lo proponga, siempre con todo hasta cumplir mis metas.*

*A lo largo del camino me he encontrado también con personas que de alguna manera han marcado mi vida; algunas solo fueron como estrellas fugaces, pero por fortuna han quedado conmigo quienes la vida misma ha decidido me acompañen y con ellos es con quienes quisiera seguir el sendero de mi vida, mismo que hoy en día parece aclarar y tomar el rumbo que nosotros mismos hemos visualizado a través de nuestros sueños. Es así también, que he encontrado el amor de una linda y maravillosa persona, quien me apoya y comprende, me alienta a seguir adelante con su cariño, quien formó parte importante en la culminación de esta etapa de mi vida y el inicio de una vida llena de retos, mismos que estoy dispuesto a que pasemos juntos para superarlos y convertirlos en éxitos, abundancia y felicidad.*

*Así orgulloso y agradecido con la vida estoy por hacer de mi una persona alegre, divertida, sincera, sensible, singular; quien disfruta cada momento que pasa, para quien reír y sonreír siempre en las buenas y en las malas, ser feliz, dar, escuchar, comprender, compartir, aprender, enseñar, transmitir, hacer sentir, disfrutar, amar; no son solo estados de ánimo y sentimientos, es vivir.*

*Gracias abuela, papá, mamá, hermana, tía... gracias familia...*

*Gracias amigos...*

*Gracias amor...*

*Gracias Facultad de Ingeniería, a cada uno de mis profesores en este gran paso de mi vida, por darme las herramientas para salir a la vida profesional y gracias a toda la Universidad Nacional Autónoma de México, mi segunda casa...*

***A veces las palabras no son suficientes para expresar lo agradecido que estoy con mi familia, por todo el apoyo incondicional que me han brindado; sin ellos todo esto no hubiera sido posible.***

***Mamá y Papá:** gracias por ser mi primera escuela, por brindarme todo lo necesario y darme las armas para las pruebas más difíciles, las de la vida. Aciertos y tropiezos los vivimos juntos; todo con amor, paciencia y sabios consejos ha valido la pena.*

***Hermana:** Amiga, consejera y maestra, un ejemplo constante para tu hermano y un apoyo sin igual. Me has enseñado siempre a poner lo mejor de mí en todo lo que hago, gracias hermana.*

*¡El mejor equipo es el que se forma en casa!*

***A mis profesores:** por tener la vocación de compartir el conocimiento y confiar siempre en los alumnos.*

***A la Facultad de Ingeniería***

***y a la Universidad Nacional Autónoma de México:** por haber sido mi segunda casa y lugar de grandes vivencias.*

*Un agradecimiento especial al Doctor Adrián Espinosa Bautista por el apoyo, tiempo, atención y dedicación en la realización de nuestro trabajo.*

*Así mismo, un agradecimiento al Maestro Bernardo Frontana de la Cruz por su responsable participación en la culminación de esta tesis.*

# Índice

<b>Introducción</b> .....	<b>7</b>
---------------------------	----------

Visión.....	8
-------------	---

Misión.....	8
-------------	---

## **CAPÍTULO 1 MARCO TEORICO**

1.1 Población en la etapa de la vejez .....	9
---	---

1.1.1 La vejez en México .....	9
--------------------------------	---

1.2 La discapacidad .....	10
---------------------------	----

1.2.1 La discapacidad en México .....	11
---------------------------------------	----

1.2.1.1 Tipo de discapacidad .....	13
------------------------------------	----

1.3 La disponibilidad de automóvil .....	14
--	----

1.4 La evolución del asiento del automóvil .....	15
--	----

1.5 Las adaptaciones existentes .....	16
---------------------------------------	----

1.6 Estudio ergonómico.....	17
-----------------------------	----

1.6.1 La antropometría.....	17
-----------------------------	----

1.6.2 La antropometría del asiento.....	18
---	----

1.7 Los requerimientos del usuario.....	19
---	----

1.7.1 Encuestas y resultados.....	19
-----------------------------------	----

## **CAPITULO 2 LA METODOLOGÍA DE LA TRIZ**

2.1 La teoría de resolución de problemas de inventiva (TRIZ) .....	20
--	----

2.2 Fundamentos de la TRIZ .....	22
----------------------------------	----

2.2.1 Niveles de innovación.....	22
----------------------------------	----

2.2.2 Contradicciones físicas y técnicas.....	22
---	----

2.2.3 Análisis de recursos .....	23
----------------------------------	----

2.2.4 Idealidad del sistema .....	23
-----------------------------------	----

2.2.5 Parámetros generalizados .....	24
--------------------------------------	----

2.2.6 Principios inventivos.....	24
----------------------------------	----

2.2.7 Evolución de sistemas.....	24
----------------------------------	----

2.3 Aplicación de la metodología de la TRIZ (software CRAX) .....	25
---	----

2.3.1 Descripción del problema .....	25
--------------------------------------	----

2.3.2. Recursos.....	26
2.3.3 Redefinición .....	30
2.3.4 Modelado del sistema .....	32
2.3.5 Matriz de contradicciones .....	37
2.3.6 Radares de evolución.....	45
<b>CAPÍTULO 3 DISEÑO</b>	
3.1 Concepto.....	50
3.2 Diseño conceptual .....	52
3.3 Modelo.....	54
3.4 Materiales, análisis de tensión y costos .....	60
3.4.1 Resumen de resultados .....	65
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 69</b>
<b>APÉNDICE A</b>	
.....	<b>PRINCIPOS GENERALIZADOS 72</b>
<b>APÉNDICE B</b>	
.....	<b>PRINCIPOS INVENTIVOS 74</b>
<b>APÉNDICE C</b>	
.....	<b>TENDENCIAS DE EVOLUCIÓN 77</b>
<b>APÉNDICE D</b>	
.....	<b>DISEÑOS PRELIMINARES 79</b>
<b>APÉNDICE E</b>	
.....	<b>PLANOS DE DISEÑO 84</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.....</b>	<b>89</b>

## INTRODUCCIÓN

En México, la población en su conjunto se incrementó a una tasa promedio de 1.43% anual, la del grupo de edad de 60 años o más lo hizo a un 3.11%. Este ritmo de crecimiento propició que los adultos mayores aumentaran su presencia.

En cuanto discapacidad a nivel nacional, había un millón 795 mil personas con discapacidad según el censo de población del año 2000. El tipo de discapacidad más frecuente fue la motriz con el 45.3% del total de los discapacitados.

El automóvil es un bien que facilita el traslado de las personas, lo cual adquiere enorme importancia para las personas adultas mayores y discapacitados, pero este medio de transporte no cuenta con las condiciones adecuadas para estos sectores. Quienes utilizan automóvil es el 11.68% del total de discapacitados.

El diseño de los asientos de automóvil ha mejorado notablemente a través de los años y la evolución que ha llevado a los asientos hasta los actuales ha sido gradual. A partir de los años 80, la modelización informática, medicina, y la biomecánica dirigen la concepción de los asientos de automóvil. La consideración de las restricciones ergonómicas permite adaptarlos mejor a las necesidades de los usuarios.

Aún no existen adecuaciones en la fabricación de vehículos dirigidas hacia personas con algún impedimento físico, por ello, se pretende introducir una adaptación en el asiento del conductor que sea útil tanto a una persona en condiciones físicas normales como a personas ancianas y discapacitados.

La “Teoría de la resolución de problemas de inventiva” (TRIZ) de G.S. Altshuller es un método de resolución de problemas basado en la lógica y en la recopilación de datos, lo cual estimula las habilidades para resolver problemas de creatividad.

Un concepto fundamental de TRIZ es que las contradicciones deben ser eliminadas. La TRIZ reconoce dos categorías de contradicciones: físicas y técnicas. Los 40 principios de solución de problemas fueron encontrados como soluciones a varias contradicciones generales, las cuales son el origen de varios problemas.

El software de CREAX® contiene herramientas que ayudan en el proceso del pensamiento en tiempo y espacio y permite una flexibilidad significativa sobre cómo usar la TRIZ, ofreciendo una estructura completa y acceso a definición de problemas individuales y herramientas de solución.

La primera parte del proceso de solución de problemas de CREAX® a la que se hará referencia es, la definición del problema; en la utilización del método de la TRIZ se hace uso de “recursos invisibles” pero útiles, que a simple vista pasan desapercibidos debido a bloqueos psicológicos, para descubrirlos se dividirá el espacio tiempo del problema en pasado, presente y futuro; también se hacen presentes las restricciones, las cuales pueden generar dificultades en el desarrollo del sistema; para su análisis, al igual que los recursos, se dividirá el espacio tiempo del problema en pasado, presente, futuro, y a su vez en macrosistema, sistema y subsistema; es necesario además, redefinir el problema con el fin de plantear el problema principal y el por qué se quiere resolver, así como los impedimentos para su solución; el siguiente paso será establecer



todos los elementos que estarán relacionados con el sistema, teniendo como fin hallar contradicciones en las diferentes interacciones de los elementos que lo afectan directa o indirectamente; luego en la matriz de contradicciones se analizarán las mismas junto con los principios recomendados que podrían ayudar a eliminarlas; para completar el estudio previo al diseño, se analizarán algunos sistemas patentados para determinar su potencial evolutivo.

Con toda la información obtenida se dará inicio al desarrollo de la propuesta de diseño de un dispositivo de asiento que asista a personas discapacitadas y ancianas.

La propuesta de diseño hará referencia a un asiento (generalmente el del pasajero), que se eleva mediante un sistema hidráulico, lo suficiente para que en los movimientos posteriores el sistema del asiento pueda librar el estribo del vehículo, a continuación se rota manualmente o eléctricamente desde una posición normal (viendo al frente) a una posición lateral. El asiento giratorio se extiende lateralmente hacia el exterior del vehículo; durante este movimiento, el asiento desciende y su borde superior se inclina hacia abajo para asistir a la persona que pretende subir o bajar del automóvil. Ya sentada la persona o fuera del vehículo, el asiento asciende y se retrae al interior del automóvil (manualmente o eléctricamente), y el sistema hidráulico lo regresa a la posición normal (viendo al frente). Para el desarrollo del sistema, se establecerán los subsistemas que lo conformarán.

Finalmente, con el ensamblaje de los subsistemas, se obtendrá el modelo del sistema de asiento para la asistencia de personas discapacitadas y ancianas para subir y bajar de un vehículo. El objetivo será no alterar la posición original del asiento. El mecanismo deberá ser lo suficientemente compacto para adaptarse al espacio, además de contar con una estructura y componentes móviles suficientes para desempeñar los movimientos: elevación, giro, salida e inclinación. En cuanto a los materiales, algunos serán propuestos para la posible manufacturación del sistema. De acuerdo a los movimientos que desempeñará el sistema, se determinaran dos puntos que son críticos para la estructura de dos de los subsistemas, haciendo un análisis de esfuerzos para cada uno de ellos.

## **VISIÓN**

Proponer el diseño de un dispositivo que pueda ser adaptado en un automóvil, que sin hacer modificaciones en él y particularmente en el asiento del piloto o copiloto en cuanto a posición y distribución, pueda ser usado para darle al asiento movimientos tales que permita brindar ayuda a personas discapacitadas y ancianas con el objetivo de que el ascenso y descenso del vehículo sea de la forma más comfortable, ergonómica, práctica y segura.

## **MISIÓN**

Utilizar los conocimientos y habilidades de la ingeniería mecánica y particularmente el uso de la metodología de la teoría TRIZ de resolución de problemas de inventiva para así llevar a cabo un proceso lógico en el diseño de un dispositivo adaptable al asiento de un automóvil para el ascenso y descenso de personas discapacitadas y ancianas.

# CAPITULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 POBLACIÓN EN LA ETAPA DE LA VEJEZ

La sociedad está en constante evolución, los temas que preocupan en cada momento van variando según cambia la población, sus necesidades e intereses. Uno de los temas que más preocupan en la actualidad es el de la vejez y, como consecuencia, surgen temas de interés relacionados directamente con este grupo social, tales como el cuidado del cuerpo, la mejora de la calidad de vida, vivir una vida de forma sana y autónoma. Así, la gerontología (*geronto-anciano, logos-estudio*) se encarga del estudio del envejecimiento, abordando aspectos psicológicos, sociales, económicos, demográficos y otros relacionados con este sector de la población; por otro lado la geriatría se centra en las consecuencias físicas, psicológicas y sociales, producto del proceso de envejecimiento.

De acuerdo a estas ramas, se tiene la siguiente clasificación<sup>1</sup>:

- Viejo – joven de 65 a 74 años
- Viejo – maduro de 75 a 85 años
- Viejo – viejo mayor a 85 años

El envejecimiento demográfico es un fenómeno mundial cuyas características impactan directamente a las personas, los hogares, las comunidades y prácticamente a todos los sectores del gobierno y la sociedad. El proceso de envejecimiento es el resultado de la interacción de factores biológicos, psicológicos y sociales que se complican con la aparición de patologías que contribuyen en gran medida a la pérdida de capacidades.

Como resultado de los grandes cambios demográficos experimentados en México durante el siglo XX, la estructura por edad y sexo de la población está sufriendo cambios significativos; entre éstos destaca el inicio del proceso de envejecimiento demográfico que se expresa como un incremento relativo y absoluto de la población en edades avanzadas.

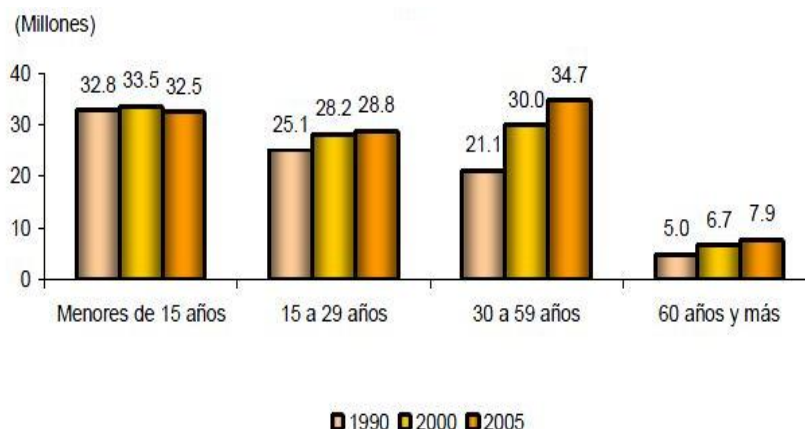
Actualmente México es un país de jóvenes, donde 50% de la población tiene 22 años o menos; no obstante, es necesario analizar ciertas condiciones de vida y algunos de los principales problemas de las personas adultas mayores en el presente, con el objetivo de prever el perfil de demandas y necesidades de este grupo de población en los años por venir.

#### 1.1.1 LA VEJEZ EN MÉXICO

En el periodo comprendido entre 1990 y 2005, en México, la población en su conjunto se incrementó a una tasa de 1.43% promedio anual, la del grupo de edad de 60 años o más lo hizo a 3.11 por ciento. Este ritmo de crecimiento propició que los adultos mayores aumentaran su presencia tanto en términos absolutos como relativos: en 1990 este grupo contaba con cinco millones de individuos como muestra la gráfica, para el año 2005 aumentó a 7.9 millones, con lo que la proporción de adultos mayores pasó de 6% a 7.6% en ese lapso.

---

<sup>1</sup> D'Hyver C. Geriatría. México, Editorial: Manual Moderno



**GRÁFICA 1.1**  
Población por grupos de edad 1990 – 2005

Por grupos de edad, se observa que entre quienes tienen 60 y 69 años representan más de la mitad de los adultos mayores (56%); los de 70 a 79 años menos de la tercera parte (29.9%) y el resto lo conforman aquellos con 80 años y más (14.1%).

En los próximos años, la población adulta mayor tendrá un crecimiento demográfico importante, se estima que para el año 2010 sean 9.4 millones, lo que en términos relativos representa 8.7% de la población total, es decir, un punto porcentual más respecto a 2005. Con lo anterior, la tasa de crecimiento promedio anual de este grupo aumentaría de 3.47% en 2005-2007 a 3.59% entre 2007 y 2010.

## 1.2 LA DISCAPACIDAD

El reconocimiento de la validez tanto de la perspectiva médica como de la social, ha dado origen a la realización de diversos esfuerzos que tienen como objeto integrar ambas visiones bajo un enfoque biológico, psicológico y social. El esfuerzo más ampliamente difundido hasta el año 2000 y que sirvió de marco para el levantamiento del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, fue el desarrollado por la OMS a través de la *Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías* CIDD<sup>2</sup>. Esta clasificación fue publicada en 1980 e intentó facilitar la adopción de criterios comunes de trabajo y simplificar progresivamente la proliferación de denominaciones, contribuyendo también a mejorar la comunicación entre profesionales de diferentes disciplinas. Entre sus aportaciones más importantes, se encuentra el planteamiento de una aproximación conceptual nueva que incorpora tres niveles diferentes: deficiencia, discapacidad y minusvalía (figura 1.1).

**Deficiencia:** hace referencia a las anomalías de la estructura corporal, de la apariencia y de la función de un órgano o sistema, cualquiera que sea su causa; las deficiencias representan trastornos en el nivel del órgano (dimensión orgánica o corporal). Dentro de la experiencia de la salud, la CIDD<sup>2</sup> la ha definido como *toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica*. Las deficiencias presentan trastornos a nivel del órgano, se identifican por ejemplo, en términos de pérdida de miembros o de sentidos, disfunciones o

<sup>2</sup> Las Personas con discapacidad en México: una visión censal, INEGI 2004

limitación de funciones; algunos ejemplos de deficiencia son ceguera, sordera, mudez, amputación de un miembro y retraso mental.

**Discapacidad:** refleja las consecuencias de la deficiencia a partir del rendimiento funcional y de la actividad del individuo; las discapacidades representan, por tanto, trastornos en el nivel de la persona (dimensión individual). Dentro de la experiencia de la salud una discapacidad es *toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad para realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano*. Las discapacidades reflejan trastornos a nivel de la persona tales como dificultades de visión, del habla, de audición, y de ambulación, entre muchos otros. La discapacidad se define también como la exteriorización funcional de las deficiencias o limitaciones físicas o mentales que al relacionarse con el contexto social producen minusvalías; estas últimas expresan el desfase entre las capacidades y potencialidades de la persona con discapacidad y las demandas del medio.

**Minusvalía:** hace referencia a las desventajas que experimenta el individuo como consecuencia de las deficiencias y discapacidades; así pues, las minusvalías reflejan dificultades en la interacción y adaptación del individuo al entorno (dimensión social). Dentro de la experiencia de la salud, *una minusvalía es una situación desventajosa para un individuo determinado, como consecuencia de una deficiencia o discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso (en función de su edad, sexo, factores sociales y culturales)*. Las minusvalías establecen las desventajas que experimenta el individuo como consecuencia de las deficiencias y discapacidades; en este sentido, las minusvalías reflejan una interacción y adaptación del individuo al entorno<sup>3</sup>.



FIGURA 1.1

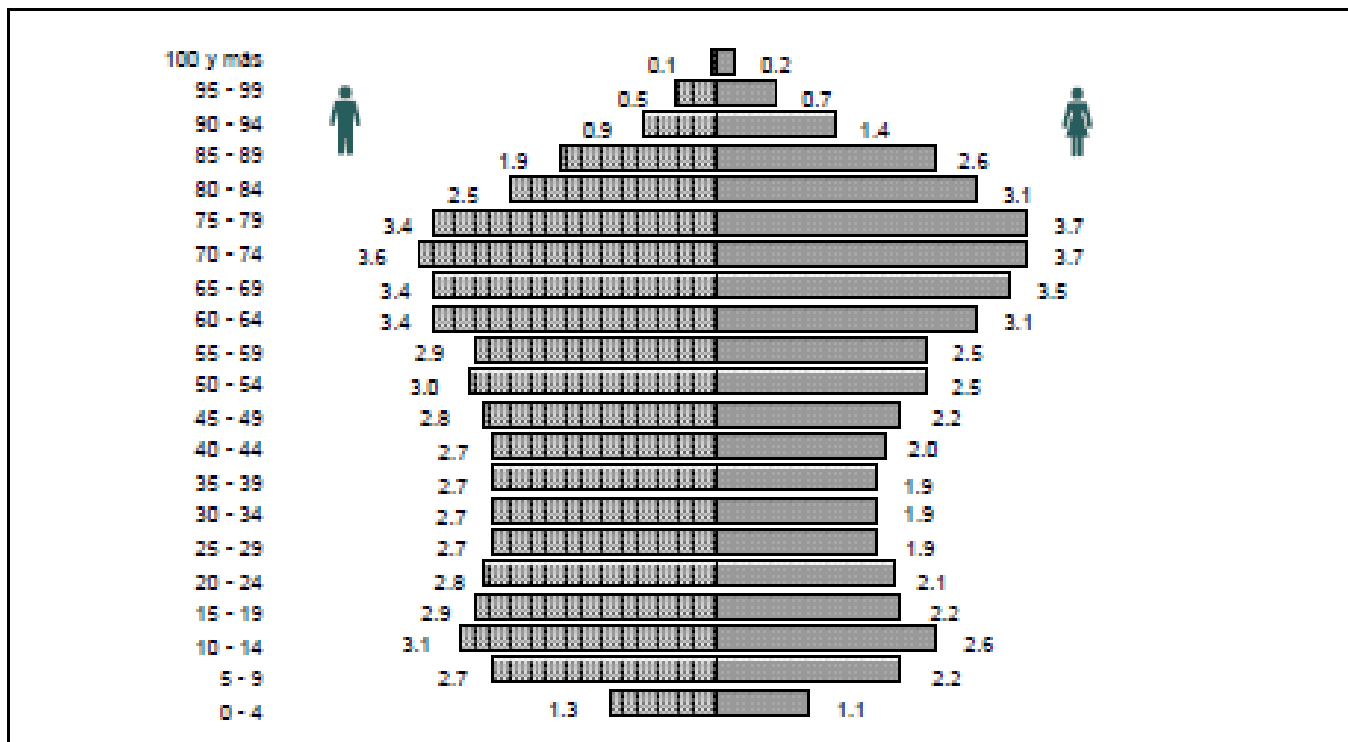
### 1.2.1. LA DISCAPACIDAD EN MÉXICO

Los resultados del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, revelaron que a nivel nacional, había un millón 795 mil personas con discapacidad, lo cual representó el 1.8% de la población total. Por sexo, fue mayor el porcentaje de hombres con discapacidad (52.6%) en comparación con el de mujeres que fue de 47.4%<sup>4</sup>

Se observan dos cimbras o puntos altos en la pirámide de población con discapacidad: en el grupo de 10 a 14 años y en el conjunto de grupos de 60 a 79 años. En contraste, los puntos bajos o declives se localizan en el grupo de 0 a 4 años, el conjunto de grupos de 15 a 39 años y en el de 80 a 100 y más (Grafica 2.1).

<sup>3</sup> INEGI, 2001.

<sup>4</sup> Las Personas con discapacidad en México: una visión censal, INEGI 2004.



**GRÁFICA 2.1**  
**Distribución porcentual de población según grupos de edad y sexo**

Así, destaca la poca presencia de la discapacidad entre los 0 y 4 años y el salto en los porcentajes de población con discapacidad en los grupos de 5 a 9 y 10 a 14 años. El proceso de aprendizaje del lenguaje y la incorporación al sistema escolarizado parecen favorecer las circunstancias en las que se detectan diversos tipos de discapacidad.

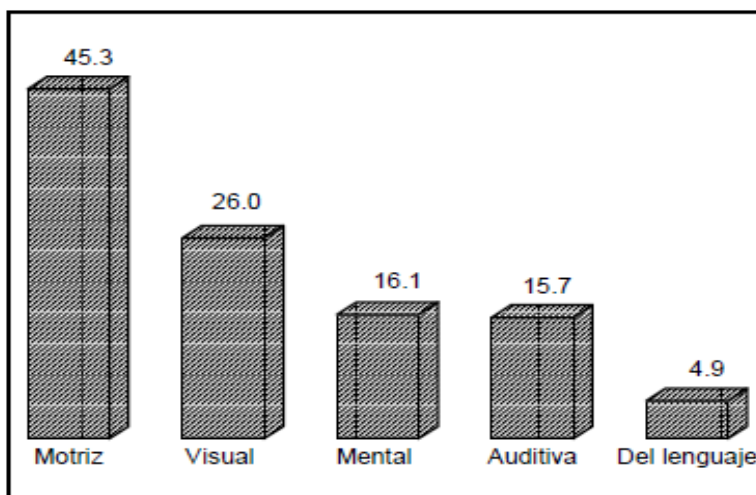
El declive observado en los siguientes grupos de edad, desde los 15 hasta los 39 o 44 años, lleva a plantear interrogantes sobre las posibles causas de la disminución de los porcentajes ya sea como impacto de hechos demográficos (defunciones), como resultado de la rehabilitación o aspectos socioculturales como es el reconocimiento de la misma discapacidad. A partir de los 45 años y hasta el grupo de 70 a 74 o el de 74 a 79 años, se observa otro incremento progresivo del porcentaje de personas con discapacidad en el que es muy probable que se manifieste la degeneración biológica del cuerpo humano y el resultado del trabajo en su vida.

La comparación entre sexos por grupos de edad permite destacar la predominancia de los porcentajes de población masculina con discapacidad desde el grupo de 0 a 4 años hasta el de 60 a 64 años, con especial relevancia entre los 15 y 39 años; situación que se invierte a partir de los 65 años, cuando son mayores los porcentajes de población femenina con discapacidad frente a los de su contraparte. Estos resultados pueden relacionarse con las diversas actividades que desarrollan los varones durante la llamada edad productiva, mismas que en combinación con los roles de género, constituyen factores de riesgo para adquirir alguna discapacidad. Por otro lado, si bien las mujeres tienen una mayor esperanza de vida, también poseen mayores probabilidades de adquirir alguna discapacidad durante la vejez.

La forma en la que se distribuye geográficamente esta población permite conocer cuáles son las entidades donde existen mayores necesidades de atención, dada la concentración porcentual de las personas con discapacidad. El estado de México (10.5%) tiene la mayor concentración porcentual, seguido por el Distrito Federal (8.9%), Jalisco (7.7%) y Veracruz (7.6%). En el polo contrario, Baja California (0.4%), Tlaxcala, Quintana Roo y Colima (0.7% cada uno) tienen los menores porcentajes de población con discapacidad<sup>5</sup>.

### 1.2.1.1 TIPO DE DISCAPACIDAD

Además de establecer una aproximación sobre el número de personas con discapacidad y saber dónde se ubican, también es importante conocer el impacto del tipo de discapacidad en este grupo de población. El XII Censo General de Población y Vivienda 2000, consideró cinco tipos de discapacidad: motriz, visual, mental, auditiva y del lenguaje, agrupando el resto de los tipos en una categoría denominada otro tipo de discapacidad. De acuerdo con esta clasificación el tipo de discapacidad más frecuente fue la motriz con 45.3% (gráfica 3.1), la cual agrupó las discapacidades músculo-esqueléticas y las neuromotrices. Las primeras se refieren a la dificultad que enfrenta una persona para moverse, caminar, mantener algunas posturas, así como las limitaciones en habilidades manipulativas como agarrar o sostener objetos. Las neuromotrices son aquellas que dificultan la movilidad de algún segmento corporal a consecuencia de un daño neurológico, incluyendo las secuelas de traumatismos y de algunas enfermedades como poliomielitis, lesiones medulares y distrofia muscular<sup>6</sup>.



**GRÁFICA 3.1**  
Porcentaje de población por tipo de discapacidad año 2000

La discapacidad motriz concentra el mayor número de personas, 45 de cada cien personas con discapacidad son de tipo motriz, lo que ubica a este tipo de discapacidad como la más importante del país por el monto de población que concentra. Los resultados obtenidos del XII Censo General de Población y Vivienda 2000, reportaron ocho personas con discapacidad motriz por cada 1 000 habitantes en el país, esto es, poco más de 814 mil personas.

<sup>5</sup> Las Personas con discapacidad en México: una visión censal, INEGI 2004.

<sup>6</sup> INEGI, 2001.

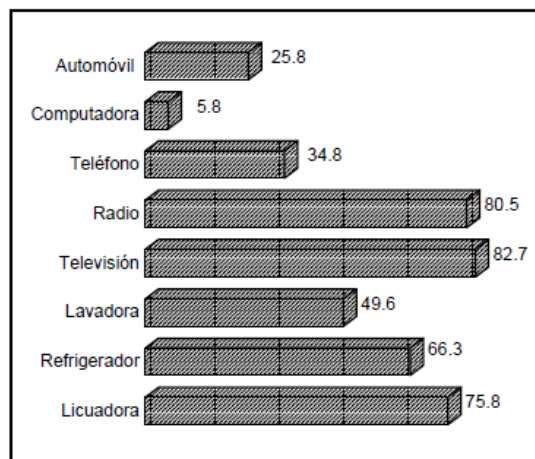
### 1.3 LA DISPONIBILIDAD DE AUTOMÓVIL

El registro de los bienes del hogar permite, de forma indirecta, hacer estimaciones sobre los niveles de bienestar, estratificación, acceso a la comunicación, medios de transporte, comodidad y aligeramiento de actividades domésticas<sup>7</sup>.

De acuerdo al último censo realizado, relacionado con el tipo de bienes con los que cuentan los adultos mayores se obtuvo que el 27.9% de las viviendas donde habita al menos una persona de 60 años o más, cuenta con auto propio.

El automóvil es un bien que facilita el traslado de las personas, lo cual adquiere enorme importancia para las personas adultas mayores quienes en muchas ocasiones enfrentan serias dificultades para transportarse con comodidad y seguridad; ya que este medio de transporte no cuenta con las condiciones adecuadas para este sector.

También es de gran importancia el transporte para las personas con determinados tipos de discapacidad. De acuerdo con la información censal a nivel nacional, 32.5% de las viviendas particulares habitadas por la población en general tenían por lo menos un automóvil, mientras que en el mismo tipo de viviendas, pero habitadas por personas con discapacidad, el porcentaje fue de 25.8%.(grafica 4.1)



FUENTE: INEGI. XII CGPV 2000. Base de datos.

Viviendas particulares con personas con discapacidad según disponibilidad de bienes  
GRÁFICA 4.1

Cabe aclarar que estas últimas estadísticas son de personas con discapacidad en general, por esta razón y debido a que nuestro objeto de estudio serán las personas con discapacidad motriz que utilicen automóvil, se tomará en cuenta únicamente el 45.3% de este 25.8% de personas con discapacidad que cuentan con automóvil, es decir el 11.68% del total de discapacitados.

<sup>7</sup> INEGI, 2001

## 1.4 LA EVOLUCIÓN DEL ASIENTO DEL AUTOMÓVIL

El diseño de los asientos de automóvil ha mejorado notablemente a través de los años. No siempre han sido tan cómodos, y la evolución que ha llevado desde los asientos de banco hasta los actuales ha sido gradual. El Motorwagen® del año 1885 de Karl Benz tenía un único banco corrido de madera para conductor y copiloto, que se completaba con una estrecha tabla ligeramente curvada a modo de respaldo para proporcionar un soporte mínimo en la parte alta de la espalda. Y pese a que versiones posteriores contaban con bancos tapizados y acolchados que ofrecían un soporte sustancialmente mayor para la espalda, estos asientos continuaron siendo fijos durante bastante tiempo. Si no se llegaba a los pedales o al volante, no quedaba más remedio que sentarse más cerca del borde del asiento. Fue hasta 1911 cuando se pusieron bases a los asientos para distintos fabricantes de automóviles como hasta ahora los conocemos.

Cuando Ford comenzó con la producción masiva de su modelo T a principios del siglo XX, los asientos no habían cambiado gran cosa. Sin embargo, poco después comenzaron a aparecer cambios graduales. Los modelos A del año 28 aún tenían los antiguos asientos fijos no ajustables, pero los modelos para pasajeros del año 30 ya ofrecían asientos delanteros ajustables gracias a un riel dentado con trinquete, una guía de metal colocada bajo el asiento delantero que permitía desplazarlo hacia delante y atrás. En 1931, el modelo A (el más vendido de Ford), un sedán de dos puertas, contaba con dos pequeños asientos de taburete en la parte delantera sobre los que conductor y copiloto habían de ingeniárselas para mantener el equilibrio.

El movimiento del asiento, que se hacía destornillando una tuerca en los años 20-30, es eléctrico para la banqueta delantera del Chrysler Imperial® 1955. En 1950 surge el asiento reclinable, y el asiento-cama en 1955. En 1958, el Peugeot 504® se ve dotado de reposacabezas. Al final, con los coches deportivos en las décadas de los 50 y 60 tales como el AC Cobra® de 1965, hizo su aparición el ahora ampliamente extendido asiento individual “tipo cubo” de formas cóncavas. A diferencia de las superficies planas de los diseños de asientos anteriores, los “asientos cubo” se adaptan a la forma del cuerpo permitiendo una postura más cómoda y agradable.

Por otro lado, las innovaciones se multiplicaron, progresivamente, los materiales mejoran: el cojín de espuma alveolada es creado por Dunlop® en 1938, mientras que el cuero, progresivamente reservado a los modelos de lujo, cede el lugar al terciopelo de lana. A partir de los años 70, los materiales sintéticos se imponen: espuma de poliuretano, tejidos y plásticos termoformables que permiten una concepción integrada de una sola pieza, más maleable.

A partir de los años 80, la modelización informática, la medicina y la biomecánica dirige la concepción de los asientos de automóvil. La consideración de las restricciones ergonómicas permite adaptarlos mejor a las necesidades de los usuarios. El asiento, creado como parte integral del entorno del automóvil (habitáculo y exterior), favorece tanto el confort de conducción como el confort de los pasajeros. Integra en adelante sistemas de movimiento complejos.

Más recientemente, los fabricantes de coches han ido añadiendo elementos adicionales tales como el refuerzo de los asientos en la zona lumbar, los reposacabezas y los asientos con calefacción. Hoy por hoy, en vez del tradicional sistema mecánico de riel dentado, muchos automóviles cuentan con controles electrónicos para ajustar la distancia del asiento. El Volkswagen Jetta® de 2007 es incluso capaz de almacenar en memoria hasta tres posiciones distintas y ajustarse inmediatamente a una de ellas con tan sólo pulsar un botón.



Hace tan sólo unas cuantas décadas, la gente iba sentada en bancos de madera, arreglándose como podía para mantener una buena postura al tiempo que maniobraban entre el tráfico; sin embargo, los asientos han ido mejorando tanto en su diseño como en su fabricación para responder a las necesidades de los usuarios.

## **1.5 LAS ADAPTACIONES EXISTENTES**

El asiento se ha convertido naturalmente en un elemento estratégico: es una de las primeras partes que se observa al subir a bordo de un coche. Todo ha sido pensado para crear, gracias a él, una relación armoniosa entre el coche y su ocupante: firmeza de los cojines, ergonomía del espaldar, calidad de contacto de los textiles, etc., son objeto de estudios detallados al diseñarlo. El desarrollo de nuevas tecnologías, permiten proponer formas y volúmenes en ambientes variados. La noción de adaptabilidad va aún más lejos: El asiento debe “amoldarse” lo más perfectamente posible a su ocupante.

Para una conducción segura y controlada es muy importante la comodidad del asiento, para un grado óptimo de comodidad en el asiento los fabricantes aportan soluciones como:

- Control del desplazamiento eléctrico.
- Regulación electrónica longitudinal, en altura y lumbar (memoria).
- Calefacción.
- Grado de solidez del cojín.
- Nivel de sujeción lateral y lumbar del respaldo, para evitar la fatiga.

Actualmente existen gran cantidad de aparatos, herramientas y adaptaciones dirigidas hacia personas con dificultades para el ascenso y descenso de sus vehículos. Estos van desde simples agarraderas que pueden ser fijadas en alguna parte del automóvil para ser usadas como apoyo, complejos y costosos brazos robóticos que facilitan el guardado y transporte de sillas de ruedas, hasta prototipos de vehículos diseñados exclusivamente para ser usados por personas que presentan algún tipo de discapacidad motriz.

A pesar de la normatividad y adelantos tecnológicos existentes para el diseño y fabricación de partes de automóviles, particularmente para los asientos, los cuales se preocupan cada vez más por la integridad del conductor y los ocupantes del vehículo, aún no existen adecuaciones en la fabricación de vehículos dirigidas hacia personas con algún impedimento físico para el fácil y seguro abordaje y descenso de su vehículo. Por ello, se pretende introducir una adaptación en el asiento del conductor que pueda ser considerada por los fabricantes de vehículos y que sea útil tanto a una persona en condiciones físicas normales como a personas en la vejez y discapacitados, que sin duda son sectores de la población en descuido y deben ser apoyados en su integración a la vida normal en la sociedad.

## **1.6 ESTUDIO ERGONÓMICO**

Una de las tareas de la ergonomía es determinar diseños particulares que pueden ayudar a individuos con deficiencias muy específicas y que requieran alguna asistencia especial, tratando de remover barreras y modificando su entorno incluyendo características de equipo y requerimiento; aumentando su desempeño y bienestar.

Las discapacidades pueden ser muy específicas, especialmente si varias exigencias se combinan, ya que las necesidades de las personas pueden ser únicas.

Muchas personas con discapacidades tienen evaluaciones médicas, pero rara vez proveen de la información que los ergonomistas necesitan para seleccionar e implementar diseños para superar los impedimentos existentes; tomando en cuenta talla y peso corporal, requerimientos de espacio, equipo y procedimientos especiales.

Para aplicar acciones ergonómicas que pueden estar relacionadas con las deficiencias motrices, podemos agrupar los cambios dentro de tres categorías principales, aquellas que determinan las medidas del cuerpo, aquellas que afectan la capacidad física de desenvolverse en sus labores cotidianas y aquellas que afectan el desempeño psicomotor relacionado principalmente con el ver, escuchar y el percibir otros estímulos sensoriales.

El uso del conocimiento ergonómico en el diseño de aparatos de asistencia para las personas en la senectud, se puede aplicar especialmente para automóviles. A veces los aparatos para personas discapacitadas pueden ser útiles para personas que han perdido algunas de sus capacidades motrices a consecuencia de la edad.

### **1.6.1 ANTROPOMETRÍA**

La antropometría es el estudio de las dimensiones del cuerpo humano sobre una base comparativa. Su aplicación y proceso de diseño se observa en la adaptación física, o interface, entre el cuerpo humano y los diversos componentes del espacio interior. Las dimensiones humanas en los espacios interiores es el primero y principal texto de referencia con base antropométrica relativo a las normas de diseño, destinado al uso por parte de todos aquellos que están vinculados al proyecto y estudio detallado de interiores incluyendo diseñadores, industriales de muebles, arquitectos, constructores y estudiantes de diseño. La utilización de datos antropométricos, aunque nunca sustituirá al buen diseño o al juicio ponderado del profesional, debe entenderse como una de las muchas herramientas del proceso de diseño.

La teoría y aplicación de la antropometría puede dedicar una parte especial a las personas físicamente disminuidas y ancianos proporcionando al diseñador los fundamentos de la antropometría y un conocimiento básico del modo de establecer las normas de diseño interior.

La aplicación de los factores humanos se acostumbra a asociar con problemas de alta complejidad y limitada tecnología, relacionados a maquinaria y equipo. En éstos problemas suelen intervenir estados de interface hombre – máquina, relativamente complejos: diseño de centros de control, cabinas de avión, mesas electrónicas y un sinnúmero de vehículos militares para tierra, mar y aire. Aun así, no olvidemos que la ingeniería de factores humanos se relaciona también con el sector civil. El diseño de productos para el consumidor, ambientes de trabajo, vehículos de transporte, por nombrar unos cuantos, todos exigen la participación de los factores humanos.

El tamaño y dimensión del cuerpo, son los factores humanos más importantes por su relación por la denominada adaptación ergonómica del usuario al entorno, aspecto de la interface hombre – máquina a la que con tanta asiduidad aluden los ergonomistas.

Casi la totalidad de las aplicaciones en la ingeniería humana ha tenido lugar en los sectores industrial y militar. Lamentablemente, las aplicaciones de carácter social, en el diseño de los espacios interiores de nuestros hogares, oficinas, equipamientos sanitarios, escuelas, automóviles,

etc. se han ignorado relativamente. Esta realidad encierra una singular carga de ironía, porque la filosofía que subyace en la ingeniería humana, se basa en la premisa de que todo se diseña para las personas.

### **1.6.2 ANTROPOMETRÍA DEL ASIENTO**

La complejidad del diseño de un asiento ha inducido una orientación antropométrica del tema, por lo que éste tiene que basarse en datos antropométricos seleccionados con acierto, de lo contrario se tiene asegurada la incomodidad del usuario.

Al fijar las dimensiones de un asiento deben relacionarse los aspectos antropométricos y las exigencias biomecánicas. En la estabilidad del cuerpo, no solo entra la amplitud del asiento, sino también el rozamiento con otras superficies de piernas, pies y espalda al tiempo que se exige la cooperación de alguna fuerza muscular. Si por culpa del diseño antropométricamente erróneo, el asiento no permite que la mayoría de los usuarios puedan tener los pies o la espalda en contacto con otras superficies, crecerá la inestabilidad del cuerpo, que se compensará con esfuerzos musculares suplementarios. A mayor fuerza muscular o exigencia de control, mayor fatiga e incomodidad<sup>8</sup>.

En lo posible se procurará que la adaptación del sistema conserve estos parámetros, que ya han sido considerados en el diseño original del asiento de automóvil, aunque como ya sabemos, generalmente en estos diseños no se consideran a las personas sobre las cuales enfocamos nuestro estudio.

Es necesario que el diseñador se familiarice con las consideraciones antropométricas que guarda el diseño de asientos y de su relación con biomecánicos y ergonómicos. Atender a unas desconociendo los otros es resolver parte del problema de diseño. A este respecto las dimensiones fundamentales que recibe generalizada atención en el diseño de asiento son: altura, profundidad y anchura del asiento, altura de respaldo y apoyabrazos, y separación.

Dos de éstos parámetros nos afectan directamente, tales son:

La altura del asiento: que es la altura a la que se halla la parte superior de la superficie del asiento respecto al suelo y es uno de los puntos básicos de este diseño. Si es excesiva se produce una carga inferior de los muslos, con la consecuente sensación de incomodidad y eventual perturbación de la circulación sanguínea. Un contacto insuficiente entre la planta del pie y el suelo, merma la estabilidad del cuerpo, si el nivel es demasiado bajo, los pies pueden quedar privados de ella. Dicha distancia está dada por la altura poplítea (distancia tomada verticalmente desde el punto de apoyo hasta la cara inferior de la porción de muslo que está justo detrás de la rodilla).

La profundidad del asiento: si la profundidad es excesiva el borde o arista frontal del asiento comprimirá la zona posterior de las rodillas y entorpecerá el riego sanguíneo a piernas y pies. Otro gran peligro es la formación de coágulos de sangre o tromboflebitis cuando el usuario no cambia la postura. Para aminorar el malestar en las piernas, el usuario se desplazará hacia adelante, con lo que la espalda queda falta de apoyo, se reduce la estabilidad corporal y, en cambio se intensifica el esfuerzo muscular.

---

<sup>8</sup> Karl Kroemer H.E., "Extra-ordinary" Ergonomics, Taylor & Francis Group, Human Factors and Ergonomics Society, 2006, Santa Monica Cal. USA.

## 1.7 LOS REQUERIMIENTOS DEL USUARIO

En virtud de la abundancia de variables que se presentan, es esencial que los datos que se seleccionan sean los que mejor se adapten al espacio u objetos del usuario que se diseñan. De aquí la necesidad de definir con exactitud la naturaleza de la población a servir en función de su edad, género, trabajo y etnia. Cuando el usuario es un individuo o un grupo reducido, y en ciertas circunstancias especiales, el desarrollo de la propia información antropométrica a partir de una toma de mediciones contiene un índice de fiabilidad suficiente. El alcance de adaptación deriva de los datos antropométricos del usuario, de la clase de actividad y las limitaciones físicas y mecánicas.

Para enfocarnos a nuestro sector de estudio, se aplicó una encuesta tanto a personas ancianas como a personas discapacitadas, conociendo mejor sus requerimientos y sugerencias.

### 1.7.1 ENCUESTAS Y RESULTADOS

Entre las opciones brindadas por los encuestados se obtuvo lo siguiente:

- ❖ Respaldo de asiento inflable.
- ❖ Asiento giratorio para salir con mayor facilidad y menor esfuerzo.
- ❖ Cabecera adaptable.
- ❖ Reducir la concavidad en el asiento. Más cómodo.
- ❖ Respaldo más corto para mujeres.

Tomando en cuenta lo anterior, se dará énfasis a la sugerencia de un asiento giratorio; con el objetivo de diseñar un dispositivo que cumpla con esto y que además se adapte a su automóvil.

Para fines de ésta tesis, el número de encuestados fue de 15 personas; en caso de requerir datos con mayor veracidad sería necesario realizar un muestreo mayor.

A lo largo de este capítulo se mostró el panorama general que nos permite ver el área de oportunidad existente y la manera de atacarlo mediante el diseño de un dispositivo. De acuerdo a los resultados generados, este debe satisfacer algunas de las necesidades de dos grupos en específico (personas con cierta discapacidad motriz y de edad avanzada), para ello se establece de forma general que dicho dispositivo debe cumplir con especificaciones tales como:

- No cambie en gran medida la configuración interior del auto.
- Facilidad de uso.
- Que no perjudique el uso común y funciones del asiento.
- Que resista el peso del asiento junto con el usuario.
- Que cumpla y mantenga lo mejor posible la antropometría del asiento, incluso adecuación a la antropometría de los usuarios especificados.
- Bajo costo.

Una vez establecidos de forma general los requerimientos de los usuarios, y por ende, algunas de las especificaciones de nuestro diseño, es posible tratar el problema más a fondo en el siguiente capítulo, específicamente en la aplicación del método TRIZ.

## CAPITULO 2

### LA METODOLOGÍA DE LA TRIZ

#### 2.1 LA TEORÍA DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INVENTIVA (TRIZ)

TRIZ es un acrónimo ruso de la “Teoría de la resolución de problemas de inventiva” (Theory of Inventive Problem Solving) G.S. Altshuller y sus colegas en la ex Unión Soviética desarrollaron el método entre 1946 y 1985. TRIZ es una metodología internacional de la creatividad que depende del estudio de los patrones de problemas y soluciones, no en la espontaneidad y creatividad intuitiva de individuos o grupos. Más de tres millones de patentes han sido analizadas para descubrir los patrones que predicen la solución de problemas<sup>9</sup>.

La TRIZ es una serie de herramientas, métodos y estrategias, desarrollada a través de más de 1500 personas, años de investigación y el estudio de más de tres millones de las más exitosas patentes del mundo.

Las claves resultantes de las investigaciones de TRIZ son que:

- Todas las innovaciones surgen de la aplicación de un número muy pequeño de principios de inventiva y estrategias.
- Las tendencias de evolución tecnológica son altamente predecibles.
- Las mejores soluciones transforman los elementos no deseados o dañinos de un sistema en recursos útiles.
- Las mejores soluciones también activan la búsqueda y destruyen los conflictos que la mayoría de las prácticas de diseño asumen ser fundamentales.

TRIZ es una metodología de resolución de problemas basado en la lógica y en la recopilación de datos, no en la intuición, lo cual estimula las habilidades para resolver problemas de creatividad. TRIZ también proporciona predictibilidad, repetitividad y fiabilidad gracias a su estructura y aproximación logarítmica<sup>10</sup>.

La investigación de TRIZ inicia con la hipótesis de que hay principios universales de creatividad que son la base de innovaciones creativas que desarrollan tecnología. Si estos principios pudieran ser identificados y codificados, podrían ser enseñados a la gente para hacer más predecibles los procesos de creatividad. La versión simple de esto es:

Alguien en algún lado ya ha resuelto este problema (o algo muy similar a esto)

La creatividad ahora está encontrando la solución y adaptándola a éste problema en particular. Las tres principales etapas encontradas en ésta investigación son las siguientes:

1. Los problemas y soluciones son repetidos a través de las industrias y las ciencias. La clasificación de las contradicciones en cada problema predice soluciones creativas para el problema.
2. Los patrones de las evoluciones técnicas son repetidas a través de la industria y la ciencia.

---

<sup>9</sup> [www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com)

<sup>10</sup> [www.triz-journal.com](http://www.triz-journal.com)

3. Las innovaciones creativas usan principios científicos fuera del campo en donde son desarrolladas.

Gran parte de la práctica de TRIZ consiste en aprender esos patrones repetitivos de la relación problemas – soluciones, los patrones de evolución técnica y los métodos que usan principios científicos, entonces aplicar los patrones generales de TRIZ para una situación específica que confronta el diseñador.

En el diagrama de la figura 2.1, las flechas representan la transformación desde una formulación del problema o solución a otra. Un problema general de TRIZ en el nivel más alto es encontrar la forma de producir algún producto sin desperdicio, un 100% de aprovechamiento, sin añadir complejidad. Una fórmula de solución general de TRIZ es “El sistema por SÍ MISMO realiza la función requerida sin efectos perjudiciales ni complicaciones añadidas”.

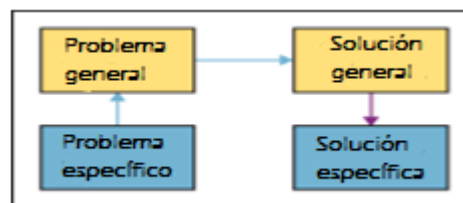


FIGURA 2.1

Las “soluciones generales de TRIZ” han sido desarrolladas a lo largo de 60 años de investigación de TRIZ, y han sido organizadas en diferentes formas. Algunas de ellas son métodos analíticos tales como:

El resultado final ideal e idealidad.

- Modelo funcional, análisis.
- Localizar las zonas de conflicto.

Algunos son más indicativos como:

- Los 40 principios de inventiva para la solución de problemas.
- La separación de principios.
- Leyes de evolución técnica y transmisión tecnológica.

En el curso de la resolución de cualquier problema técnico, una o varias herramientas pueden ser usadas. Los 40 principios de solución de problemas son las herramientas más accesibles de TRIZ. Son principios que fueron encontrados repetidamente a lo largo de varios campos, como soluciones a varias contradicciones generales, las cuales son el corazón de varios problemas.

Un concepto fundamental de la TRIZ es que las contradicciones deben ser eliminadas. TRIZ reconoce dos categorías de contradicciones: físicas y técnicas.

La TRIZ brinda medios para acceder a buenas soluciones obtenidas por las mejores mentes inventivas del mundo. El proceso básico por el cual esto ocurre es: esencialmente la investigación de la TRIZ encapsula los principios de la práctica correcta de la inventiva y los organiza dentro de una estructura genérica de solución de problemas. La tarea de los que definen y resuelven

problemas es usar gran parte de las herramientas de TRIZ conjuntándolas en una sola, en la cual tienen que encontrar los problemas y soluciones específicos desde esta estructura genérica.

## 2.2 FUNDAMENTOS DE LA TRIZ

### 2.2.1 NIVELES DE INNOVACIÓN

El análisis de un gran número de patentes revela que cada invención no es igual en su valor inventivo. G. Altshuller propuso cinco niveles de innovación<sup>11</sup>:

- ✓ **Nivel 1.** Una mejora sencilla de un sistema técnico. Requiere el conocimiento disponible dentro de un área de producción/aplicación relevante del sistema.
- ✓ **Nivel 2.** Una invención que incluye la resolución de una contradicción técnica. Requiere el conocimiento de áreas diferentes dentro de un área relevante del sistema.
- ✓ **Nivel 3.** Una invención que contiene una resolución de una contradicción física. Requiere el conocimiento de otras áreas de producción/aplicación.
- ✓ **Nivel 4.** Una nueva tecnología desarrollada que contiene una solución de “ruptura” que requiere el conocimiento de diferentes campos de la ciencia.
- ✓ **Nivel 5.** Descubrimiento de nuevos fenómenos y sustancias.

En los problemas del primer nivel no se cambia el producto (dispositivo o método). En el segundo nivel se cambia el producto, pero no considerablemente. En el tercer nivel, el producto es modificado esencialmente y en el cuarto, lo es totalmente; en el quinto el sistema técnico entero en el que se utiliza este producto se modificará.

De hecho, un problema puede solucionarse con obtención de soluciones inventivas de niveles diferentes.

### 2.2.2 CONTRADICCIONES FÍSICAS Y TÉCNICAS

Las contradicciones técnicas y físicas son piedras angulares de TRIZ. La formulación de la contradicción técnica ayuda a entender mejor la raíz del problema y averiguar más rápidamente la solución exacta para este problema. Si no hay ninguna contradicción técnica entonces no se trata de un problema inventivo (no sería problema TRIZ).

- La contradicción técnica supone un conflicto entre características dentro de un sistema: la mejora de un parámetro del sistema causa el deterioro o la afectación negativa de otro parámetro.

Ejemplo: el aumento de la potencia de un motor (un efecto deseado) puede hacer que el peso del motor aumente (un efecto negativo).

Altshuller identificó 40 Principios que podrían utilizarse para eliminar contradicciones técnicas y 39 características (parámetros generalizados) de Sistemas Técnicos a utilizarse para desarrollar y describir una contradicción técnica.

- Una contradicción física es un conflicto entre dos exigencias físicas mutuamente excluyentes referentes a un mismo parámetro de un elemento del sistema.

---

<sup>11</sup> [www.innovacion-sistematica.net](http://www.innovacion-sistematica.net)

Para la solución de problemas, la formulación de la contradicción física tiene el siguiente formato: “Dado el elemento del sistema debería tener la característica ‘A’ a fin de realizar la función requerida (para solucionar el problema) y este elemento debería tener la característica ‘no A’ a fin de satisfacer las limitaciones y exigencias existentes”<sup>12</sup>.

Ejemplos: El elemento debería estar caliente y frío... El elemento debería ser duro y blando...

Cuando nos encontramos con una contradicción física conocida pueden utilizarse uno de los 4 Principios de Separación para vencer este tipo de contradicciones:

- Separación de propiedades contradictorias en el tiempo.
- Separación de propiedades contradictorias en el espacio.
- Transformaciones de sistema (Reordenación de las partes).
- Transformación de fase, o transformación físico-química de sustancias.

### 2.2.3 ANÁLISIS DE RECURSOS

Una vez que se ha identificado el sistema técnico y ha definido la contradicción, deberían evaluarse los recursos disponibles para vencer la contradicción. Para solucionar la contradicción, TRIZ recomienda el uso de los recursos de sustancia-campo del sistema existente. Esto se encuentra dentro las exigencias de un sistema ideal.

Los recursos deberían ser el coste fácilmente alcanzable, o de bajo costo. Pueden ser internos o externos al sistema o macro-sistema, sustancias o campos. Otros recursos incluyen espacio y tiempo o incluso otros sistemas cercanos.

La identificación de estos recursos proporciona abundantes oportunidades para conceptos de solución que pueden ser fácilmente desarrollados. Cada recurso es una solución potencial del problema. Cuantos más recursos están disponibles, mayor será el “espacio” para generar mayor número de conceptos de solución.

### 2.2.4 IDEALIDAD DEL SISTEMA

La Idealidad es la esencia que mueve al hombre para mejorar sistemas técnicos - para hacerlos más rápidos, mejores y a más bajo costo. Aumentar las funciones útiles del sistema y reducir las funciones perjudiciales acercan el sistema a la Idealidad. El Sistema Ideal sería aquel que no existe materialmente, pero que, aún así, realiza la función.

El sistema Ideal se consigue sin añadir complejidad a través de:

- Minimizar partes
- Utilización de recursos
- Utilización de Efectos Químicos, Físicos y Geométricos

$$Idealidad = \frac{Funciones\ útiles}{Funciones\ Perjudiciales + Costo}$$

---

<sup>12</sup> www.creax.com



Para la resolución del problema se utiliza la declaración del Resultado Final Ideal (RFI) que tiene formulación general “El sistema por SÍ MISMO realiza la función requerida sin efectos perjudiciales ni complicaciones añadidas”.

Típicamente se utilizan tres formulaciones RFI básicas:

- “El Sistema por sí mismo realiza la función requerida”
- “El Sistema está ausente pero sus funciones son realizadas” ("Simplificando")
- “Esta función no es necesaria”

### **2.2.5 PARÁMETROS GENERALIZADOS**

Estos parámetros, son características de sistemas técnicos para desarrollar y describir una contradicción técnica, con el objeto de detectar cuales son las mejoras o modificaciones a realizar en un diseño. (Ver apéndice A)

### **2.2.6 PRINCIPIOS INVENTIVOS**

De acuerdo con la metodología TRIZ se establece:

- Definir el problema.
- Detectar las contradicciones a eliminar.
- Establecer, por medio de parámetros generalizados, las características a mejorar.
- Determinar la matriz de contradicciones.
- Haciendo uso de 40 principios, intentar eliminar las contradicciones halladas.

Históricamente, estos principios son una de las herramientas de TRIZ más temprana y simple. Estudiando miles de patentes, Altshuller fue capaz de clasificar y catalogar soluciones de problemas técnicos. Encontró 40 principios que pueden utilizarse individualmente o en combinación para resolver contradicciones técnicas y finalmente solucionar el problema. (Ver apéndice B)

### **2.2.7 EVOLUCIÓN DE SISTEMAS**

Es conocido por el TRIZ clásico que los sistemas técnicos se desarrollan en modelos previsibles. Cada uno de los modelos se denomina una “línea” o una “tendencia” de evolución. Hay 8 tendencias de la evolución:

1. Tendencia de Completar las Partes del Sistema
2. Tendencia de Conductividad de Energía de un Sistema
3. Tendencia a Armonizar la Cadencia de las Partes del Sistema
4. Tendencia a Aumentar el Grado de Idealidad del Sistema
5. Tendencia de Desarrollo Desigual de las Partes del Sistema
6. Transición a un Macro-Sistema
  - 6-a. Dinamización
7. Tendencia de la Transición del Macro al Micro nivel
8. Tendencia a Aumentar el desarrollo de modelos Sustancia-Campo

Altshuller llamó a estas “líneas” como “leyes” y las clasificó en tres grupos, que fueron denominadas: “estáticas” (tendencias 1-3), “cinemáticas” (4-6, a) y “dinámicas” (7,8). Las estáticas describen el período de nacimiento y formación del sistema técnico; las tendencias cinemáticas definen el período de crecimiento del sistema; las tendencias dinámicas están relacionadas con el período que concluye el desarrollo del sistema y la transición a un nuevo sistema. Altshuller publicó esta lista en 1979 y la Dinamización fue incluida más tarde, en 1986. Los sistemas técnicos siguen estas tendencias generales. Del sistema inicial a las mejoras múltiples, el sistema siempre se mueve hacia la idealidad, hasta el agotamiento de la tecnología existente y los recursos de sistema. Las tendencias se utilizan como herramientas de pronóstico y análisis de fallos para el desarrollo y evolución del sistema técnico<sup>13</sup>.

## **2.3 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE LA TRIZ (SOFTWARE CREAX®)**

Aunque estrictamente hablando no es un desarrollo de la metodología, los investigadores de la TRIZ solo han reconocido la enorme importancia de pensar en situaciones desde todos los ángulos. Los usuarios de la metodología están cambiando su perspectiva continuamente sobre diversos problemas; acercándose a ver los finos detalles, alejándose para ver la imagen completa, y pensar cómo se afecta la situación por cambiar el tiempo. Esto no es un proceso natural para muchas personas, por lo que el software de CREAX® contiene herramientas que ayudan en el proceso del pensamiento en Tiempo y Espacio. Este software nos servirá de herramienta en el desarrollo de esta tesis.

La metodología de la TRIZ es un proceso completo que permite a los usuarios definir sistemáticamente y resolver cualquier problema dado o área de oportunidad. La implementación del software CREAX® permite a los usuarios una flexibilidad significativa sobre cómo usar la TRIZ, ofreciendo ambas una estructura completa y acceso a definición de problemas individuales y herramientas de solución. El propósito de CREAX® es construir una definición del problema y procesos de solución que trabajen para cualquier situación que se les presente a los usuarios (si fuera técnico o no, simple o complejo, de fácil acceso o altamente restringido, un paso a la innovación o una mejora o enfocada a productos, procesos o servicios). La TRIZ por medio de CREAX® sirve de herramienta a los científicos, ingenieros y miembros de todas las disciplinas científicas en el proceso creativo, y su efectividad ha sido probada a lo largo de diversos tipos de problemas en todos los campos<sup>14</sup>.

### **2.3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La primera parte del proceso de solución de problemas de CREAX® a la que se hará referencia, es la definición del problema y definir su horizonte explorando problemas más amplios y estrechos, probando las relaciones funcionales entre los componentes del entorno para llegar al resultado ideal final; a través del proceso de solución de problemas.

Dos sectores de la población que requieren atención por parte de la sociedad y particularmente de la ingeniería son las personas con algún tipo de discapacidad motriz y las de edad avanzada, que, entre otras cosas, necesitan de algún medio de ayuda para entrar y salir de manera fácil y segura de su vehículo, por lo que necesitan la implementación de adaptaciones en objetos, aparatos o espacios de uso común que les brinden apoyo para el desempeño de diversas

---

<sup>13</sup> [www.innovacion-sistematica.com](http://www.innovacion-sistematica.com)

<sup>14</sup> [www.creax.com](http://www.creax.com)

actividades para su desenvolvimiento normal en la sociedad. La necesidad de transportarse por su parte tiene gran importancia dentro de una sociedad. El ascenso y descenso de un vehículo para personas con algún tipo de discapacidad motriz es difícil, y los diseños de automóviles existentes no cuentan con las características que requieren; para esto es necesario el diseño de un dispositivo confortable, fácil de usar que brinde beneficios a los usuarios. Por lo tanto se propone crear una adaptación en el asiento de un auto que ataque el problema planteado.

### 2.3.2 RECURSOS

La utilización de la metodología TRIZ permite el uso de otros recursos útiles que a simple vista pasan desapercibidos debido a bloqueos psicológicos que sufrimos. Para descubrirlos se dividirá el espacio tiempo del problema en pasado, presente y futuro. Como se mencionó anteriormente, los recursos también nos brindarán un panorama más amplio sobre las posibles soluciones que pueden ser fácilmente desarrollados. Cada recurso ayuda a una solución potencial del problema. Cuantos más recursos están disponibles, mayor será el “espacio” para generar mayor número de conceptos de solución.

A continuación se definirá el problema de diseño “asiento de automóvil para personas discapacitadas y en etapa de la vejez”, mostrando el macrosistema, el sistema y el subsistema; los cuales nos permiten ubicar el problema en su contexto, y los objetos en que se enfoca hasta llegar a sus componentes en diferentes fases del tiempo (pasado, presente y futuro).

En el pasado están los recursos con los que se contaba, en el presente se encuentran los que se pueden utilizar hoy y en el futuro los que podrían estar disponibles.

Macrosistema pasado	Supersistema presente	Supersistema futuro
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buena salud.</li> <li>- Optimización de la atención médica.</li> <li>- Conciencia de la utilización de servicios médicos.</li> <li>- Prevención de accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Accesos para ancianos y discapacitados.</li> <li>- Avances tecnológicos en medicina.</li> <li>- Instituciones y organismos de apoyo.</li> <li>- Ampliación de la gama de diseños específicos para personas discapacitadas y adultos mayores, analizando los factores físicos y psicosociales de éste sector de la población.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuevos métodos preventivos.</li> <li>- Avances tecnológicos en medicina.</li> <li>- Reformas en las leyes para el apoyo en éstos sectores.</li> <li>- Uso de avances tecnológicos en instrumentos y/o aparatos de asistencia para este sector.</li> </ul>

Sistema pasado	Sistema presente	Sistema futuro
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de asiento que cumpliera con la función de mantener al conductor al volante.</li> <li>- Algunos instrumentos y/o aparatos de asistencia.</li> <li>- Asistencia por parte de otras personas.</li> <li>- Adaptaciones poco prácticas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptación en asiento de automóvil para facilitar el ascenso y descenso de personas ancianas y discapacitadas de un automóvil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asiento que identifique las características físicas de la persona y sea capaz de adaptarse para asistirlo tanto a la entrada como a la salida de su automóvil.</li> </ul>
Subsistema pasado	Subsistema presente	Subsistema futuro
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rediseño, selección de materiales y manufactura del asiento.</li> <li>- Mejora de las adaptaciones e instrumentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura adaptable a la base del asiento con mecanismos que aumenten sus grados de libertad en beneficio de estos individuos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseños aplicados en diferentes marcas y líneas.</li> <li>- Introducción en las líneas de producción de las ensambladoras de automóviles.</li> </ul>

TABLA 2.1

## El Macrosistema

El macrosistema refleja el contexto en el que se localiza el problema, particularmente, en su pasado visualizamos los recursos que pudieran utilizarse antes del uso de un asiento adaptado. Estos pueden ser, entre otros, el mantener una buena salud mediante una dieta balanceada, hacer ejercicio con regularidad, así como el mejoramiento en la atención médica que se le brinda a la población, aunado con la conciencia de la utilización de estos. También reforzar las medidas de prevención de accidentes.

En el presente observamos recursos existentes para el apoyo de estas personas que pueden ser utilizados para el desarrollo de nuevos diseños, tales como los espacios designados, los avances tecnológicos en medicina y por tanto la utilización de estudios realizados a estos sectores de la población con el apoyo de organismos e instituciones dedicadas a estos sectores; así como la constante ampliación de los diseños particulares para ayudar a estas personas.

En el futuro se visualizan los recursos que pudiéramos utilizar para llegar a mejores diseños y/o mejorar la atención así como el apoyo que se les brinda a estas personas. Podrían

ser: el surgimiento de nuevas leyes y/o reformas, mejorar las medidas de prevención de accidentes, el uso y aprovechamiento de los avances tecnológicos para este fin.

### El Sistema

El asiento a diseñar juega el papel de sistema y se analizó a lo largo del pasado, presente y futuro. En el pasado se contaba solo con asientos muy austeros que se limitaban a cumplir con la función de mantener sentado al conductor al volante, existían algunos aparatos y/o instrumentos de ayuda que eran poco prácticos y se tenía que recurrir al apoyo de otras personas.

En el presente se intenta diseñar un aditamento adaptable a la base de un asiento de automóvil para permitir mayor facilidad para el ascenso y descenso, evitando complicaciones; y sin modificar las características de fábrica del asiento, de fácil utilización, y que sea accesible para dichos sectores de la población.

En el futuro se idealiza esta adaptación, al punto de que el asiento en si es el que realiza las funciones necesarias para los requerimientos de cualquier persona.

### El Subsistema

Aquí analizaremos los componentes de nuestro sistema. En el pasado, los recursos con que se contaban eran el rediseño de piezas y/o materiales, la mejora constante de aparatos e instrumentos ya existentes e implementación de algunas adaptaciones.

En el presente se encuentran los recursos con que contamos para llegar al objetivo deseado como lo son materiales, mecanismos, tecnología y procesos de manufactura a nuestro alcance para lograr las características deseables.

En el futuro se desea contar con diseños óptimos que puedan ser introducidos en las líneas de producción de la fabricación de autos de la mayoría de las marcas y, con esto, hacer más eficientes sus componentes y el uso de los mismos.

### Restricciones

Cabe mencionar además de los recursos con que se cuenta, también se hacen presentes las restricciones, las cuales pueden generar dificultades en el desarrollo del sistema y para su análisis; al igual que los recursos, se dividirá el espacio tiempo del problema en pasado, presente y futuro; y a su vez en macrosistema, sistema y subsistema.

Macrosistema pasado	Macrosistema presente	Macrosistema futuro
- Falta de conciencia sobre los beneficios del ejercicio físico.	- Pocos diseños enfocados a discapacitados y personas ancianas.	- Evasión de leyes y reformas.
- Falta de cultura para una buena alimentación.	- Falta de atención a estos sectores por parte de la sociedad.	- Aparición de nuevas enfermedades.
- No existía la suficiente		- Altos costos en los servicios médicos.

<p>cultura sobre la prevención de enfermedades y/o consultas médicas preventivas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasa atención en la toma de medidas para la prevención de accidentes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasa cultura de respeto a los espacios asignados para estas personas.</li> <li>- Falta de estudios detallados para poder implementar nuevos y mejores diseños.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difícil acceso a la tecnología.</li> </ul>
<b>Sistema pasado</b>	<b>Sistema presente</b>	<b>Sistema futuro</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos y complejidad en su uso e instalación.</li> <li>- Ausencia de un diseño de asiento con funciones necesarias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bajo costo.</li> <li>- Minimizar espacio ocupado.</li> <li>- Minimizar complejidad del aparato.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complejidad en el desarrollo y manufactura de un asiento con estas características.</li> </ul>
<b>Subsistema pasado</b>	<b>Subsistema presente</b>	<b>Subsistema futuro</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Altos costos.</li> <li>- Falta de tecnología.</li> <li>- Falta de estudios sobre la población de estos sectores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitar la complejidad.</li> <li>- Minimizar el uso de energía.</li> <li>- Accesibilidad de los recursos materiales, tecnológicos y económicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de interés para el desarrollo de este dispositivo.</li> </ul>

TABLA 2.2

## El Macrosistema

Para este caso, en el pasado se presentan los obstáculos que impedirían llevar a cabo las medidas preventivas para una buena calidad de vida y de no llegar a una edad avanzada con dificultades motrices y/o complicaciones de enfermedades o lesiones y por ende la necesidad de usar aparatos o instrumentos especiales; dichos obstáculos pueden ser, la falta de cultura y conciencia para hacer ejercicio o no llevar una alimentación balanceada, la falta de preocupación por acudir a consultas medicas periódicas y preventivas, además de no tomar las precauciones necesarias en el caso de algunos accidentes.

En el presente se encuentran las dificultades existentes para la buena atención de estos sectores de la población ya que aunque tenemos varios recursos para ello, son también varios los obstáculos que impiden aplicarlos; por ejemplo, ya se cuenta con espacios asignados especialmente para personas con discapacidad, pero desgraciadamente son pocos los que los respetan; a pesar de que existen instituciones y organismos especializados aún es poca la atención que se les brinda para que se puedan desenvolver de manera normal en sociedad; hay también una gran variedad de diseños, sin embargo, hacen falta todavía muchos estudios para

llegar a diseños óptimos que cubran sus necesidades; además de que su accesibilidad es muy poca por lo que solo algunos son capaces de obtenerlos.

Visualizando el futuro podemos hallar las dificultades que se presentarían más adelante tomando en cuenta los frecuentes cambios sociales y tecnológicos tales como altos costos en los servicios médicos, difícil acceso a la tecnología o el mal uso de ella, la implantación de nuevas leyes y reformas que no llegaran a tomarse en cuenta; incluso la aparición de nuevas enfermedades.

### **El Sistema**

El sistema en el pasado nos arroja las situaciones a las que se les hizo frente utilizando los recursos disponibles, deficientes en algunos aspectos. Se contaba con asientos que no eran lo suficientemente adecuados, aparatos o instrumentos que eran difíciles de adquirir, tenían un alto costo y presentaban alta complejidad para su uso e instalación en su mayoría.

Ahora, en el presente, se diseña un dispositivo a bajo costo, que sea accesible y fácilmente adaptable al asiento de un automóvil sin mayores modificaciones.

Para el futuro, la restricción a considerar podría ser la complejidad que implica el desarrollo de un sistema con tales características, que tal vez no resulte viable implantar ese nivel de tecnología para un asiento de automóvil.

### **El Subsistema**

Las restricciones que se presentaron en el pasado para el subsistema que impiden llegar al rediseño, mejora de materiales y/o procesos de manufactura en la producción de nuevos y mejores asientos y por otra parte mayor eficiencia de las adaptaciones e instrumentos existentes, fueron los altos costos la escasa tecnología que se tenía disponible para lograr esos resultados; incluso la falta de estudios sobre las características y por tanto requerimientos, y las necesidades de estos sectores de la población.

En el presente tenemos lo que imposibilita que el sistema tenga las características deseadas de funcionamiento, como es tener que limitar la complejidad, minimizar el uso de energía y las limitaciones de accesibilidad con las que se cuenta para obtención y uso de los recursos materiales, económicos y tecnológicos.

Visualizando el futuro, el dispositivo estará al alcance de todos al adquirir su auto; sin embargo, aún está limitado al interés por parte de las empresas de manufactura de autos para la incorporar éste sistema desde la fabricación.

### **2.3.3 REDEFINICIÓN**

Para enfrentar nuestro problema, es necesario definirlo y estudiarlo a fondo estableciendo las características y las necesidades que debemos cubrir para cumplir nuestro objetivo que consiste en diseñar un dispositivo para un asiento de automóvil que le brinde ayuda a personas discapacitadas y ancianas para subir y bajar de su vehículo; establecido el objetivo, surge el problema sobre cómo llegar al diseño. Para lograrlo es necesario analizar más a fondo nuestro problema, redefinirlo, explorar lo que hay en torno a él y visualizar los problemas que lo rodean. Para ello, se esboza en la figura 3.1 el problema principal y se mostrará por un lado el porqué se

quiere resolver este problema, por tanto surgen problemas antecedentes al primero y sus porqués, restringiéndolo hasta el nivel deseado. Por otro lado, se plantean los impedimentos para la resolución del problema, surgiendo obstáculos posteriores con sus respectivos problemas; aplicando la misma metodología utilizada para descubrir los porqués de nuestro problema principal, se llegará hasta el nivel de definición requerido.

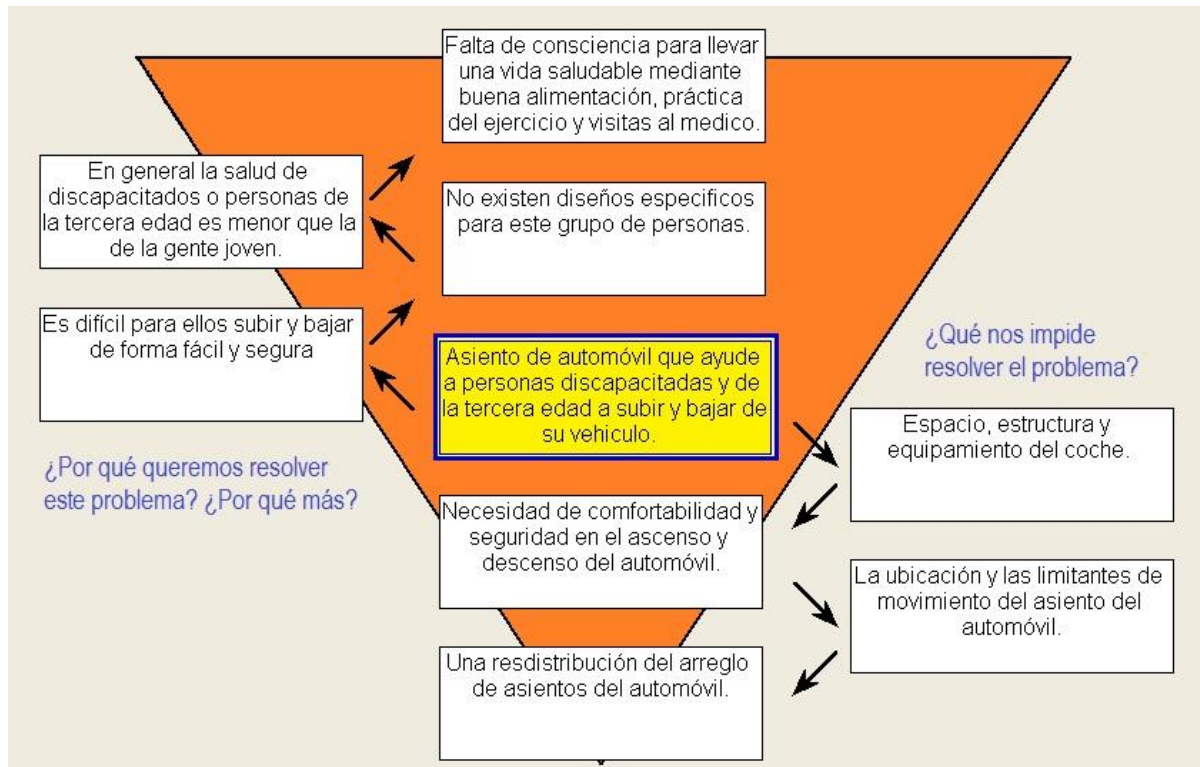


FIGURA 2.2

De inicio podemos preguntarnos ¿Por qué quiero un asiento de automóvil que le brinde ayuda en el ascenso y descenso a personas discapacitadas y ancianas?, la respuesta es porque les es difícil subir y bajar de forma fácil y segura, cuyo problema antecedente podría ser que no existen diseños específicos para este grupo de personas ya que en general la salud de los discapacitados o personas ancianas es menor que la de gente joven; a ésta premisa también le corresponde un problema que es la falta de consciencia para llevar una vida saludable mediante buena alimentación, práctica del ejercicio y visitas al médico. Así podríamos ir descubriendo nuevos problemas y las razones por las cuales queremos resolverlos.

Analizando los impedimentos, podemos pensar que el espacio, la estructura y el equipamiento del automóvil puede ser uno de ellos, por lo que se requiere diseñar un dispositivo adaptado al asiento que cubra la necesidad de comodidad y seguridad en el ascenso y descenso del automóvil, el cual quedará restringido a lo mencionado anteriormente. Dicha necesidad quedará acotada a la ubicación y limitantes de movimiento del asiento del automóvil, lo que conlleva a un problema de redistribución en el arreglo de asientos del automóvil.

Ahora que se ha esclarecido nuestro problema, lo siguiente será realizar un enfoque más profundo en torno al diseño que se desea plantear con el fin de hallar las funciones positivas y negativas de los agentes externos con los que existirá algún tipo de interacción.



### 2.3.4 MODELO DEL SISTEMA

El siguiente paso será establecer todos los elementos que estarán relacionados con el sistema, con el fin de hallar contradicciones en las diferentes interacciones de los elementos que lo afectan directa o indirectamente, y que indican cómo y por donde es mejor atacarlas; con el fin de disminuirlas y en el mejor de los casos eliminarlas, por lo tanto se puede tener un potencial de innovación y dar inicio a nuestro diseño. Para eso, se utiliza esta herramienta de la metodología TRIZ que consiste en crear una representación diagramática, en la cual los elementos se relacionan por medio de diferentes tipos de flechas sobre las cuales se indican las diversas acciones que pueden estar presentes en este modelo. Lo anterior se muestra en la figura 2.3, en el cual las líneas representan lo siguiente: línea punteada – efecto insuficiente, Línea curvada – efecto no deseado, línea doble – efecto inherente.

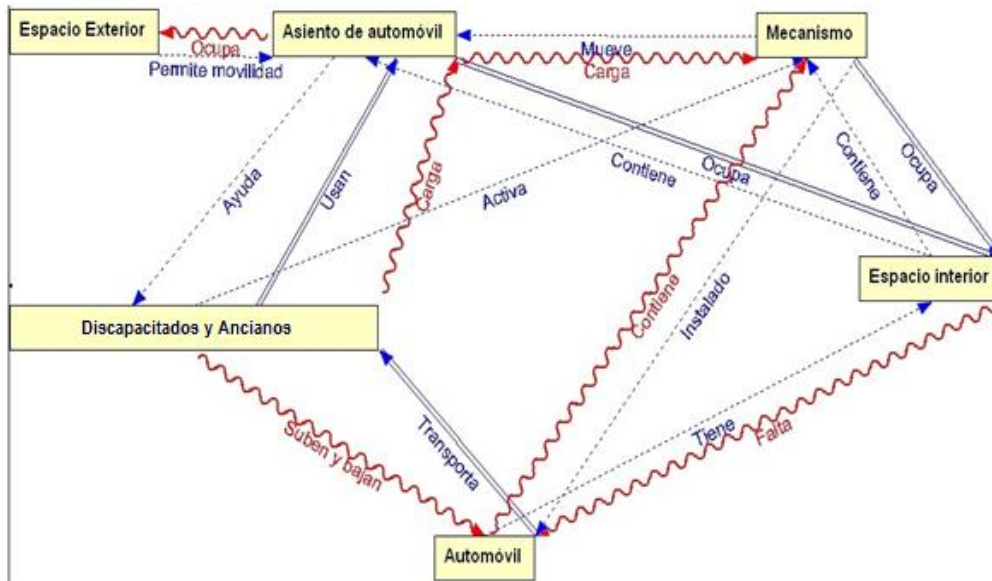


FIGURA 2.3

El análisis de las relaciones se hace mediante la descomposición de la figura anterior, como se hace a continuación.

#### Relaciones “Espacio exterior – Asiento de automóvil”

En esta interacción (figura 2.4) se hace referencia al asiento funcionando como sería deseable que lo hiciera, por tanto se encontró que el asiento necesita de cierto espacio en el exterior para poder desempeñar su función de ayuda, que se establece como un efecto insuficiente; ya que en principio se plantea que este saldrá del automóvil, por lo que debe tener grados de movilidad en el exterior que quedarán limitados al diseño propio del automóvil y al del mecanismo. Cuando hacemos alusión al espacio que ocupa el asiento en movimiento nos referimos a un efecto no deseado, ya que es un espacio que siempre será requerido, pero que sería deseable no necesitar porque muchas veces los espacios destinados para este fin son escasos.



FIGURA 2.4

### Relaciones “Asiento de automóvil – Personas discapacitadas y ancianas”

Las relaciones halladas entre estos elementos, como se muestra en la figura 2.5 son ayuda a los discapacitados y personas ancianas por parte del asiento de automóvil, este efecto se planteó insuficiente porque aunque les facilitará mucho la entrada y salida, no será posible eliminar por completo el esfuerzo hecho por la persona. Las personas discapacitadas y ancianas usan el asiento de automóvil, siendo ésta, una relación inherente entre ambos ya que estas personas están supeditadas al uso del asiento y éste a ser usado; esto implica que será sometido a una carga por parte del usuario, y de esta forma se crea el efecto no deseado.



FIGURA 2.5

### Relaciones “Personas discapacitadas y ancianas – Automóvil”

El uso del automóvil tiene una relación inherente con los usuarios, por lo que fue esquematizado de ésta forma en la figura 2.6, sin embargo las personas discapacitadas y ancianas tienen que subir y bajar de su automóvil como cualquier otra persona pese a que ellos no tienen las mismas capacidades de personas sin ningún tipo de impedimento; por lo cual necesitan hacerlo de tal forma que no se afecte su integridad física y mental, por lo cual esta relación se estableció como un efecto no deseado porque lo ideal sería que éstas personas lo hicieran con el menor grado de dificultad.

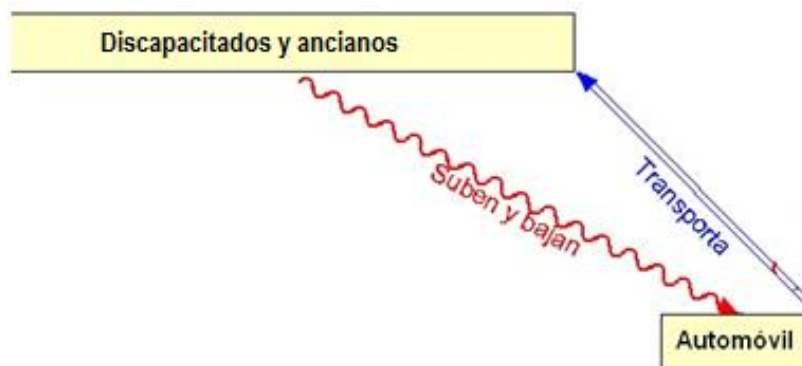


FIGURA 2.6

## Relaciones “Espacio interior – Automóvil”

Estas relaciones establecen dos efectos como lo podemos ver en la figura 2.7, el automóvil tiene espacio interior, el cual es un efecto insuficiente, ya que no es un espacio diseñado para contener objetos ajenos a la configuración original; por lo que surge también el efecto no deseado de la falta de espacio para hacer adaptaciones.

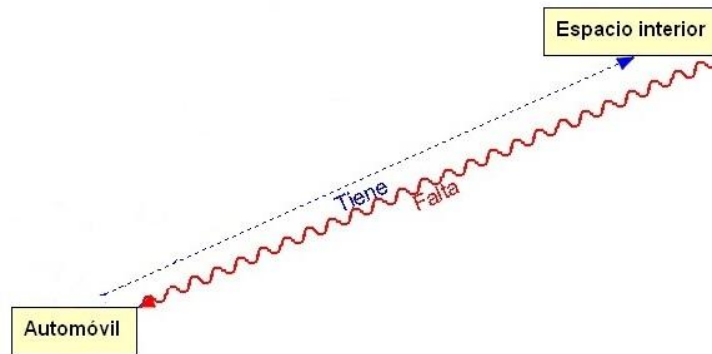


FIGURA 2.7

## Relaciones “Automóvil – Mecanismo”

El automóvil llevará instalado el mecanismo que servirá para darle movilidad al asiento, de aquí el efecto insuficiente (figura 2.8) por el diseño propio del automóvil, al no estar hecho para aceptar un objeto más que lo conforme conlleva a limitaciones, de ahí el efecto no deseado de que el automóvil contendrá al mecanismo.

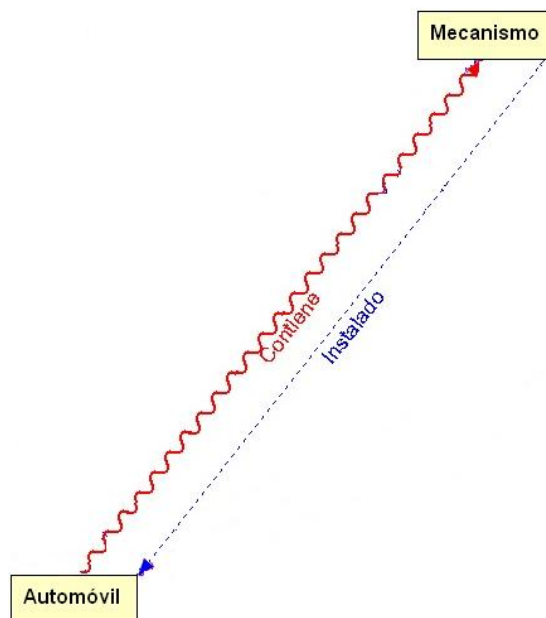


FIGURA 2.8

### Relaciones “Mecanismo – Espacio interior”

Lo inherente en este caso es que el mecanismo ocupará parte del espacio interior (figura 2.9); sin embargo, esta relación se hace insuficiente en el momento en el que éste espacio contiene al mecanismo ya que, como se ha mencionado, este espacio no ha sido diseñado para contenerlo.

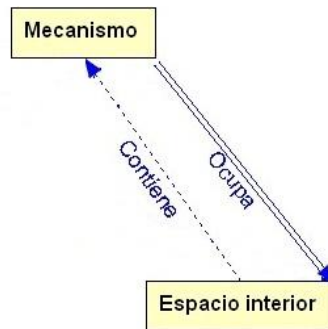


FIGURA 2.9

### Relaciones “Asiento de Automóvil – Espacio interior”

Éste caso es semejante al anterior, porque el mismo espacio que contendrá al mecanismo también contendrá al asiento (figura 2.10); sin embargo, al hacer la adaptación del mecanismo dentro de la configuración normal del asiento, éste dejará de ocupar el espacio convencional y es por esto que tenemos los mismos efectos de inherencia e insuficiencia de la relación anterior.

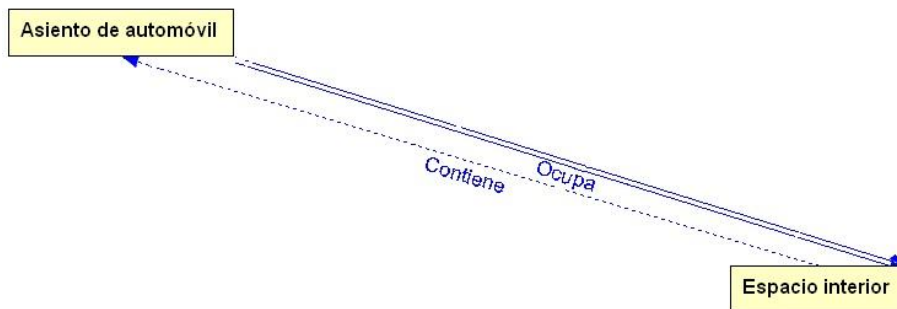


FIGURA 2.10

### Relaciones “Asiento de automóvil – Mecanismo”

Como se ha mencionado, se pretende diseñar un mecanismo para adaptarlo al asiento de un automóvil, que le aumente los grados de libertad (figura 2.11) en beneficio de personas discapacitadas y ancianas para facilitarles la entrada y salida del automóvil. Por otro lado surge un efecto no deseado al ser cargado el asiento por el usuario y la suma de estas cargas en el mecanismo.

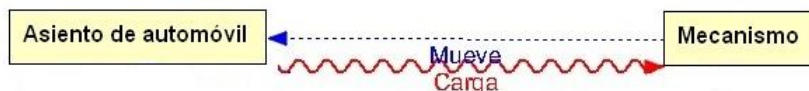


FIGURA 2.11

### Relación “Personas discapacitadas y ancianas – Mecanismo”

Como se observa en la figura 2.12, el mecanismo es activado por el usuario; se muestra como una relación insuficiente porque pese a que brindará ayuda, aun será necesario un esfuerzo por parte de la persona para completar el funcionamiento del mecanismo.

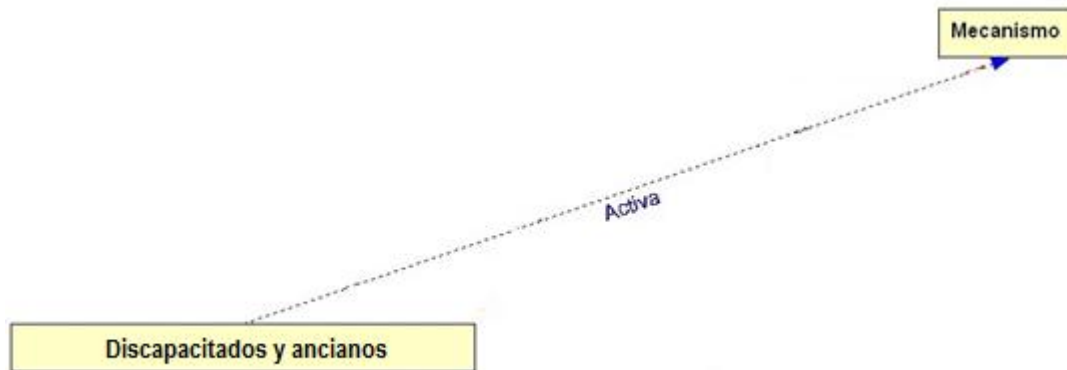


FIGURA 2.12

De acuerdo al análisis de las relaciones anteriores, se encontraron ocho contradicciones, las cuales se mencionan a continuación:

1. El asiento del automóvil ocupa espacio exterior para su movilidad, contradictoriamente, este espacio no siempre está disponible.
2. El asiento de automóvil brindará ayuda a personas discapacitadas y ancianas, sin embargo, recibirá una carga al ser usado.
3. El automóvil sirve de transporte para personas ancianas y discapacitadas, pero el ascenso y descenso no puede ser considerado como el de las otras personas.
4. El espacio dentro del automóvil es suficiente para lo cual fue diseñado, pero no para albergar algún otro objeto.
5. El automóvil llevará instalado el mecanismo, aunque el hecho de contenerlo cambiará la configuración del asiento del conductor.
6. El mecanismo ocupará espacio interior; sin embargo, éste espacio no está considerado para contenerlo.
7. Al modificar la posición original del asiento por la adaptación, ocupará espacio que originalmente no ocupa.
8. El mecanismo moverá al asiento, el cual estará sometido a una carga por parte del usuario, que a su vez ejercerá una carga al mecanismo.

Una vez detectadas las contradicciones, contamos con más bases para darle continuidad a nuestro análisis.

### 2.3.5 MATRIZ DE CONTRADICCIONES

En esta sección analizaremos las contradicciones antes mencionadas junto con los principios recomendados que podrían ayudar a eliminarlas, comparando las mejoras que se plantean con las características que empeoran. A continuación, de las contradicciones que se presenten, se considerarán sólo los principios recomendados que creemos convenientes para evitarla.

Para la **primera contradicción** tenemos que el asiento necesita espacio exterior, aunque no siempre está disponible; lo ideal sería que ésta dependencia de espacio no exista. El análisis se hará tomando en cuenta las características que se acercan más a las interacciones desarrolladas cuando pudiera presentarse dicha contradicción.

CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA	PRINCIPIOS RECOMENDADOS
35. Adaptabilidad y versatilidad	1. Peso del objeto en movimiento	1. Segmentación 6. Universalidad 8. Contrapesos 15. Dinamización
35. Adaptabilidad y versatilidad	5. Área del objeto en movimiento	7. Anidamiento 29. Construcción neumática o hidráulica 30. Membranas delgadas y fibras flexibles 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	7. Volumen del objeto en movimiento	15. Dinamización 29. Construcción neumática o hidráulica 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	12. Forma	1. Segmentación 8. Contrapesos 15. Dinamización 37. Expansión térmica
35. Adaptabilidad y versatilidad	10. Fuerza	15. Dinamización 17. Mover en una nueva dirección 20. Continuar la acción útil
35. Adaptabilidad y versatilidad	11. Esfuerzo o presión	16. Acción parcial o excesiva 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	14. Resistencia	3. Calidad local 6. Universalidad 32. Cambio de color 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	19. Uso de energía del objeto en movimiento	13. Inversión 19. Acción periódica 29. Construcción neumática e hidráulica 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	25. Pérdida de tiempo	28. Sustitución mecánica 35. Cambios de parámetro

35. Adaptabilidad y versatilidad	32. Facilidad de fabricación	1. Segmentación 13. Inversión 31. Materiales porosos
35. Adaptabilidad y versatilidad	36. Complejidad del aparato	15. Dinamización 28. Sustitución mecánica 29. Construcción neumática o hidráulica 37. Expansión térmica
38. Aumento de la automatización	1. Peso del objeto en movimiento	18. Vibración mecánica 26. Copiar 28. Sustitución mecánica 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	5. Área del objeto en movimiento	13. Inversión 14. Esfericidad o curvatura 17. Mover en una nueva dirección
38. Aumento de la automatización	7. Volumen del objeto en movimiento	13. Inversión 16. Acción parcial o excesiva 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	10. Fuerza	2. Extracción 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	11. Esfuerzo o presión	13. Inversión 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	12. Forma	1. Segmentación 13. Inversión 15. Dinamización 32. Cambio de color
38. Aumento de la automatización	14. Resistencia	13. Inversión 25. Autoservicio
38. Aumento de la automatización	19. Uso de energía del objeto en movimiento	2. Extracción 13. Inversión 32. Cambio de color
38. Aumento de la automatización	25. Pérdida de tiempo	24. Intermediario 28. Sustitución mecánica 30. Membranas delgadas y fibras flexibles 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	32. Fácil fabricación	1. Segmentación 13. Inversión 26. Copiar
38. Aumento de la automatización	36. Complejidad del sistema	15. Dinamización 24. Intermediario 10. Acción previa

TABLA 2.3

De todos estos principios dados, tomaremos en cuenta las que se repitieron tres o más veces a lo largo del listado de relaciones entre las características consideradas para esta contradicción. De esta manera, se restringirá el diseño del dispositivo a solo unos cuantos principios, pero por ser los más concurridos, serán más certeros en la eliminación de la contradicción y para llegar al diseño óptimo que esté a nuestro alcance.

Principio recomendado	Frecuencia de aparición
1 Segmentación	3
2 Extracción	2
3 Calidad local	1
6 Universalidad	2
7 Anidamiento	1
13 Inversión	4
15 Dinamización	6
16 Acción parcial o excesiva	1
17 Mover en una nueva dirección	2
19 Acción periódica	1
24 Intermediario	1
25 Autoservicio	1
28 Sustitución mecánica	4

TABLA 2.3a

Los principios inventivos seleccionados son: Segmentación, inversión, dinamización y sustitución mecánica. (Ver apéndice B)

La **segunda contradicción** se refiere a que el asiento del automóvil brindará ayuda a personas discapacitadas y ancianas; sin embargo, recibirá una carga al ser usado, esto significa que las relaciones planteadas irán enfocadas a resistencias de materiales, configuración de las estructuras etc.; es decir, al igual que para la primera de este análisis, encontraremos los principios más adecuados y viables que contribuyan a la eliminación de la segunda contradicción de manera más efectiva y eficiente.

CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA	PRINCIPIOS RECOMENDADOS
27. Confiabilidad	1. Peso del objeto en movimiento	3. Calidad local 8. Contrapesos 10. Acción previa 40. Materiales compuestos
27. Confiabilidad	10. Fuerza	3. Calidad local 8. Contrapesos 10. Acción previa 28. Sustitución mecánica
27. Confiabilidad	11. Esfuerzo o presión	10. Acción previa 19. Acción periódica 24. Intermediario 35. Cambios de parámetro
27. Confiabilidad	14. Resistencia	11. Estar preparado o compensar de antemano 28. Sustitución mecánica
27. Confiabilidad	19. Uso de energía del objeto en movimiento	11. Estar preparado o compensar de antemano 19. Acción periódica 21. Atravesar rápidamente 27. Objeto barato de corta vida



35. Adaptabilidad y versatilidad	1. Peso del objeto en movimiento	1. Segmentación 6. Universalidad 8. Contrapesos 15. Dinamización
35. Adaptabilidad y versatilidad	10. Fuerza	15. Dinamización 17. Mover en una nueva dirección 20. Continuar la acción útil
35. Adaptabilidad y versatilidad	11. Esfuerzo o presión	16. Acción parcial o excesiva 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	14. Resistencia	3. Calidad local 6. Universalidad 32. Cambio de color 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	19. Uso de energía del objeto en movimiento	13. Inversión 19. Acción periódica 29. Construcción neumática e hidráulica 35. Cambios de parámetro

TABLA 2.4

De la misma forma que el análisis para la contradicción número 1, se muestra a continuación la tabla de frecuencia de aparición 3.3a de los principios recomendados, y de esta forma tomar solamente los más representativos, para este caso las de frecuencia mayor o igual a dos.

Principio recomendado	Aparición
<b>3 Calidad local</b>	1
<b>6 Universalidad</b>	2
<b>8 Contrapesos</b>	1
<b>10 Acción previa</b>	1
<b>11 Estar preparado o compensar de antemano</b>	1
<b>15 Dinamización</b>	1
<b>16 Acción parcial o excesiva</b>	1
<b>17 Mover en una nueva dirección</b>	1
<b>19 Acción periódica</b>	3
<b>28 Sustitución mecánica</b>	2
<b>40 Materiales compuestos</b>	1

TABLA 2.4a

Los principios inventivos que se seleccionaron en esta contradicción son: Universalidad, acción periódica y sustitución mecánica. (Ver apéndice B)

En las **contradicciones 4, 5, 6 y 7** se indica que:

- El espacio dentro del automóvil es suficiente para lo cual fue diseñado, pero no para albergar algún otro objeto
- El automóvil llevará instalado el mecanismo, aunque el hecho de contenerlo, cambiará la configuración del asiento del conductor.

- El mecanismo ocupará espacio interior, sin embargo, éste espacio no está considerado para contenerlo.
- Al modificar la posición original del asiento por la adaptación, ocupará espacio que originalmente no ocupa.

Identificamos que estas tres contradicciones son similares y tienen que ver con las complicaciones que habrá por el espacio que ocupará el dispositivo que se adaptará al asiento del automóvil; por tanto seguiremos el mismo procedimiento para hallar la eliminación o disminución de esta contradicción.

CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA	PRINCIPIOS RECOMENDADOS
35. Adaptabilidad y versatilidad	6. Área del objeto estático	15. Dinamización 16. Acción parcial o sobre acción
36. Complejidad del aparato	6. Área del objeto estático	6. Universalidad 36. Transición de fase
36. Complejidad del aparato	8. Volumen del objeto estático	1. Segmentación 16. Acción parcial o excesiva

TABLA 2.5

Los principios recomendados para este grupo de contradicciones, fue reducido, se tomo solo un principio por relación de características propuesta y por tanto el orden de aparición fue de una vez por principio.

Principio recomendado	Aparición (veces)
<b>1 Segmentación</b>	1
<b>6 Universalidad</b>	1
<b>15 Dinamización</b>	1

TABLA 2.5a

Para estas contradicciones se tomaron en cuenta los tres principios. (Ver apéndice B)

La **contradicción número ocho** establece que el mecanismo moverá al asiento y éste estará sometido a una carga por parte del usuario, que a su vez ejercerá una carga al mecanismo.

Los resultados para esta contradicción se muestran en la tabla 2.6.

CARACTERÍSTICA QUE MEJORA	CARACTERÍSTICA QUE EMPEORA	PRINCIPIOS RECOMENDADOS
27. Confiabilidad	1. Peso del objeto en movimiento	3. Calidad local 8. Contrapesos 10. Acción previa 40. Materiales compuestos
27. Confiabilidad	2. Peso del objeto estático	3. Calidad local 8. Contrapesos 10. Acción previa 28. Sustitución mecánica
27. Confiabilidad	10. Fuerza	3. Calidad local 8. Contrapesos

		10. Acción previa 28. Sustitución mecánica
27. Confiabilidad	11. Esfuerzo o presión	10. Acción previa 19. Acción periódica 24. Intermediario 35. Cambios de parámetro
27. Confiabilidad	14. Resistencia	11. Estar preparado o compensar de antemano 28. Sustitución mecánica
27. Confiabilidad	19. Uso de energía del objeto en movimiento	11. Estar preparado o compensar de antemano 19. Acción periódica 21. Atravesar rápidamente 27. Objeto barato de corta vida
35. Adaptabilidad y versatilidad	1. Peso del objeto en movimiento	1. Segmentación 6. Universalidad 8. Contrapesos 15. Dinamización
35. Adaptabilidad o versatilidad	2. Peso del objeto estático	15. Dinamización 16. Acción parcial o excesiva 19. Acción periódica 29. Usar construcción neumática o hidráulica
35. Adaptabilidad y versatilidad	10. Fuerza	15. Dinamización 17. Mover en una nueva dirección 20. Continuar la acción útil
35. Adaptabilidad y versatilidad	11. Esfuerzo o presión	16. Acción parcial o excesiva 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	14. Resistencia	3. Calidad local 6. Universalidad 32. Cambio de color 35. Cambios de parámetro
35. Adaptabilidad y versatilidad	19. Uso de energía del objeto en movimiento	13. Inversión 19. Acción periódica 29. Construcción neumática o hidráulica 35. Cambios de parámetro
36. Complejidad del aparato	1. Peso del objeto en movimiento	26. Copiar 30. Membranas delgadas o fibras flexibles 34. Rechazando y regenerando partes 36. Transición de fase
36. Complejidad del aparato	2. Peso del objeto estático	2. Extracción 26. Copiar 35. Cambios de parámetro 39. Medioambiente inerte
36. Complejidad del aparato	10. Fuerza	16. Acción parcial o excesiva

		26. Copiar
36. Complejidad del aparato	11. Esfuerzo o presión	1. Segmentación 19. Acción periódica 35. Cambios de parámetro
36. Complejidad del aparato	14. Resistencia	2. Extracción 13. Inversión 28. Sustitución mecánica
36. Complejidad del aparato	19. Uso de energía del objeto en movimiento.	2. Extracción 27. Objeto barato de corta vida 28. Sustitución mecánica 29. Usar construcción neumática o hidráulica
38. Aumento de la automatización	1. Peso del objeto en movimiento	18. Vibración mecánica 26. Copiar 28. Sustitución mecánica 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	2. Peso del objeto estático	10. Acción previa 26. Copiar 28. Sustitución mecánica 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	10. Fuerza	2. Extracción 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	11. Esfuerzo o presión	13. Inversión 35. Cambios de parámetro
38. Aumento de la automatización	14. Resistencia	13. Inversión 25. Autoservicio
38. Aumento de la automatización	19. Uso de energía del objeto en movimiento	2. Extracción 13. Inversión 32. Cambio de color

CUADRO 2.6

Como se ha venido haciendo, a continuación se mostrarán los principios tomados en cuenta para la eliminación de la contradicción en estudio, resaltando los que se repitieron más y por ende los que podríamos utilizar.

Principio recomendado	Aparición (veces)
<b>1 Segmentación</b>	1
<b>2 Extracción</b>	5
<b>3 Calidad local</b>	3
<b>6 Universalidad</b>	2
<b>8 Contrapesos</b>	1
<b>10 Acción previa</b>	1
<b>11 Estar preparado de antemano</b>	1
<b>13 Inversión</b>	2
<b>15 Dinamización</b>	2
<b>16 Acción parcial o excesiva</b>	2

<b>17 Mover en una nueva dirección</b>	1
<b>19 Acción periódica</b>	4
<b>25 Autoservicio</b>	1
<b>28 Sustitución mecánica</b>	5
<b>34 rechazando y regenerando partes</b>	1
<b>40 Materiales compuestos</b>	1

CUADRO 2.6a

Se seleccionaron los principios de: extracción, calidad local, acción periódica y sustitución mecánica. (Ver apéndice B)

Por último la **tercera contradicción**, el automóvil sirve de transporte para personas ancianas y discapacitadas, pero el ascenso y descenso no puede ser considerado como el de las personas con ningún tipo de dificultad, se decidió no tomarla de manera individual ya que su relación es más general y por tanto reúne las características tomadas en cuenta para el análisis y solución de las otras contradicciones.

En la tabla 2.7 se muestra la matriz de contradicciones general en la cual aparecen las relaciones entre las características de las contradicciones del problema, donde se resaltaron los principios recomendados, y los valores de las celdas señalan los principios concurrentes.

FACTOR QUE EMPEORA	1. Peso del objeto en movimiento	2. Peso del objeto estacionario	5. Área del objeto en movimiento	6. Área del objeto estacionario	7. Volumen del objeto en movimiento	8. Volumen del objeto estacionario	10. Fuerza	11. Esfuerzo o presión	12. Forma	14. Resistencia	19. Uso energético del objeto en movimiento	25. Pérdida de tiempo	32. Facilidad de Fabricación	36. Complejidad del aparato
FACTOR QUE MEJORA														
27. Confiabilidad	3,8, 10,40	3,10, 8,28					8,28, 10,3	10,24, 35,19		11,28	21,11, 27,19			
35. Adaptabilidad y versatilidad	1,6, 15,8	19,15, 29,16	35,30, 29,7	15,16	15,35, 29		15,17, 20	35,16	15,37, 1,8	35,3, 32,6	19,35, 29,13	35,28	1,13, 31	15,29, 37,28
36. Complejidad del aparato	26,30, 34,36	2,26, 35,39		6,36		1,16	26,16	19,1, 35		2,13, 28	27,2, 28,29			
38. Aumento de la automatización	28,26, 18,35	28,2, 35,10	17,14, 13		35,13, 16		2,35	13,35	15,32, 1,13	25,13	2,32,13	24,28, 35,30	1,26, 13	15,24, 10

TABLA 2.7

Para el problema en su conjunto, la tabla 2.7a muestra la frecuencia de aparición de los principios recomendados y su orden de aparición a lo largo de todo el análisis. Por tanto, tenemos una relación de orden de aparición de principios generales.

Principio recomendado	Aparición (veces)
<b>1 Segmentación</b>	5
<b>2 Extracción</b>	5
<b>3 Calidad local</b>	3
<b>6 Universalidad</b>	3
<b>7 Anidamiento</b>	1
<b>8 Contrapesos</b>	1
<b>10 Acción previa</b>	1
<b>11 Estar preparado de antemano</b>	1
<b>13 Inversión</b>	3
<b>15 Dinamización</b>	7
<b>16 Acción parcial o excesiva</b>	1
<b>17 Mover en una nueva dirección</b>	2
<b>19 Acción periódica</b>	4
<b>24 Intermediario</b>	1
<b>25 Autoservicio</b>	1
<b>28 Sustitución mecánica</b>	8
<b>34 rechazando y regenerando partes</b>	1
<b>40 Materiales compuestos</b>	1

TABLA 2.7a

Con los resultados obtenidos en la Matriz, se seleccionaron los principios que consideramos más relevantes según la frecuencia con la que aparecieron, nos enfocaremos en aquellos cuya frecuencia de aparición fue de cinco o más, los cuales son:

- 1.- Segmentación
- 2.- Extracción
- 15.- Dinamización
- 28.- Sustitución Mecánica  
(Ver apéndice B)

### 2.3.6 RADARES DE EVOLUCIÓN

Para completar el estudio previo, que es antecedente para establecer nuestro diseño, se analizarán algunos sistemas patentados para determinar su potencial evolutivo, es decir, cuáles son las tendencias que utiliza y en qué nivel se encuentran; para tal efecto utilizamos una herramienta llamada radar de evolución.

En este tipo de estudio, donde sistemas similares son comparados con otro, es importante para definir un conjunto de reglas comunes que especificará las tendencias a incluir en el análisis y cómo interpretar cada una de sus etapas, lo cual nos permitirá observar el nivel de evolución en que se encuentra el sistema bajo estudio y establece sus posibles modelos próximos; con ellos podremos visualizar las características que se pueden mejorar y las que han llegado a su posible

límite. Se hará un diagrama de cada patente buscando compararlos y determinar qué tan involucradas están las tendencias de la metodología TRIZ en cada sistema dado.

### Patente 1

Esta patente nos muestra un sistema en el cual el asiento de una silla de ruedas se desmonta de la misma para embonarse a un mecanismo de dos barras unidas por un perno (figura 2.13), que permitirá al asiento introducirse al automóvil.

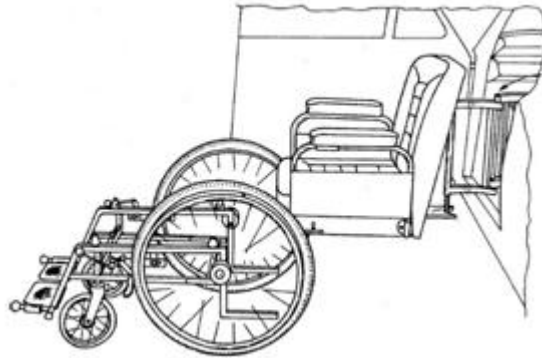


FIGURA 2.13

Al analizar su potencial evolutivo, se encontró que las tendencias presentes son las siguientes:

- Segmentación de espacio.
- Segmentación del objeto.
- Incremento de asimetría.
- Evolución geométrica.
- Dinamización.
- Incremento de diferencias (mono-bi-poli)
- Grados de libertad
- Rompimiento de fronteras (interface)
- Reducción de la complejidad del sistema
- Controlabilidad
- Disminución de la intervención humana
- Metodología de diseño

(Ver apéndice C)

De este modo obtenemos el siguiente radar (figura 2.13a):

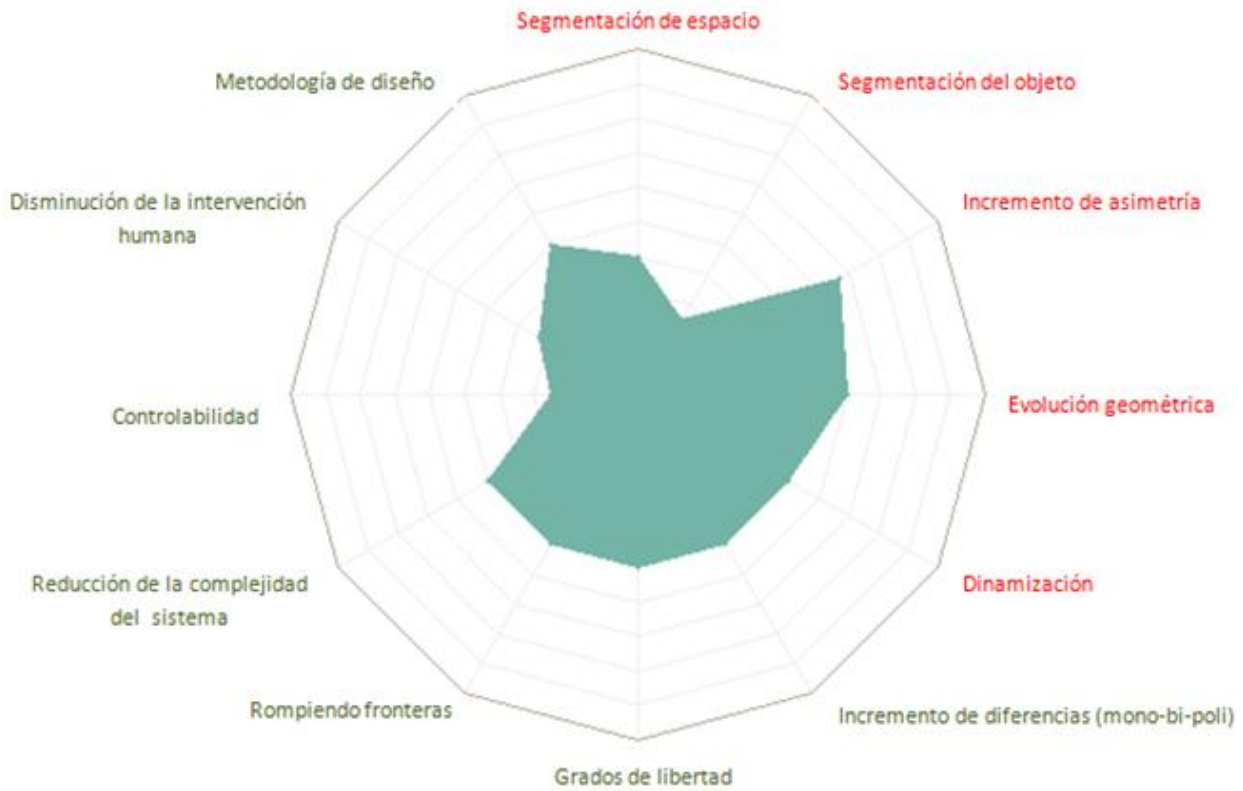


FIGURA 2.13a

## Patente 2

Consiste en un mecanismo (figura 2.14) instalado en la base del asiento, que le permite girar y cambiar la orientación a favor del usuario



FIGURA 2.14



Las tendencias presentes en este modelo, según su potencial evolutivo, son las siguientes:

- Segmentación de espacio.
- Segmentación del objeto.
- Incremento de asimetría.
- Evolución geométrica.
- Dinamización.
- Incremento de diferencias (mono-bi-poli)
- Grados de libertad
- Rompimiento de fronteras (espacio)
- Rompiendo Frontera (interface)
- Reducción de la complejidad del sistema
- Controlabilidad
- Disminución de la intervención humana
- Metodología de diseño

(Ver apéndice C)

Le corresponde el siguiente Radar:

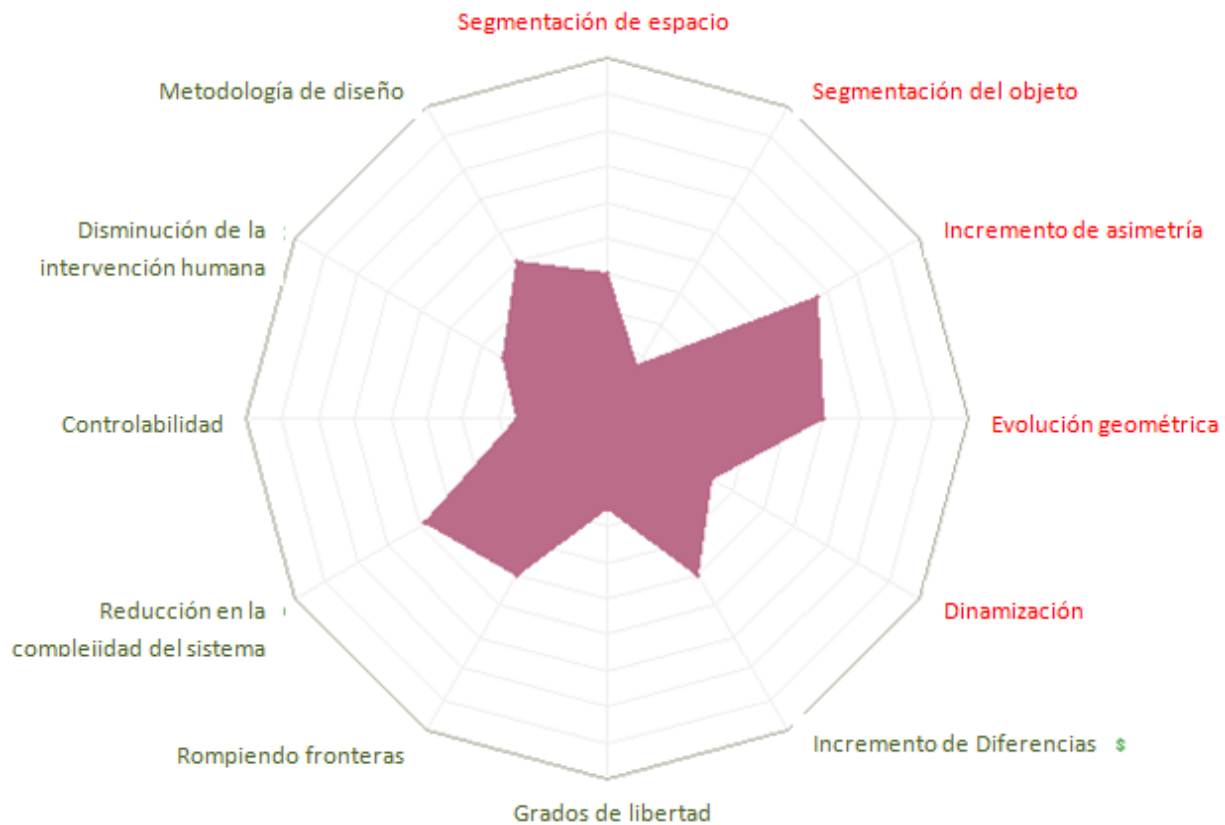


FIGURA 2.14a

### Patente 3

Consiste en un sistema electromecánico (figura 2.15) que permite la movilidad de un segmento del asiento, aumentando sus grados de libertad proporcionando ayuda a la entrada y salida al usuario.

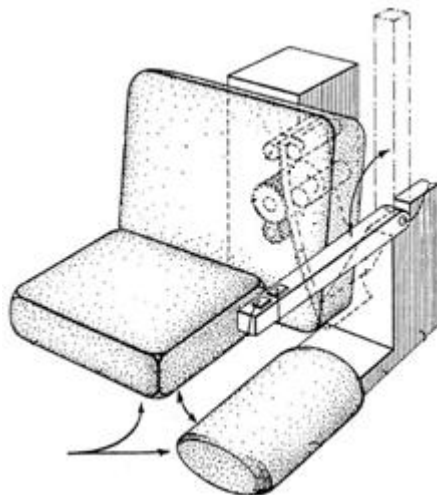


FIGURA 2.15

Las tendencias presentes son las siguientes:

- Segmentación de espacio.
- Segmentación del objeto.
- Incremento de asimetría.
- Evolución geométrica.
- Dinamización.
- Acción-coordinación
- Incremento de diferencias (mono-bi-poli)
- Grados de libertad
- Rompiendo frontera (interface)
- Reducir la complejidad del sistema
- Controlabilidad
- Disminución de la intervención humana
- Metodología de diseño
- Conversión de energía.

(Ver apéndice C)

Lo anterior queda expresado en el siguiente radar:



FIGURA 2.15a

Con los resultados de los radares evolutivos, se ha concluido otra etapa de análisis y a partir del siguiente capítulo se enfocará al proceso de diseño de nuestro sistema, con el objetivo de que cumpla las expectativas del usuario y represente competencia para los modelos estudiados.

## CAPITULO 3

### DISEÑO

#### 3.1 CONCEPTO

Conforme al análisis realizado en el capítulo anterior y los principios recomendados que seleccionamos para la eliminación o disminución de las contradicciones de nuestro problema, ahora es posible establecerlas en el desarrollo del diseño, empezando por el concepto basado en cada uno de los principios recomendados a cada contradicción, y por ultimo de manera general.

Primera contradicción – Necesidad de espacio exterior

1 Segmentación: el dispositivo deberá tener varias partes móviles con el fin de permitir los movimientos que tentativamente deberá tener el asiento (Arriba-abajo, giro, adelante-atrás, inclinación).

13 Inversión: el asiento originalmente es estático, teniendo que moverse la persona para entrar y salir; ahora el asiento tendrá movimiento para beneficiar al usuario.

15 Dinamización: tendrá que ser lo más adaptable, simple y reducido como sea posible.

28 Sustitución mecánica: con el fin de evitar robustez, se emplearán dispositivos electromecánicos.

Segunda contradicción – El asiento estará sometido a carga.

6 Universalidad: hacer que un solo elemento mecánico o electromecánico, pueda desempeñar más de una función, en diferentes etapas entrelazadas.

19. Acción periódica: realizar los movimientos por etapas.

Cuarta a séptima contradicción – Espacio interior, modificación de configuración original

1 Segmentación: el dispositivo se hará en partes, permitiendo los movimientos requeridos; al hacerse en partes se reduce el espacio que podría ocupar de no ser así.

6 Universalidad: entre más funciones sean añadidas a un solo elemento del dispositivo, la totalidad del sistema ocupara menor espacio.

15 Dinamización: hacer el sistema lo más adaptable, móvil y simple con el fin de ahorrar espacio.

Octava contradicción – Carga usuario-asiento-dispositivo

2 Extracción: de ser posible quitar partes del asiento o base, con el fin de eliminar peso y aumentar espacio.

3 Calidad local: aprovechar lo más posible el potencial funcional de los elementos del dispositivo.

19 Acción periódica: realizar cada uno de los movimientos por separado.

28 Sustitución mecánica: tratar de que todo sea una estructura resistente, estática y en operación.

A continuación las consideraciones para los principios tomados de manera general, éstas se mostrarán en orden jerárquico de acuerdo a los resultados del capítulo anterior.

28 Sustitución mecánica: con el fin de evitar robustez, se emplearán principalmente dispositivos electromecánicos y se tratará de que el sistema sea una solo estructura o varias estructuras resistentes a las cargas estática y en operación.

15 Dinamización: el dispositivo tendrá que ser lo más adaptable, simple, móvil y reducido, con el fin de ahorrar espacio y que cada parte cumpla su función.

1 Segmentación: el dispositivo estará formado por varias partes móviles con el fin de permitir los movimientos requeridos en el asiento (ascenso-descenso, giro, adelante-atrás, inclinación) y reducir el espacio que podría ocupar.

2 Extracción: de ser posible, quitar partes del asiento y/o auto con el fin de eliminar peso y aumentar espacio.

En el análisis del capítulo anterior se tomaron en cuenta como principios generales recomendados, los cuatro anteriores; sin embargo, también consideramos importantes los dos siguientes en orden jerárquico, para establecer con mayor precisión el concepto del diseño.

19 Acción periódica: realizar cada uno de los movimientos que desempeñará el dispositivo por etapas y de manera independiente.

6 Universalidad: en la medida de lo posible, adecuar las condiciones y/o elementos del sistema para que un solo elemento pueda desempeñar la mayor cantidad de funciones.

### **3.2 DISEÑO CONCEPTUAL**

Con estos principios, y los resultados de los capítulos anteriores, se inicia el desarrollo de la propuesta de diseño<sup>15</sup>. Se sabe que en la actualidad existe una amplia variedad de asientos eléctricos que están disponibles para automóviles y camionetas, los cuales pueden realizar varios movimientos, incluyendo los de ida y vuelta (hacia delante y hacia atrás), ascenso y descenso (en la posición normal). Estos asientos son usados generalmente por conductores y pasajeros en condiciones normales. En algunas camionetas y automóviles grandes, los asientos pueden usarse con una base personalizada, permitiéndoles un giro manual de 180° (viendo hacia la parte trasera del auto) con fijaciones para retener el asiento en diferentes posiciones. Mucha gente usa los vehículos como pasajeros o como conductores que requiere algún tipo de asistencia al entrar o salir del automóvil. Para las personas que tienen un grado de deterioro significativo, hay una gran variedad de ascensores y rampas para sillas de ruedas que permiten subirlas y bajarlas de las camionetas.

Sin embargo, también existen personas con impedimentos menores, que así necesitan algún tipo de asistencia para entrar y salir de sus vehículos. Ésta gente, incluyendo los discapacitados por algún tipo de enfermedad, algún accidente o condiciones inherentes, les resulta difícil el ascenso o descenso del automóvil; incluso las personas con facultades físicas íntegras, presenta dificultades para subir y bajar. Éste problema se reduce en el caso de las camionetas, que cuentan con espacio para maniobrar dentro de ella, sin embargo, no es suficiente para resolverlo por completo.

Lo anterior pone de manifiesto la necesidad de un dispositivo de asiento que asista a personas discapacitadas y ancianas para que se sienten en el exterior del automóvil, serán retraídas hacia el interior y rotarlas para colocarse en la posición convencional, lo cual brindará espacio para mayor movilidad de las piernas; dicho dispositivo también descendería para mejorar el ángulo para montar el asiento.

Dado que el proceso de diseño no es lineal, una de sus características principales es la serie de cambios hechos en el desarrollo del diseño previo a la propuesta final. Se hicieron bocetos y modelos que preceden al presentado, descartando los que no cumplían plenamente con los requerimientos de uso, diseño y desempeño del sistema. (Ver apéndice D)

Finalmente la propuesta de diseño se enfoca a un sistema como éste donde, un asiento (generalmente el del pasajero) se eleva lo suficiente mediante un sistema hidráulico, y el sistema del asiento pueda librar el estribo del vehículo, rotarse manual o eléctricamente desde una posición normal (viendo al frente) a una posición lateral. El asiento giratorio se extenderá

---

<sup>15</sup> El diseño en 3D y análisis de esfuerzos fueron realizados con el software Autodesk® Inventor® 2010

lateralmente hacia el exterior del vehículo; durante este movimiento, el asiento descenderá y su borde superior se inclinará ligeramente hacia abajo para asistir a la persona que pretende subir o bajar del automóvil. Una vez sentada la persona o fuera del vehículo, el asiento ascenderá y se retraerá al interior del automóvil (manual o eléctricamente) y regresará a su posición (viendo al frente) y el sistema hidráulico lo regresará a la posición normal.

Para el desarrollo del sistema, los subsistemas que lo conformarán serán: elevador, base, carrito y plataforma-asiento con eje.

### **Elevador**

Consiste en un sistema hidráulico fijado al piso del automóvil cuya función será elevar al sistema de asistencia junto con el asiento y el pasajero, con el fin de permitir los movimientos posteriores del sistema sin ser obstaculizados por el estribo del vehículo. (Figura 3.1). Hubo diferentes propuestas previas a esta estructura, sin embargo no contaban con la estabilidad que requería un asiento, finalmente se optó por una base que reforzara todos los puntos de apoyo. (Sistema similar al de mesas elevadoras)



FIGURA 3.1

### **Base**

Estará soportada directamente por el elevador, será una estructura compuesta por rieles laterales (interiores y exteriores) por los cuales se deslizará el carrito que se describirá posteriormente; una característica importante es que depende de la geometría de los rieles y en sí de la estructura para que los movimientos deseados puedan llevarse a cabo, y ensamble tanto con el elevador como con el carrito. (Figura 3.2)

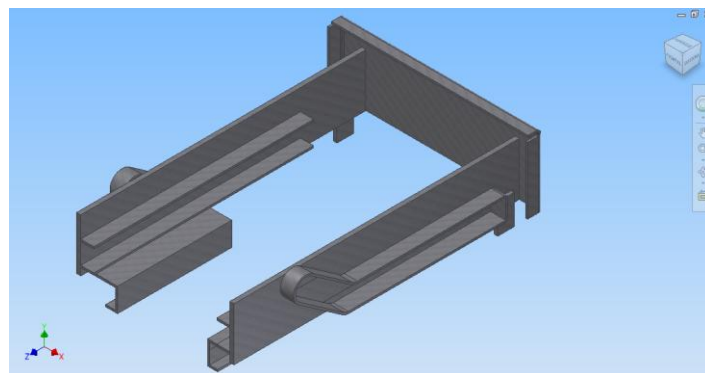


FIGURA 3.2

## Carrito

Será una estructura capaz de deslizarse sobre los rieles de la base por medio de un arreglo de rodamientos que correrán a lo largo de dichos rieles para permitir el movimiento hacia el exterior e interior del vehículo (figura 3.3); además, debido a la geometría de la base, al final de su movimiento exterior podrá inclinarse ligeramente con el objeto de mejorar ergonómicamente el descenso o ascenso del usuario. En él se ensamblará la plataforma con un eje a través de un buje ubicado de tal forma que el asiento mantenga su posición original en cuanto sea ensamblado, pero con la ventaja de girar de una posición normal o de frente hacia una de salida lateral.

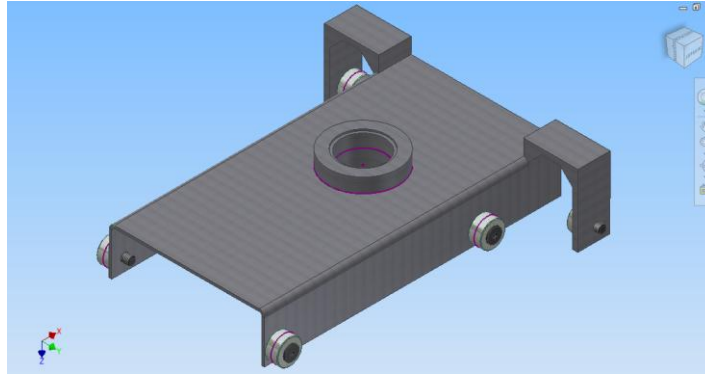


FIGURA 3.3

## Plataforma asiento con eje

En ella se fijará el asiento, y deberá ser adecuada para fijar la base del asiento, además incluirá un eje para ensamblarla al carrito (figura 3.4) y permitirá girar al asiento desde la posición normal o de frente hacia una lateral o de salida.

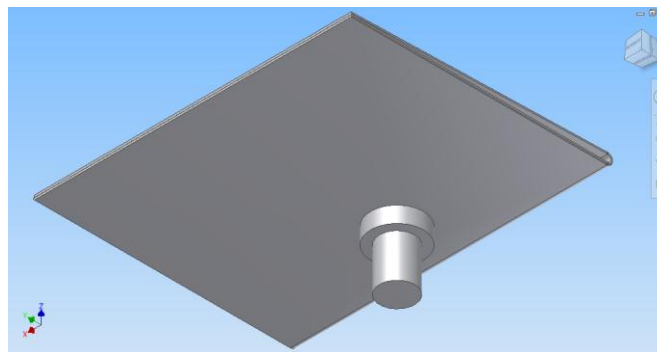


FIGURA 3.4

## 3.3 MODELO

Finalmente, con el ensamblaje de los subsistemas descritos en la sección anterior, obtenemos el modelo del sistema de asiento para la asistencia de personas discapacitadas y ancianas para subir y bajar de un vehículo. (Figura 3.5) (Ver apéndice E)

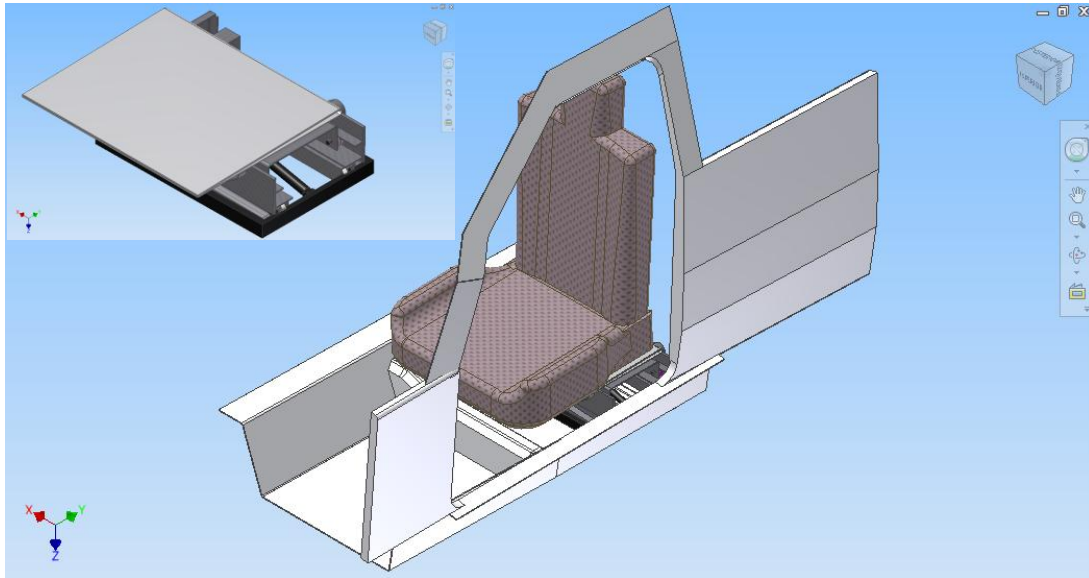


FIGURA 3.5

Para la instalación del sistema será necesario retirar la base original del asiento, dejando solamente el mecanismo de corredera de adelante-atrás. Con lo anterior es posible ajustar nuestro mecanismo en un espacio bajo el asiento tomando este el papel de la base del asiento, además de las funciones que desarrollará. (Figura 3.5a)

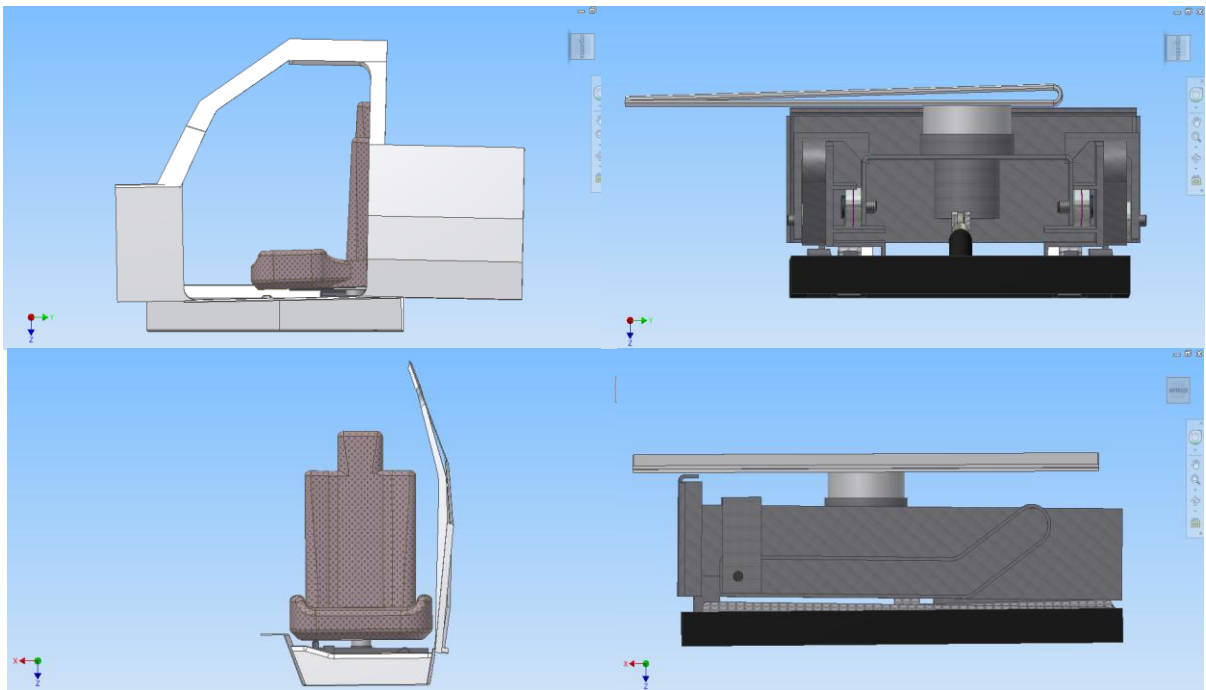


FIGURA 3.5a

El propósito es no alterar la posición original del asiento. El mecanismo debe ser lo suficientemente compacto para adaptarse al espacio, y deberá contar con una estructura y



componentes móviles suficientes para desempeñar los movimientos que a continuación se describen:

### Elevación

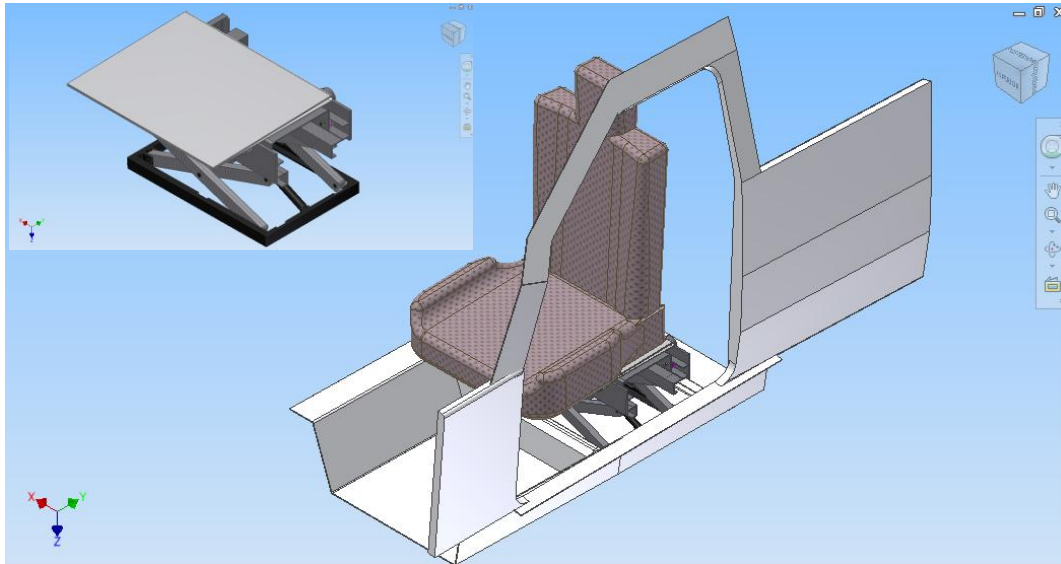


FIGURA 3.6

El sistema se despliega por medio de un mecanismo de barras (figura 3.6) para tomar una posición que permitirá movimientos posteriores, sin que el estribo del auto los obstaculice (figura 3.6a).

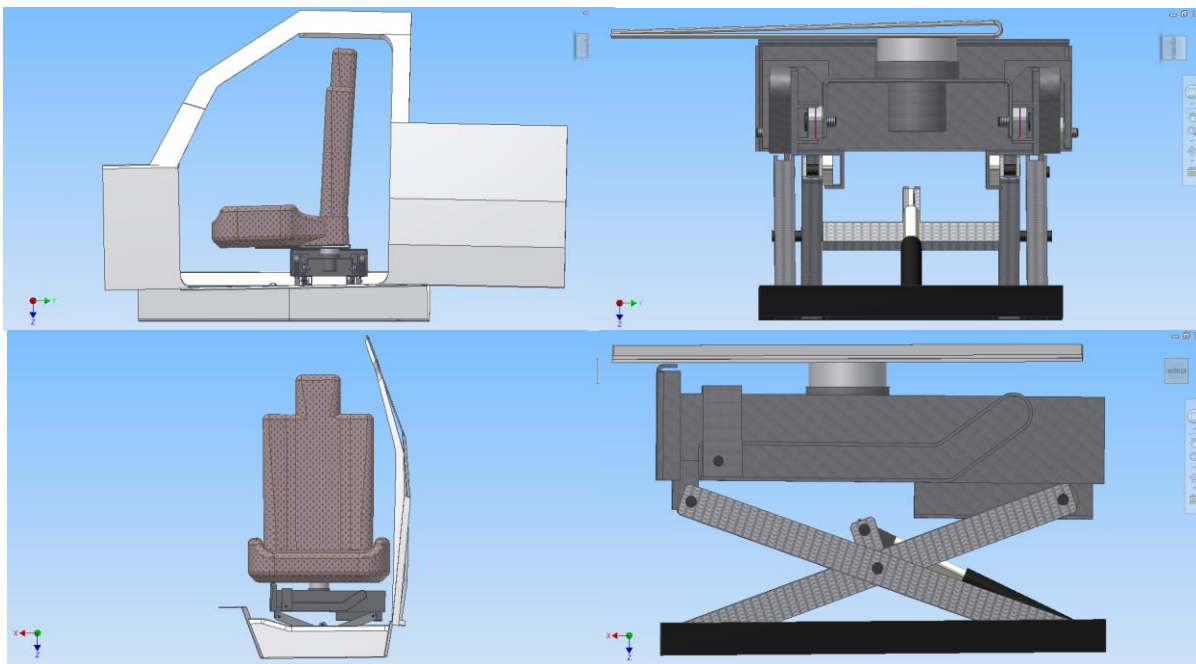


FIGURA 3.6a

## Giro

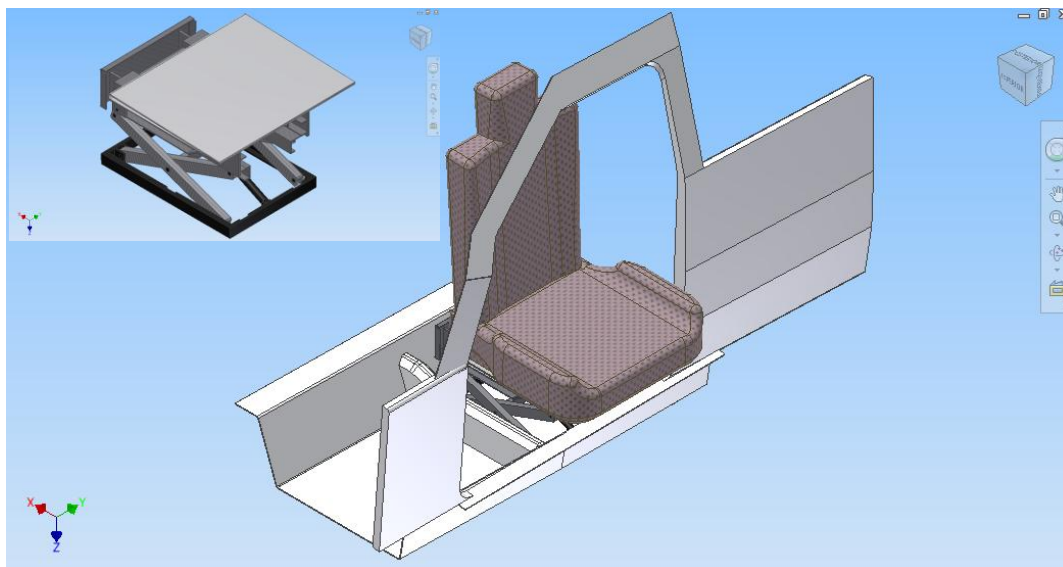


FIGURA 3.7

Luego de la elevación, la plataforma con el eje donde está fijado el asiento, gira (manual o eléctricamente) para pasar de una posición normal o de frente a una lateral o de salida, y permitir el movimiento posterior de salida del asiento, tal como se muestra en las figuras 3.7, 3.7a.

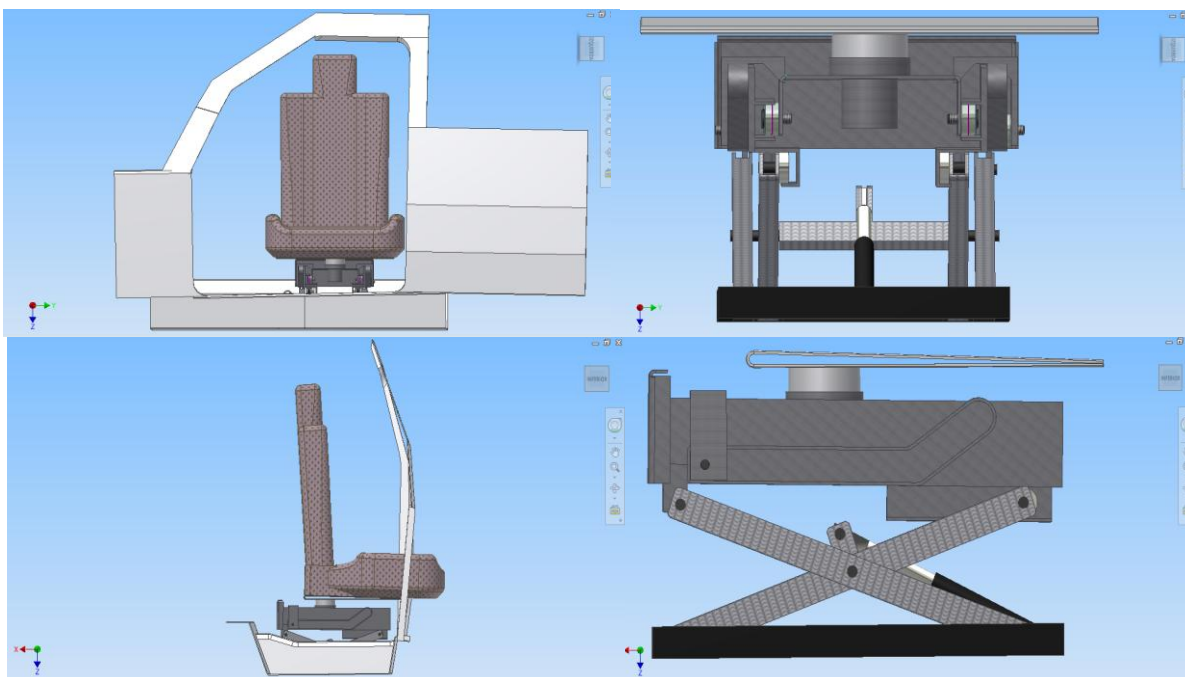


FIGURA 3.7a

## Salida

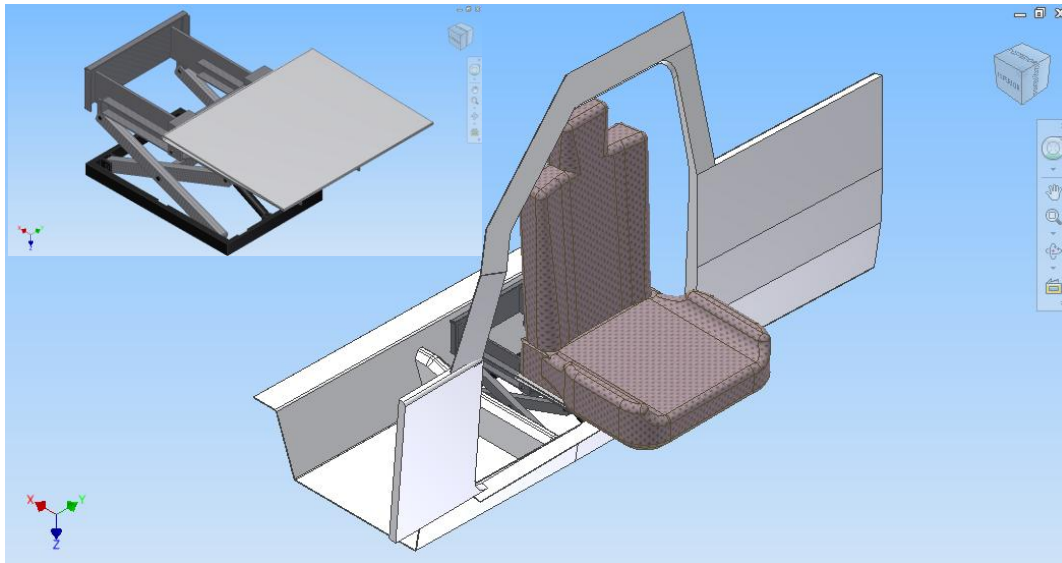


FIGURA 3.8

El movimiento de salida puede accionarse manual o eléctricamente y consistirá en el deslizamiento del asiento, plataforma con eje y carrito sobre los rieles de la base que lo dirigirán en línea recta hacia el exterior (ver figuras 3.8, 3.8a), y facilitará en mayor medida el ascenso o descenso del vehículo.

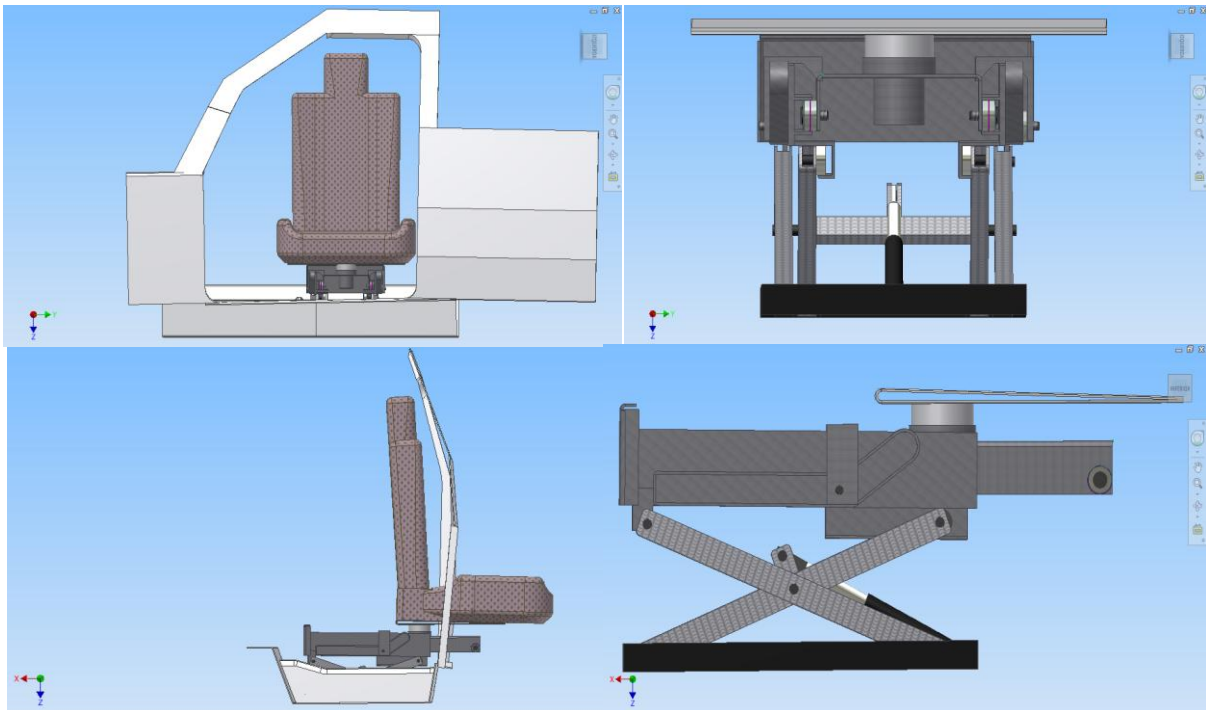


FIGURA 3.8a

## Inclinación

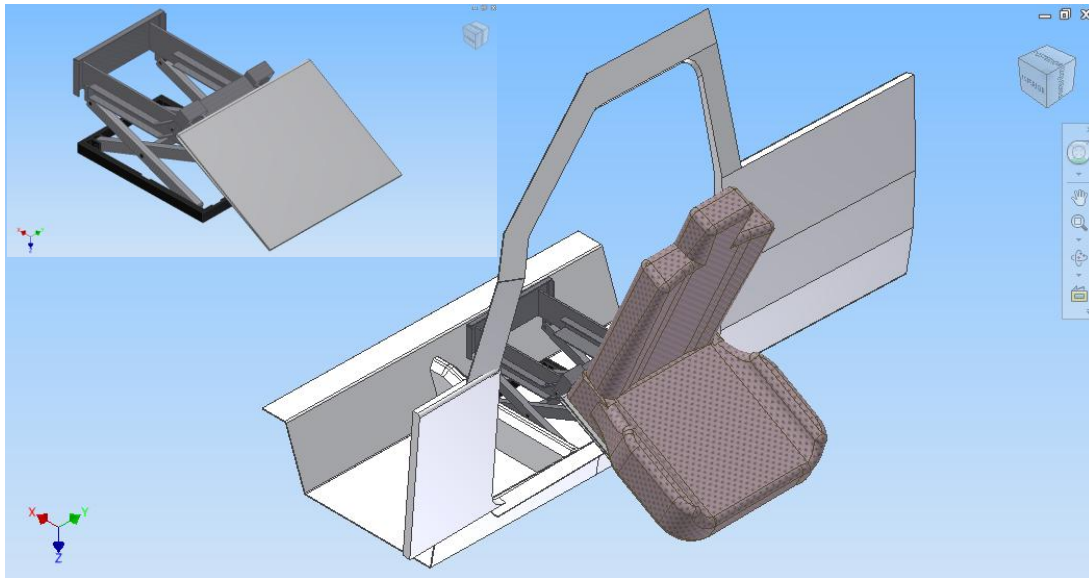


FIGURA 3.9

Este es el último movimiento a desempeñar por el sistema y consiste en la continuación del movimiento por los rieles de la base y debido a su geometría, provocan que el asiento, plataforma y carrito se inclinen y que el borde del asiento quede más cercano al suelo (figuras 3.9, 3.9a), para brindar un ascenso y descenso del usuario lo mas ergonómico posible.

Después, el sistema tiene la capacidad para regresar el asiento con los mismos movimientos descritos pero a la inversa.

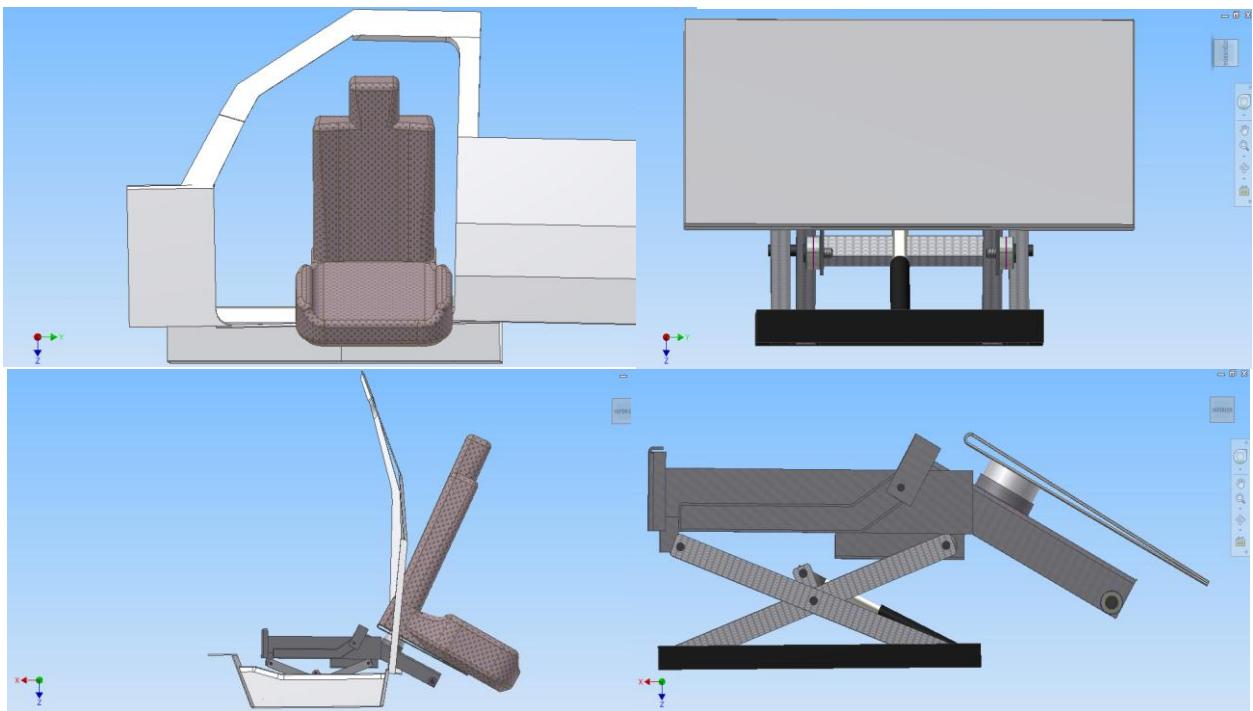


FIGURA 3.9a

### 3.4 MATERIALES, ANÁLISIS DE TENSIÓN Y COSTOS

Teniendo en cuenta que se trata de un modelo conceptual y para propósitos de esta tesis, proponemos acero (Tabla 3.1) como material para la plataforma con eje, el carrito y la base (Figura 3.10) por ser versátil, económico y convencional.

Nombre	Acero	
General	Densidad de masa	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	207 MPa
	Resistencia máxima a tracción	345 MPa
Tensión	Módulo de Young	210 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.3 su
	Módulo cortante	80.7692 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0.00000000012 su/c
	Conductividad térmica	56 W/( m K )
	Calor específico	460 J/( kg c )

TABLA 3.1

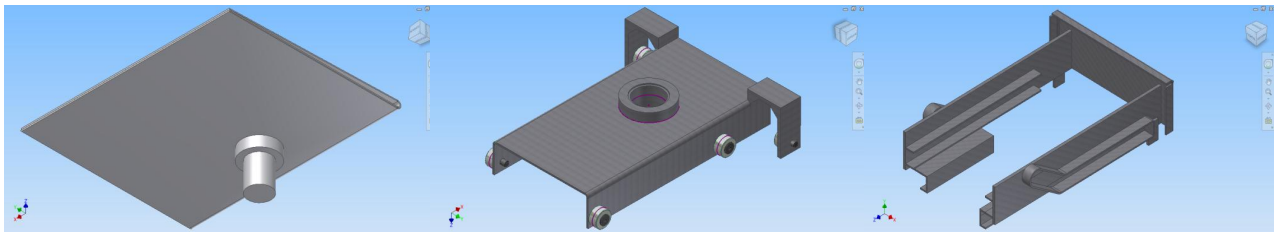


FIGURA 3.10

Para los tornillos y pernos (tabla 3.2, figura 3.11) se propone:

Nombre	Acero baja aleación, alta resistencia	
General	Densidad de masa	7.84 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	275.8 MPa
	Resistencia máxima a tracción	448 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.287 su
	Módulo cortante	77.7001 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0.00000000012 su/c
	Conductividad térmica	47 W/( m K )
	Calor específico	420 J/( kg c )

TABLA 3.2

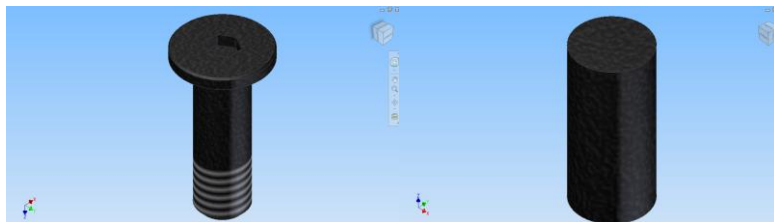


FIGURA 3.11

En cuanto a las ruedas que deslizaran por los rieles y debido al trabajo de deslizamiento que llevaran, proponemos rodamientos (figura 3.12) con las siguientes características (Tabla 3.3):

Nombre	Acero semiduro	
General	Densidad de masa	7.87 g/cm <sup>3</sup>
	Límite de elasticidad	350 MPa
	Resistencia máxima a tracción	420 MPa
Tensión	Módulo de Young	200 GPa
	Coefficiente de Poisson	0.29 su
	Módulo cortante	77.5194 GPa
Tensión térmica	Coefficiente de expansión	0.0000000012 su/c
	Conductividad térmica	52 W/( m K )
	Calor específico	486 J/( kg c )

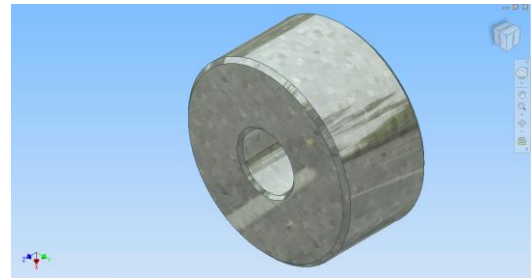


FIGURA 3.12

TABLA 3.3

De acuerdo a los movimientos que desempeñará el sistema y por ende a los esfuerzos que estará sometido, se le demanda mayor resistencia al dispositivo cuando el asiento se encuentra inclinado (ver resultados de análisis de tensión en las figuras 3.21 y 3.23), así se determinaron dos puntos críticos para la estructura de dos de los subsistemas.

El primero de ellos es el carrito en cuya estructura existe una zona que estará sometida a elevadas cargas en la posición de inclinado, ya que es el punto en que el peso del usuario queda más alejado de cualquier punto de apoyo, por tanto se producirá par grande.

Para su análisis, se asumió una carga de 100Kg entre usuario y asiento, (figura 3.13) para así tener un factor razonable de seguridad en los cálculos.

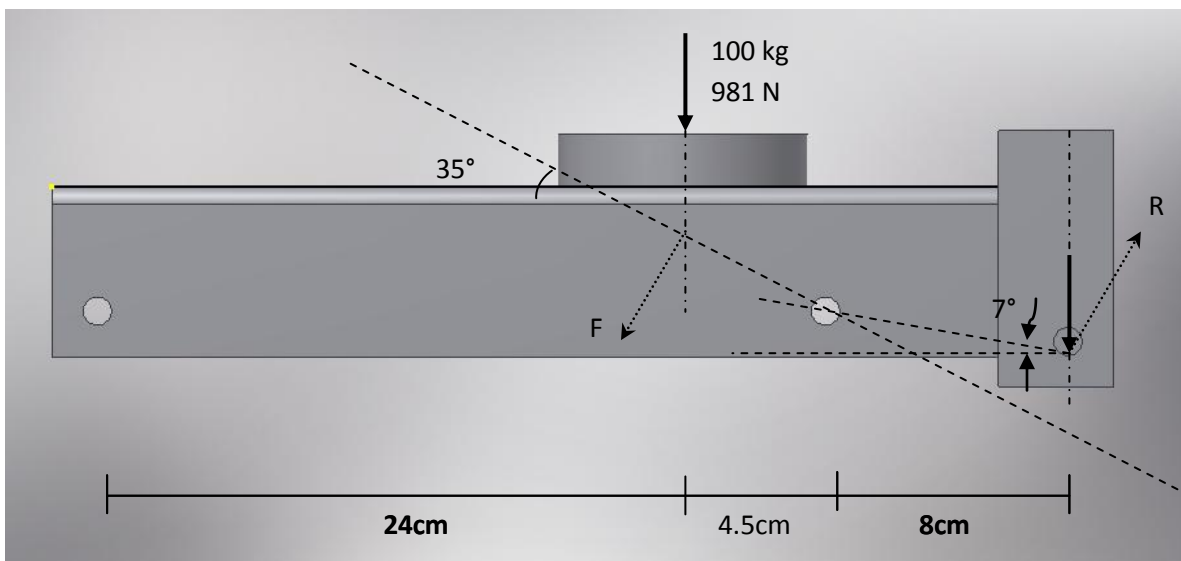


FIGURA 3.13

Los 35° indican la inclinación que tendrá el asiento al salir del automóvil y que es la posición más cómoda en el descenso de un usuario<sup>16</sup>; en esta posición se descompondrá el peso utilizado en sus componentes (figura 3.14) de tal forma que represente la dirección en que esta actuará.

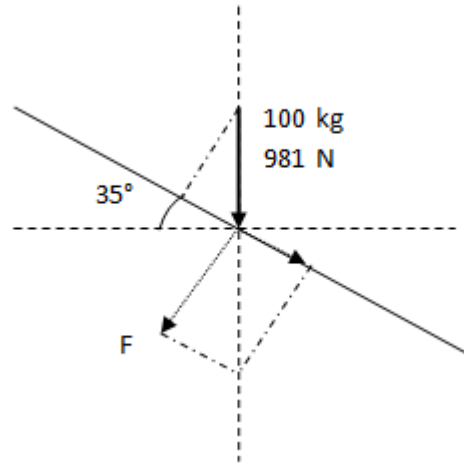


FIGURA 3.14

En la figura anterior, tenemos que la componente  $F$  en la dirección perpendicular a la posición de inclinación de 35°, que será la posición de estudio, es:

$$100\text{Kg} = 981\text{N}$$

$$F = 981 \cos 35^\circ$$

$$F = 803.59\text{N}$$

De acuerdo al diseño del sistema, se forma un brazo de palanca entre la línea de acción de la componente de la fuerza, el eje de la llanta central (que será el punto de apoyo) y el eje de la llanta extrema que será el punto donde actuara la fuerza. (Figuras 3.15 y 3.16)

Para las distancias del brazo de palanca 'x' tenemos:

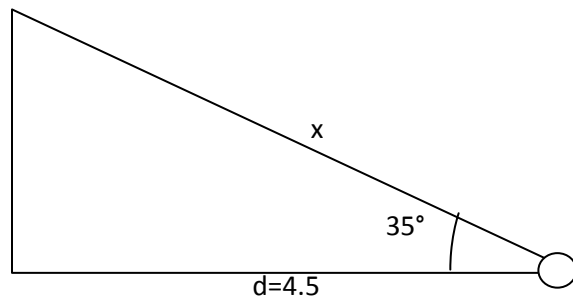


FIGURA 3.15

<sup>16</sup> Dato obtenido por pruebas realizadas con una persona de 78 años, 1.42 metros de estatura y 42 kg de peso

Donde 'd' representa la distancia entre la llanta central y el eje de acción de la fuerza F. Con esto podemos calcular el brazo de palanca como se indica a continuación:

$$x = \frac{4.5}{\cos 35^\circ} \qquad x = 5.49 \text{cm}$$

A continuación, en la figura 3.16, se muestran los ángulos y distancias existentes entre la llanta extrema y la llanta central, necesarios para el cálculo de la fuerza resultante R.

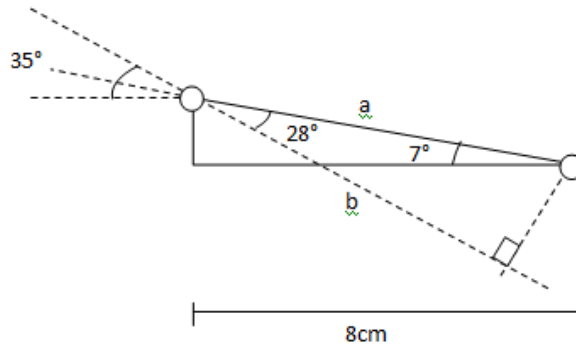


FIGURA 3.16

$$a = \frac{8}{\cos 7^\circ} \qquad a = 8.06 \text{cm}$$

$$b = \frac{8.06}{\cos 28^\circ} \qquad b = 7.1 \text{cm}$$

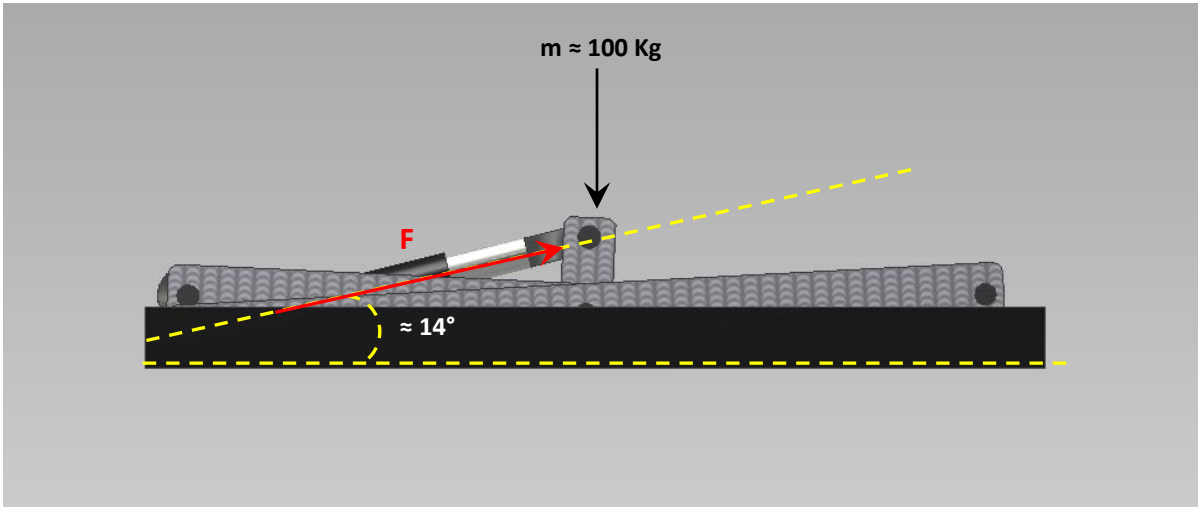
Finalmente para obtener R (figura 3.13) tenemos:

$$R = \frac{803.59(5.49)}{7.1} \qquad R = 621.37 \text{ N}$$

Ésta será la fuerza que soportará la estructura y estará repartida a ambos lados de ella, por tanto para el análisis tomaremos la mitad de esta fuerza para cada lado del carrito.

El elevador (Figura 3.17) es la otra estructura a analizar, en la que se encuentra otro punto crítico al momento de levantar el asiento.





Como se observa en la figura, el ángulo de posición inicial del émbolo es de aproximadamente  $14^\circ$ , es aquí donde existe el mayor esfuerzo. Para determinar  $F$ , descomponemos la fuerza aplicada por el peso de la persona. (Figuras 3.18 y 3.19)

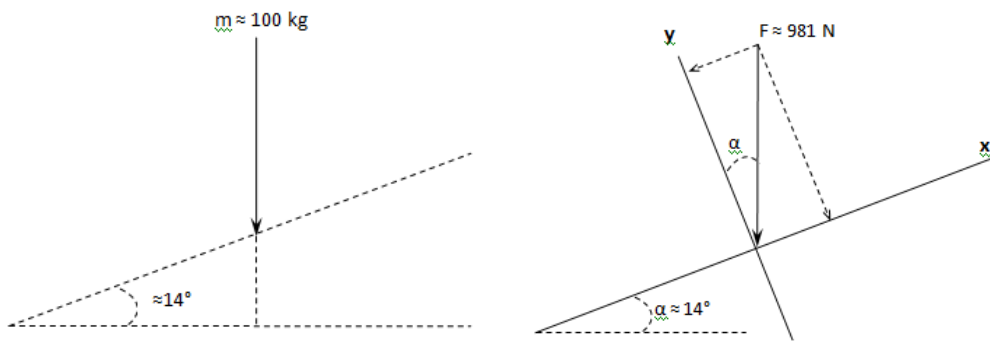


FIGURA 3.18

Descomponemos  $F$ :

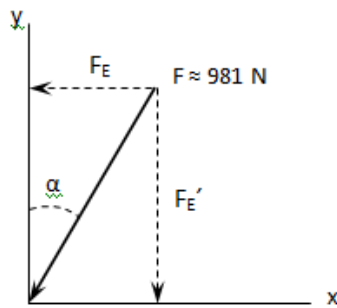


FIGURA 3.19

La fuerza que nos interesa es  $F_E$

$$F_E = F \operatorname{sen} \alpha$$

Donde:

$F_E$ : Fuerza que tendrá que vencer el émbolo  
 F: es la fuerza ejercida por el peso de la persona  
 A: es el ángulo de posición inicial

$F_E = 981 \text{ sen } 14^\circ = 237.32 \text{ N}$  .La fuerza a vencer por el émbolo (figura 3.17) será de 237.32 N, equivalente a 24 Kg.

A continuación se harán análisis de tensión a ambos subsistemas para observar su comportamiento al ser sometidos a una carga equivalente, y la deformación que sufrirán ante tal fuerza.

### 3.4.1 Resumen de resultados

El criterio utilizado para el análisis de tensión (tabla 3.4, figura 3.20) fue el de Von Mises, según el cual una pieza resistente o elemento estructural falla cuando en alguno de sus puntos la energía de deformación por unidad de volumen rebasa un cierto umbral.

Nombre	Mínimo	Máximo
Tensión de Von Mises	0 MPa	184.83 MPa
Tensión XX	-169.098 MPa	154.841 MPa
Tensión XY	-66.879 MPa	69.8154 MPa
Tensión XZ	-52.8264 MPa	51.9931 MPa
Tensión YY	-108.159 MPa	105.672 MPa
Tensión YZ	-62.3998 MPa	64.41 MPa
Tensión ZZ	-195.211 MPa	165.114 MPa

TABLA 3.4

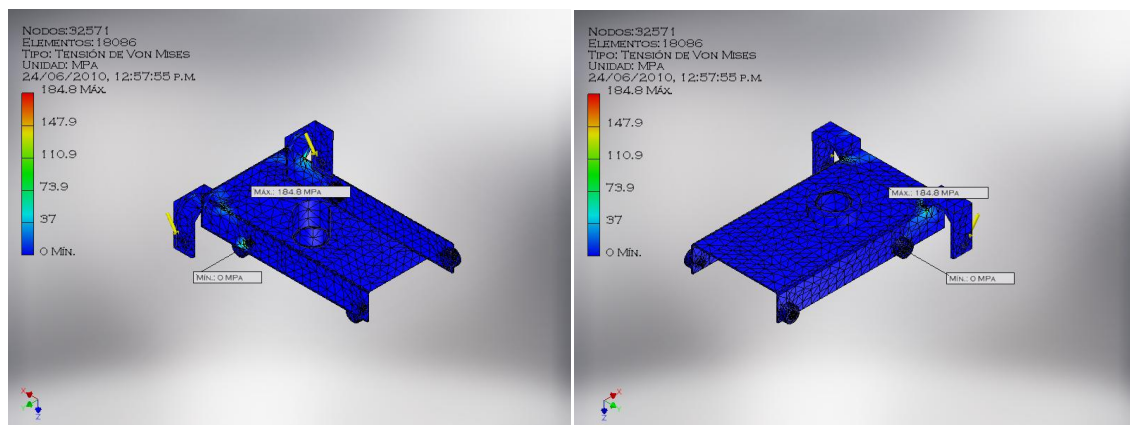


FIGURA 3.20

De acuerdo a los materiales utilizados, nos podemos dar cuenta que contamos con un buen factor de seguridad porque la tensión máxima queda muy por debajo del límite máximo de

tracción del material, por tanto la estructura resistirá la demanda de carga propuesta (100 kg), la cual es mayor al promedio de peso en este país.

En cuanto a la deformación (tabla 3.5, figura 3.21), los resultados nos indican un valor mínimo, esto quiere decir que el desplazamiento por la acción de la fuerza aplicada es pequeño, como se muestra en el análisis

Nombre	Mínimo	Máximo
Desplazamiento	0 mm	0.831142 mm
Desplazamiento X	-0.168716 mm	0.0413788 mm
Desplazamiento Y	-0.593107 mm	0.598569 mm
Desplazamiento Z	-0.299578 mm	0.559547 mm

TABLA 3.5

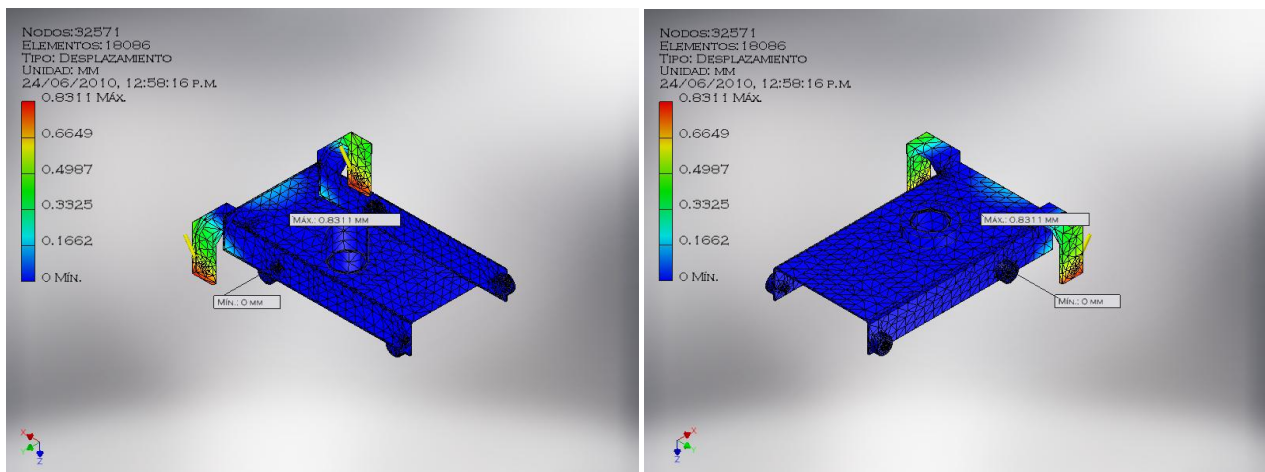


FIGURA 3.21

Nombre	Mínimo	Máximo
Deformación equivalente	0 su	0.000827266 su
Deformación XX	-0.000670932 su	0.000608463 su
Deformación XY	-0.000414013 su	0.00043219 su
Deformación XZ	-0.00032702 su	0.000321862 su
Deformación YY	-0.000358947 su	0.000345991 su
Deformación YZ	-0.000386285 su	0.000398728 su
Deformación ZZ	-0.000699031 su	0.000730964 su

TABLA 3.6

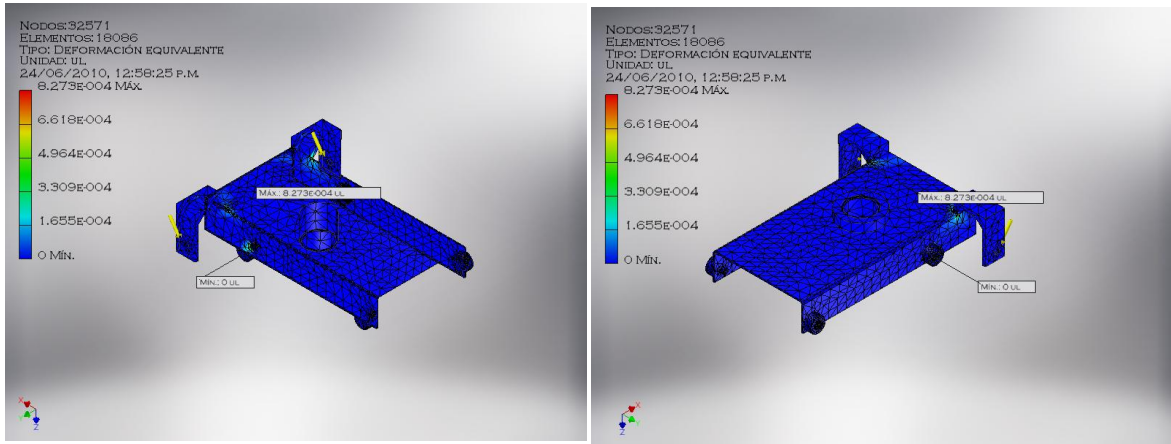


FIGURA 3.22

El otro subsistema que consideramos requería análisis es el elevador; los resultados de los análisis se muestran a continuación:

### Resumen de resultados

Nombre	Mínimo	Máximo
Tensión de Von Mises	0.0000000260167 MPa	12.8385 MPa
Tensión XX	-7.80076 MPa	8.63327 MPa
Tensión XY	-4.35254 MPa	4.05398 MPa
Tensión XZ	-3.65077 MPa	6.26684 MPa
Tensión YY	-3.0483 MPa	2.8433 MPa
Tensión YZ	-4.10843 MPa	3.95114 MPa
Tensión ZZ	-8.58086 MPa	9.90549 MPa

TABLA 3.7

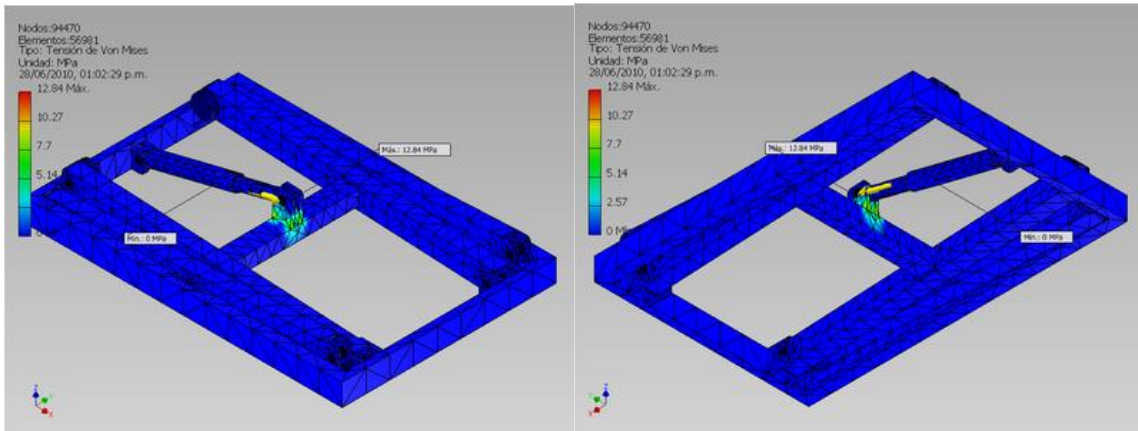
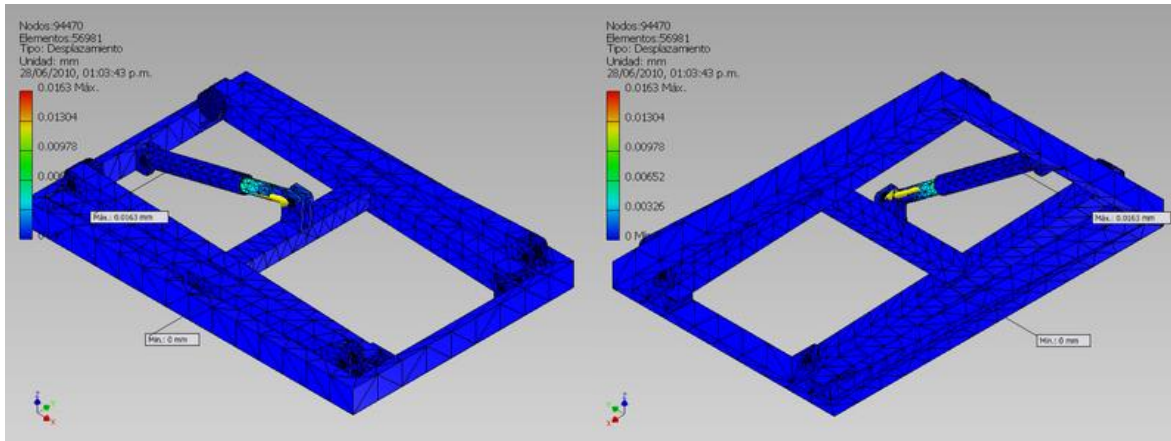


FIGURA 3.23

Nombre	Mínimo	Máximo
Desplazamiento	0 mm	0.0163015 mm
Desplazamiento X	-0.00175069 mm	0.0041305 mm
Desplazamiento Y	-0.0000859739 mm	0.000205335 mm
Desplazamiento Z	-0.00132093 mm	0.0162997 mm

TABLA 3.8



Nombre	Mínimo	Máximo
Deformación equivalente	0.000000000000110599 su	0.0000560534 su
Deformación XX	-0.0000353119 su	0.0000391287 su
Deformación XY	-0.0000280086 su	0.0000260874 su
Deformación XZ	-0.0000234927 su	0.0000403271 su
Deformación YY	-0.0000141583 su	0.0000123489 su
Deformación YZ	-0.0000264378 su	0.0000254256 su
Deformación ZZ	-0.0000404774 su	0.0000462708 su

TABLA 3.9

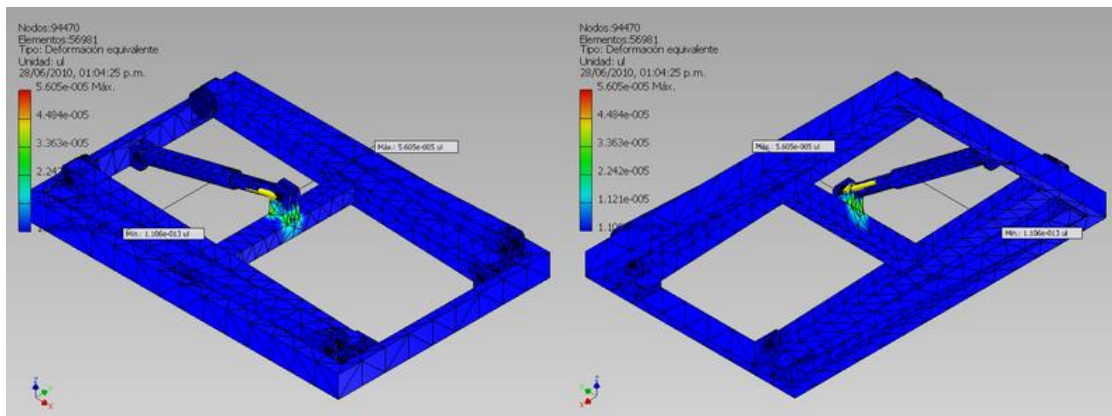


FIGURA 3.25

Ahora se hará un estimado de precios tomando en cuenta la cantidad de piezas con las que cuenta el dispositivo, consultando catálogos y enlistados de precios, se estimó un total de acuerdo al costo del material por kilogramo como se muestra en la tabla 3.10.

PIEZA	COSTO DEL MATERIAL	COSTO POR UNIDAD	COSTO TOTAL
Base del asiento (Acero)	\$12.60 /kg	\$81.90	\$81.90
Estructura con rieles (Acero)	\$12.60 /kg	\$78.12	\$78.12
Plataforma (Acero)	\$12.60 /kg	\$39.48	\$39.48
Elevador	\$11.52 /Kg	\$97.92	\$97.92
Sistema Hidráulico		\$4584	\$4584
Moto-reductor		\$419.04	\$419.04
Juego de engranes		\$631.051	\$631.051
Tornillos (Acero baja aleación alta resistencia)		\$2.50	\$ 15.00 (6 piezas)
Pernos (Acero baja aleación alta resistencia)		\$2.00	\$24.00 (12 piezas)
Rodamientos (Acero semiduro)		\$70	\$70 (10 piezas)

TABLA 3.10

El costo total del material que se utilizará es de \$6,670.50. En cuanto al costo referente al diseño de este sistema, tomaremos en cuenta ingresos de \$10,000 de un ingeniero mecánico recién egresado<sup>17</sup> trabajando tiempo completo. Las horas dedicadas al diseño fueron de 35 horas semanales, empezando el trabajo en el mes de marzo y culminando en agosto; por tanto, esto nos da un tiempo total de 700 horas de trabajo, esto equivale a 3 meses con 4 días trabajando tiempo completo. Por tanto son \$31,125 por persona, dándonos un total de \$62,250 por concepto de diseño de este sistema.

## CAPITULO 4

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para el desarrollo de ésta tesis se recabó información sobre el entorno en el que se implementará nuestro sistema diseñado, particularmente sobre personas discapacitadas y ancianas, así como el pasado y presente de los asientos de automóvil junto con los avances en su diseño; dicha información se presentó para tener claro hacia donde nos dirigimos y ante que nos enfrentamos. De esta parte inicial, debido a los importantes avances en el diseño de asientos, se pudo determinar que se mantendría la estructura del asiento y se partiría de un diseño que se acoplara a lo ya establecido.

Para complementar la primera etapa, se determinaron los requerimientos de los usuarios; quienes expresaron la viabilidad de un asiento giratorio, entre otras alternativas, Con lo cual fue posible enfocar nuestra propuesta hacia un asiento giratorio que se adaptara al del automóvil y mantuviera la configuración original en cuanto a estructura y funciones.

Teniendo claro lo anterior, se pudo dar paso al análisis de las herramientas, conceptos y recursos que nos brinda la metodología TRIZ en conjunto con CREAX® para la resolución de nuestro problema; lo cual nos abrió la posibilidad de sistematizar nuestro proceso de diseño.

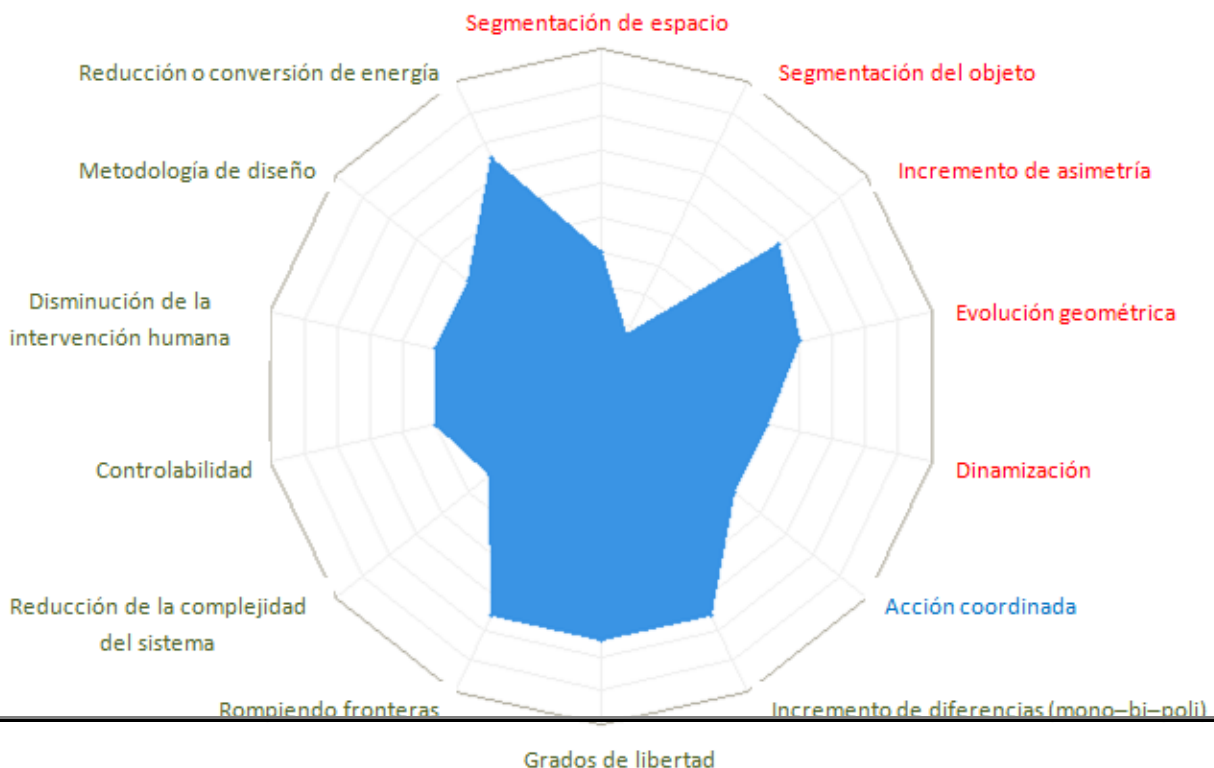
<sup>17</sup> <http://bolsa.trabajo.unam.mx>

Se inició con la definición de nuestro problema, el cual fue el diseño de un dispositivo cómodo, fácil de usar para todos y que brinde el beneficio de un ascenso y descenso seguro de un automóvil para personas discapacitadas y ancianas; ante la necesidad de transportarse. Aquí se hizo uso de los llamados recursos invisibles, los cuales nos dan la oportunidad de analizar el todo desde el panorama más amplio que es el de la visión de los sistemas.

En la redefinición del problema se analizaron las características y necesidades que debemos cubrir para cumplir el objetivo, y se estableció que nuestro diseño estaría restringido al espacio, estructura y equipamiento del automóvil; es decir a la ubicación y limitantes de movimiento del asiento del automóvil.

Establecidas las características que debe cumplir el diseño, utilizamos una de las herramientas que fue de gran ayuda para establecer interacciones entre los elementos existentes con el entorno, es la creación de un modelo del sistema en el que se facilita la visualización de las contradicciones a vencer para llegar a un modelo que cumpla eficientemente con las necesidades del usuario. Aquí nos enfrentamos a las dificultades que presentan nuestros usuarios al subir y bajar de su automóvil, al espacio con que contará el asiento al ser sacado del automóvil, al peso que se le añadirá el auto con la implementación del sistema, al espacio disponible en el interior del automóvil y la resistencia del mecanismo ante el peso de la persona.

Para analizar lo anterior, se utilizó la matriz de contradicciones que nos permitió reducir las posibles vías de solución al determinar los principios a utilizar. La selección se hizo de acuerdo a la frecuencia de aparición de los principios en la matriz; y nos enfocamos en la sustitución mecánica, dinamización, extracción, segmentación; y tomando en cuenta todo el análisis hecho hasta ese punto, se decidió tomar en cuenta dos principios más, acción periódica y universalidad, que aunque aparecieron con menor frecuencia que los anteriores, se introdujeron por su relación significativa con las características que debe cumplir el mecanismo a diseñar. Para completar ésta etapa fue necesario considerar modelos que ya hayan sido propuestos, con el fin de establecer un comparativo con nuestro diseño y visualizar las fortalezas y debilidades de cada uno. Utilizamos los Radares Evolutivos para determinar el rango de cada uno de los principios con los que contaban de acuerdo con los establecidos por TRIZ, ahora ya es posible presentar un radar del diseño conceptual propuesto (Figura 4.1) para ser comparado con los anteriores y determinar los



principios que se mejoraron con respecto a ellos (Figura 4.2). Con esto pretendemos establecer un mecanismo que pueda superar a los otros, si no en todos los aspectos, al menos en la mayoría de ellos.

FIGURA 4.1

Con las bases adquiridas anteriormente creamos el diseño conceptual, conjuntamos la información de los diseños existentes, las necesidades del usuario, las características establecidas en los capítulos anteriores y todos los principios que resultaron de la matriz de contradicciones; para determinar los elementos que conformarán el sistema diseñado y las funciones que desempeñará.

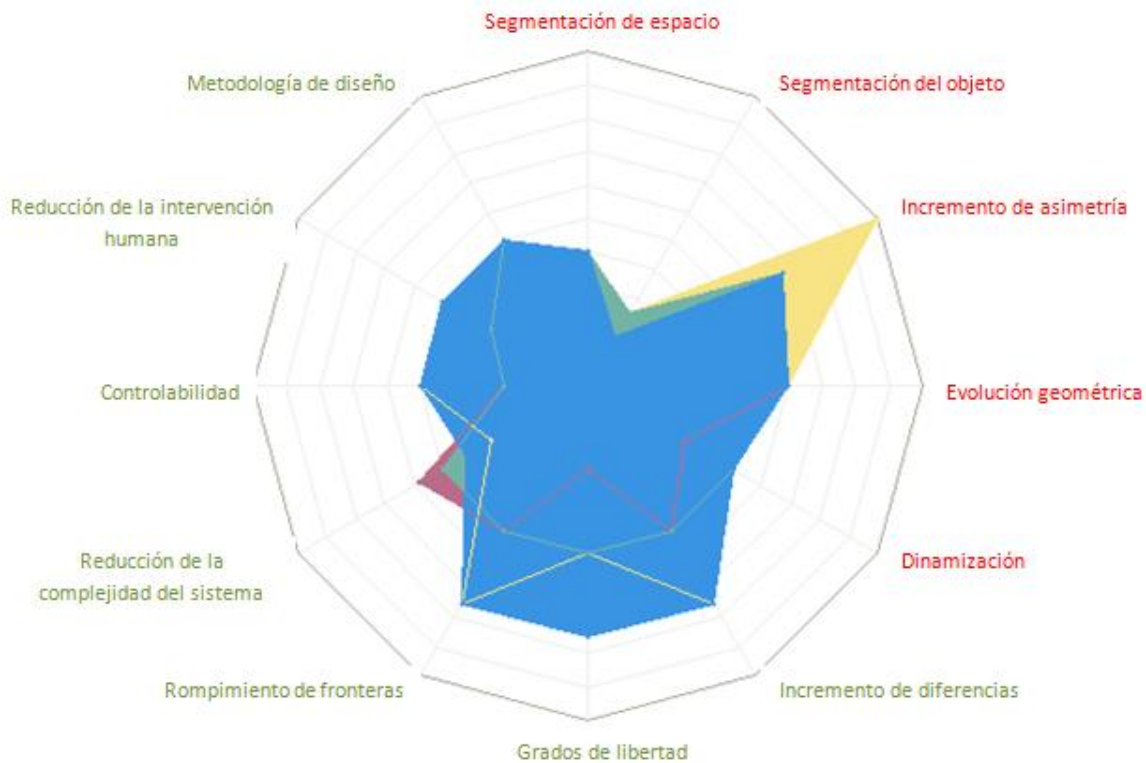


Figura 4.2

Las partes del mecanismo son un elevador, una base de soporte, una segunda base móvil y una plataforma con eje que soporta al asiento; los movimientos que se tomaron en cuenta son: giro por parte de la plataforma (sugerimos un motoreductor MR83-8<sup>18</sup>), elevación para librar el estribo que representa un obstáculo para el usuario (para esto recomendamos un cilindro hidráulico de doble efecto, por ejemplo uno del modelo 200/010<sup>19</sup>) y desplazamiento delantero y trasero, con éste último movimiento se cumple con una parte del objetivo planteado que es no modificarlo. Se adaptó el mecanismo al espacio interior del automóvil y no fue necesario hacer mayores modificaciones para su instalación; basta con desmontar el asiento, fijar el mecanismo en el espacio que había debajo y volver a montar el asiento en la plataforma giratoria. Se nos

<sup>18</sup> [www.ignis.com.ar](http://www.ignis.com.ar)

<sup>19</sup> Catálogo general de Hidráulicos Andalucía; [www.hidraulicosandalucia.com](http://www.hidraulicosandalucia.com)



presentaron complicaciones para implementar un subsistema que elevara todo el mecanismo junto con el asiento y la persona, ya que no había estabilidad al subir todo el sistema; finalmente adaptamos un sistema utilizado en mesas elevadoras, el cual nos brindó mayor estabilidad, puede adaptarse al espacio disponible y se acopla bien al resto del mecanismo.

Finalmente, al modelar el mecanismo optamos por ocupar acero en todos los elementos del sistema para la fabricación de un posible prototipo; lo cual nos dio como resultado una buena resistencia; sin embargo el peso fue de aproximadamente 16 Kg; lo que sugiere que podría utilizarse otro material más ligero con propiedades de resistencia similares tal como aleaciones de aluminio, aunque se incrementaría el costo del sistema que se estimó de \$6,670 pesos aproximadamente y de \$62,250 por concepto de diseño de este sistema.

Al final se logró cumplir con el objetivo de presentar un diseño conceptual de un sistema adaptable al asiento de un automóvil y que asista a personas discapacitadas y ancianas para subir y bajar de su automóvil.

## **Apéndice A**

### **Parámetros generalizados**

1. Peso del objeto móvil: Es la masa del objeto en movimiento sujeto a un campo gravitacional o la fuerza que el mismo aplica sobre aquello que lo soporte o suspenda.
2. Peso del objeto estacionario: En un campo gravitacional o la fuerza que este ejerce sobre aquello que lo soporta o suspende.
3. Longitud del objeto móvil: Cualquiera de las tres dimensiones lineales de un objeto en movimiento, esto es largo, ancho y alto del mismo.
4. Longitud del objeto estacionario: Cualquiera de las tres dimensiones lineales de un objeto estático.
5. Área del objeto en movimiento: Área o parte de una superficie que ocupa un objeto en movimiento, ya sea interna o externamente.
6. Área del objeto estático: Área o parte de una superficie que ocupa un objeto, ya sea interna o externamente.
7. Volumen de un objeto en movimiento: Parte del espacio que ocupa un objeto en movimiento.
8. Volumen de un objeto estático: Parte del espacio que ocupa un objeto estático.
9. Velocidad: Puede ser la velocidad de un objeto, un proceso o cualquier tipo de acción que involucra un sistema tecnológico.
10. Fuerza: Se refiere a la fuerza que requiere un objeto para cambiar su posición de un punto a otro.
11. Esfuerzo o presión: Es la fuerza por unidad de área o tensión que le es aplicada a un objeto o también la que el mismo ejerce sobre su entorno.
12. Forma: La configuración o forma definitiva de un sistema, o el efecto total producido por la forma de un objeto o sistema.
13. Estabilidad de la composición de un objeto: Integridad de las partes de un objeto o sistema. La relación entre los distintos componentes de un objeto. El incremento en la entropía o desorden de un objeto o sistema, representa una pérdida de estabilidad.

14. Resistencia: Capacidad de un objeto a resistir un cambio en respuesta a una fuerza aplicada. Respuesta a la ruptura. Límite elástico o esfuerzo último ya sea a tensión o compresión.
15. Durabilidad del objeto en movimiento: Vida útil de un objeto. Tiempo que requiere un objeto móvil en realizar una acción.
16. Durabilidad del objeto estático: Tiempo que requiere un objeto estacionario para desempeñar una acción. Vida útil de ese objeto.
17. Temperatura: Condición térmica de un sistema u objeto, el cual puede ser afectado por su capacidad calorífica, parámetros de conductividad, convección y radiación.
18. Brillantez: Hace referencia al brillo, color, luminiscencia. Fluxes por unidad de área.
19. Uso de energía del objeto en movimiento: Se enfoca a la cantidad actual de energía requerida para desempeñar una acción determinada o para llevar a cabo un trabajo en movimiento.
20. Uso energético del objeto estacionario: Se enfoca a la cantidad actual de energía requerida para desempeñar una acción determinada o para llevar a cabo un trabajo en estado estacionario.
21. Potencia: Razón de uso de la energía, tiempo en el que se desempeña el trabajo.
  
22. Pérdida de energía: Ineficiencia; cantidad de energía que se disipa, y que no contribuye a la realización del trabajo.
23. Pérdida de materia: Pérdida parcial o total del sistema o de alguno de sus componentes, ya sea parcial o permanentemente.
24. Pérdida de información: Pérdida de algunos datos del sistema o partes del sistema, como pueden ser color, aroma, texturas, etc.
25. Pérdida del tiempo: Tiempo de ineficiencia, periodo de tiempo en espera. Mejorar el tiempo que se tarde en desempeñar una acción.
26. Cantidad de sustancia o de materia: Cantidad de sustancia, material o subsistemas que contiene un sistema, y que pueden ser intercambiados de forma parcial o total.
27. Confiabilidad: Seguridad sobre las funciones que lleva a cabo el sistema, y para las cuales fue diseñado.
28. Precisión en la medida: grado de exactitud con el que es posible llevar a cabo las medidas de ciertos valores de las propiedades de un sistema.
29. Precisión en la manufactura: Grado de exactitud con la que características de un sistema u objeto se pueden fabricar de acuerdo a las especificaciones requeridas.
30. Daño externo que afecta a un objeto: Susceptibilidad de un sistema a daños infringidos desde el exterior.
31. Daños generados por el propio objeto: Daños del sistema generados durante su operación.
32. Facilidad de fabricación: Facilidad con la que se puede manufacturar un objeto o sistema tecnológico.
33. Facilidad de operación: Simplicidad de operación por parte del usuario.
34. Facilidad de reparación: Calidad que presenta el sistema u objeto para ser reparado de forma sencilla y rápida.
35. Adaptabilidad: Capacidad de respuesta positiva de un sistema a cambios externos. Variedad de respuestas ante variadas condiciones.
36. Complejidad del sistema. Variedad de elementos que interactúan en la operación del sistema. Grado de complejidad con el que se puede operar.
37. Complejidad de control: Dificultad para controlar un sistema, dada la interacción de los componentes.

38. Nivel de automatización: La habilidad de un sistema u objeto para desempeñar sus funciones sin la intervención humana.
39. Productividad: Operaciones desempeñadas por un sistema en un tiempo determinado o el tiempo tomado por operación. Salidas útiles por unidad de tiempo.

## **Apéndice B**

### **Principios inventivos**

- 1.-Segmentación.- Dividir un objeto en partes independientes, hacer un objeto fácil de desensamblar, incrementar el grado de fragmentación o segmentación.
- 2.-Extracción.- Separar una parte o propiedad interferente de un objeto, o cambiar solo la parte o propiedad necesaria de un objeto.
- 3.-Calidad Local.- Cambiar la estructura de un objeto de uniforme a no uniforme, cambiar el ambiente externo (o influencia externa) de uniforme a no uniforme. Hace de cada parte de un objeto, funcional en condiciones más favorables para su operación y hace que cada parte del objeto cumpla con una función.
- 4.-Asimetría.- Cambiar la forma de un objeto de simétrica a asimétrica.
- 5.-Combinación.- Juntar objetos idénticos y similares, ensamblar partes idénticas o similares para desempeñar operaciones paralelas. Hacer operaciones continuas o paralelas; juntarlas en el tiempo.
- 6.-Universalidad.- Hacer que una parte u objeto desempeñe varias funciones, eliminar la necesidad de otras partes.
- 7.-Anidamiento.- Ubicar un objeto dentro o alrededor de otro. Hacer que una parte pase a través de la cavidad de otro.
- 8.-Contrapesos.- Para compensar el peso de un objeto, combinarlo con otro que le brinde soporte. Para compensar el peso de un objeto, hacer que éste interactúe con su entorno (usar aerodinámica, hidrodinámica y otras fuerzas).
- 9.-Acción contraria previa.- Si fuera necesario hacer una acción con efectos útiles y dañinos a la vez, esta acción debe ser reemplazada por una acción contraria para controlar los efectos dañinos. Crear esfuerzos en un objeto antes de ser sometido a algún trabajo.
- 10.-Acción Previa.- Acondicionar total o parcialmente el objeto antes de usarlo. Ordenar previamente los objetos de tal forma que permita ubicarlos de la mejor manera y sin perder tiempo en su envío.

11.- Estar preparado o compensar de Antemano.- Estar preparado para una emergencia significa compensar previamente la baja confiabilidad de un objeto.

12.-Equipotencialidad.- en un campo potencial, limitar los cambios de posición (mantener las condiciones de operación para que un objeto se mantenga en su posición en un campo gravitatorio).

13.- Inversión.- Invertir la acción para resolver el problema (en lugar de enfriar un objeto, calentarlo). Fijar las partes móviles, y hacer móviles las partes fijas. Invertir el objeto o proceso.

14.-Esferoidad o curvatura.- En lugar de usar partes, superficies o formas rectilíneas, usar curvas; cambiar de superficies planas a esféricas, de bordes filosos a redondeados. Usar ruedas, esferas, espirales, domos, etc. Ir de un movimiento lineal a uno rotacional. Usa fuerzas centrífugas.

15.-Dinamización.- Diseñar las características de un objeto, su entorno o proceso para mejorar las condiciones óptimas de operación. Dividir un objeto de tal forma que el movimiento de uno, impulse al otro. Si un objeto (o proceso) es rígido o flexible, hacerlo movable o adaptable.

16.-Acción parcial o excesiva.- Si el 100% de un objeto es difícil de lograr usando un método de solución dado, entonces usar un poco más o un poco menos el mismo método, el problema puede ser considerablemente fácil de resolver.

17.-Mover en una nueva dirección.- Mover un objeto en dos o tres dimensiones. Usar un multiarreglo de objetos en lugar de uno sencillo. Inclinar o reorientar un objeto. Usar otro lado o área dada.

18.-Vibración mecánica.- Hacer vibrar u oscilar un objeto. Incrementar su frecuencia. Usar una frecuencia de resonancia de un objeto. Usar vibradores piezoeléctricos en lugar de mecánicos. Usar combinación de campo oscilatorio ultrasónico y electromagnético.

19.-Acción periódica.- En lugar de usar acciones continuas, utilizar pulsaciones o acciones periódicas. Si una acción ya es periódica, cambiar la frecuencia o magnitud periódica. Usar pausas entre impulsos para desempeñar una acción diferente.

20.-Continuar la acción útil.- Trabajo continuo; hacer que las partes de un objeto trabajen al máximo todo el tiempo. Eliminar las acciones inactivas o intermitentes.

21.-Atravesar rápidamente.- Conducir un proceso o periodos seguros a alta velocidad.

22.-Convertir daño en beneficio.- Usar factores perjudiciales para lograr un efecto positivo. Eliminar la acción perjudicial principal añadiendo otra acción perjudicial para resolver el problema. Maximizar un factor perjudicial tal que no sea tan perjudicial.

23.-Retroalimentación.- Introducir retroalimentación para mejorar un proceso o acción. Si la retroalimentación y está siendo usada, cambiar su magnitud o influencia.

24. Intermediario.- Usar en medio o proceso intermediario. Combinar un objeto con otro temporalmente.

25.-Autoservicio.- Hacer un objeto autónomo desarrollando funciones auxiliares. Usar recursos, energía o sustancias de desecho.

26.-Copiar.- En lugar de un objeto inaccesible, caro y frágil; usar una copia simple y barata. Reemplazar un objeto o proceso con copias idénticas.

27.-Objeto barato de corta vida.- Reemplazar un objeto caro por varios objetos baratos que tengan las mismas cualidades.

28.-Sustitución mecánica.- Reemplazar recursos mecánicos por recursos sensoriales. Usar campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos para interactuar con el objeto. Cambiar de un campo estático a un campo móvil, de campos no estructurados a campos estructurados. Usar campos en conjunción con partículas activadas en un campo.

29.-Usar construcción neumática o hidráulica.- Usar partes líquidas o gaseosas en un objeto en lugar de partes sólidas.

30.-Membranas delgadas o fibras flexibles.- Usar capas flexibles y delgadas de estructuras tridimensionales. Aislar el objeto de su entorno usando capas.

31.-Uso de material poroso.- Hacer un objeto poroso, o añadir elementos porosos. Si un objeto ya es poroso, usar los poros para introducir una sustancia útil o funcional.

32.-Cambiando el color.- Cambiar el color o la transparencia de un objeto o el de su entorno.

33.-Homogeneidad.- Hacer que los objetos interactúen con un objeto dado del mismo material (o material con propiedades similares).

34.-Rechazando y regenerando partes.- Rechazar o regenerar partes de un objeto que ya han cumplido su función o modificarlas directamente durante la operación. Restaurar partes consumibles de un objeto directamente en operación.

35.-Cambios de parámetro.- Cambiar el estado físico de un objeto (a gas, líquido o sólido). Cambiar la concentración o consistencia. Cambiar el grado de flexibilidad. Cambiar la temperatura.

36.-Transición de fase.- Usar fenómenos ocurridos durante la fase de transición (cambios de volumen, pérdida o absorción de calor, etc.).

37.-Expansión térmica.- Usar expansión o contracción térmica de materiales. Si la expansión térmica ya está siendo usada, usar múltiples materiales con diferentes coeficientes de expansión térmica.

38.-Usar oxidantes fuertes.- Reemplazar aire común, por aire rico en oxígeno. Reemplazar aire enriquecido por oxígeno puro. Exponer aire u oxígeno a ionización. Usar oxígeno ionizado. Reemplazar oxígeno ionizado por ozono.

39.-Medio ambiente inerte.- Reemplazar un ambiente normal por uno inerte. Agregar partes neutrales, o aditivos inertes a un objeto.

40.-Materiales compuestos.- Cambiar de uniforme a materiales compuestos.

## **Apéndice C**

### **Tendencias de evolución**

A continuación se dan diferentes interpretaciones a manera de ejemplo de las tendencias de evolución que aparecen en los radares de evolución presentados en el capítulo 2.

#### **Acción coordinada**

- Reducción en la pérdida de tiempo
- Aumento en la eficiencia del sistema
- Mejor respuesta ante cambios externos
- Mayor seguridad
- Mayor comodidad para el usuario
- Menor desgaste del sistema

#### **Controlabilidad**

- Mayor seguridad para el usuario
- Menor esfuerzo del usuario

#### **Dinamización**

- Pliegues más compactos
- Mayor flexibilidad
- Componentes multifunción
- Incremento de diferencias
- Incremento en la funcionalidad del sistema
- Incremento de operabilidad
- Incremento de la habilidad para adaptarse a diferentes circunstancias de uso
- Incremento en la comodidad para el usuario

#### **Disminución de la intervención humana**

- Reducción del trabajo humano
- Reducción de los efectos por error humano
- Incremento de la precisión
- Habilidad para desempeñar funciones fuera de la capacidad humana
- Reducción de los efectos de fatiga
- Disminución de los costos

#### **Evolución geométrica**

- Mejorar la distribución de carga
- Mejorar la distribución de flujo
- Mejorar las propiedades de resistencia
- Mejorar el momento de inercia
- Mejorar la ubicación de dos partes ensambladas
- Incrementar el área de superficie
- Agregar una o varias funciones

#### **Grados de libertad**

- Incremento de operabilidad
- Versatilidad posicional
- Mejor coordinación con las acciones del usuario
- Mejor respuesta dinámica

#### **Incremento de simetría:**

- Mejorar la ergonomía
- Mejorar la estética
- Ensamble de componentes
- Facilidad de operación e instalación más compacta
- Control de varios movimientos
- Orientación

#### **Metodología de diseño**

- Mejorar la confiabilidad del proyecto
- Mejorar el uso de los recursos de diseño
- Reducción de desperdicio en relación tiempo-costo
- Reducción de desperdicios de materiales

#### **Reducción en complejidad del sistema**

- Mayor confiabilidad
- Reducción en los costos de manufactura
- Facilidad de mantenimiento

#### **Rompimiento de fronteras:**

- Mayor confiabilidad
- Mejorar propiedades de resistencia
- Mayor dureza

### Segmentación del espacio:

- Reducción de peso
- Reducción en el uso de material
- Espacio para insertar otro material
- Sujetar un objeto a
- Incrementar el momento de inercia
- Pasar algo a través del objeto
- Mejorar la transferencia de calor

### Segmentación del objeto:

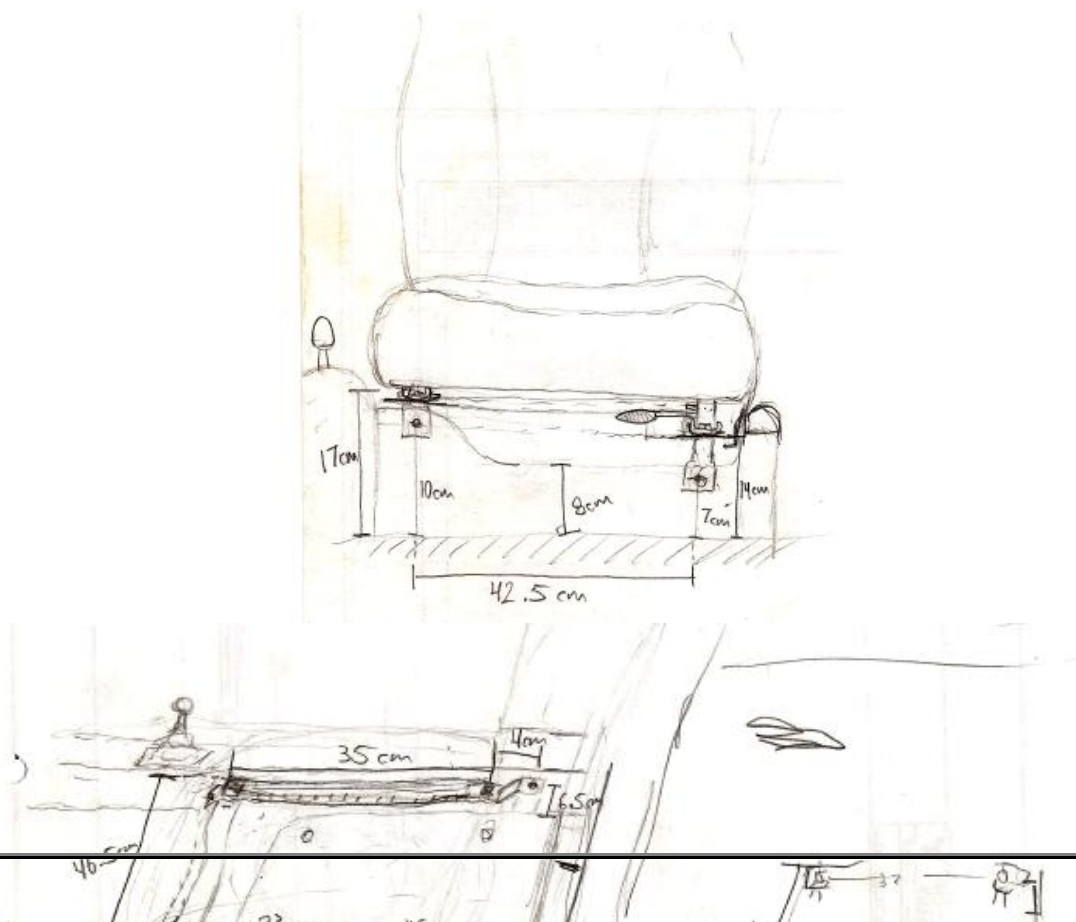
- Fácil transportación
- Fácil empaque o arreglo
- Incrementar área de superficie
- Incremento del perímetro
- Separar diferentes funciones
- Cargas o esfuerzos aislados

## Apéndice D

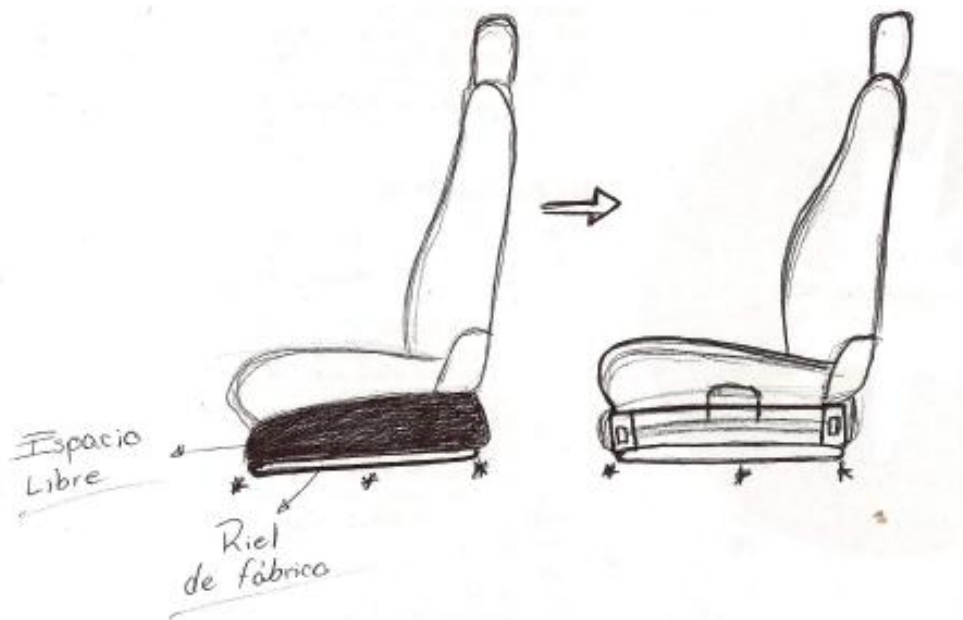
### Diseños Preliminares

Se muestran algunos de los diseños preliminares durante el desarrollo del diseño conceptual que se presenta en esta tesis.

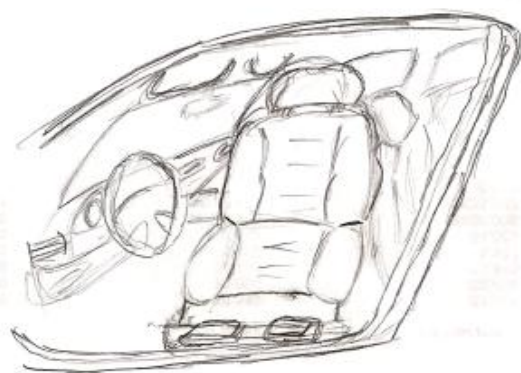
Planteamos el diseño de este sistema para un automóvil marca Nissan Tsuru® modelo 1998 (tomando las consideraciones adecuadas, puede ser adaptado a la mayoría de los modelos más comerciales). A continuación se muestra como primer paso la toma de las medidas del asiento y parte del habitáculo del conductor.







Antes de diseñar la estructura del sistema, se establecieron los movimientos necesarios que cumplieran con los requerimientos del usuario.

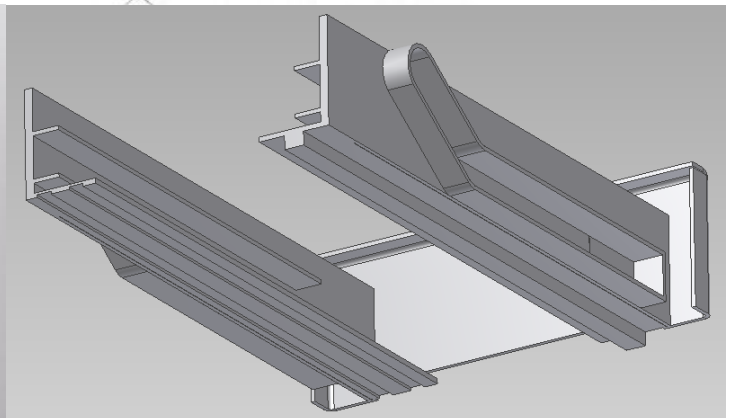
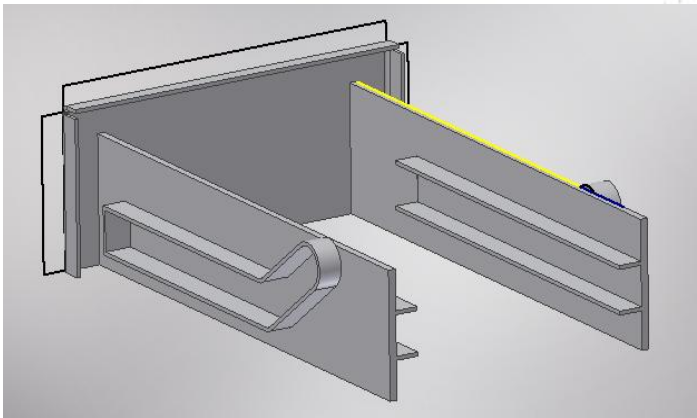
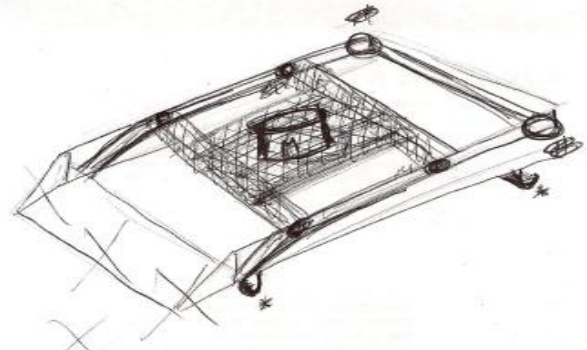
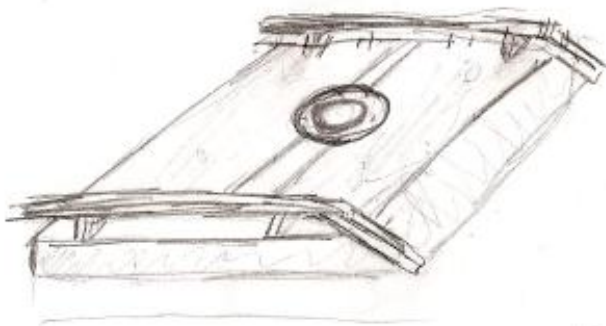




Se empezaron a generar ideas de estructuras capaces de desempeñar los movimientos sin afectar la configuración original del automóvil. El sistema debe contar con una base con rieles (figura D.1), una estructura deslizable (figura D.2), un mecanismo que eleve al dispositivo lo suficiente para poder moverse (figura D.3) y un soporte giratorio para el asiento (figura



D.4).



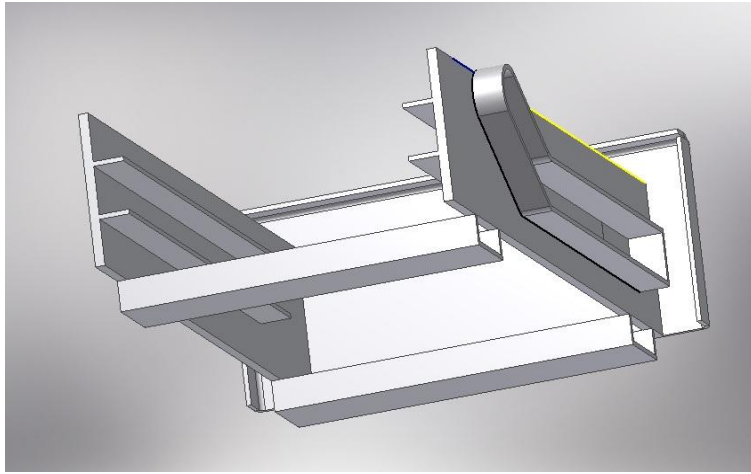


Figura D.1

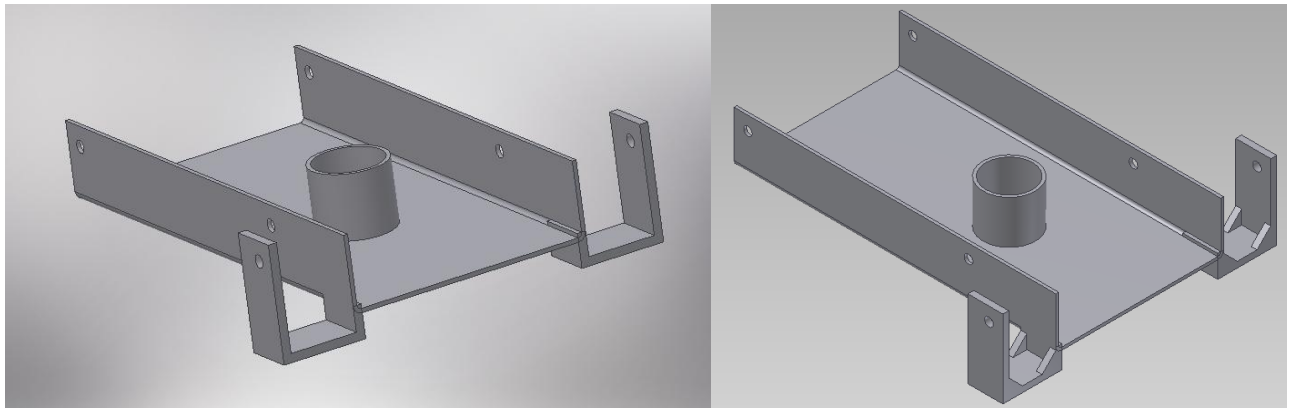
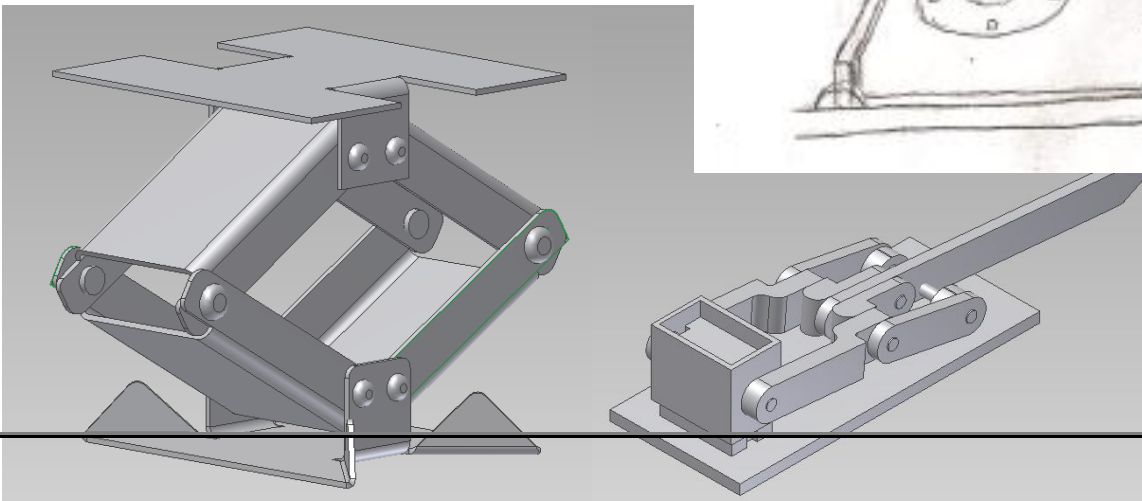
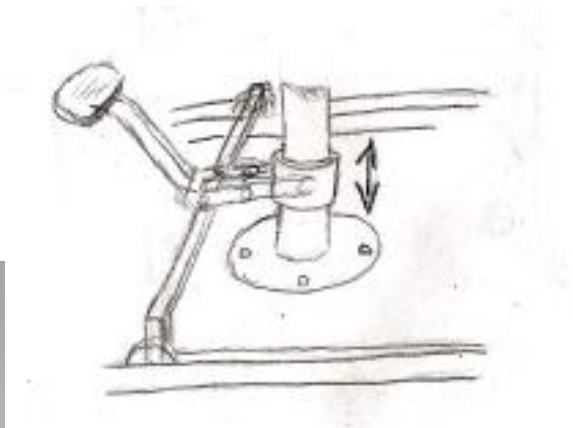


Figura D.2



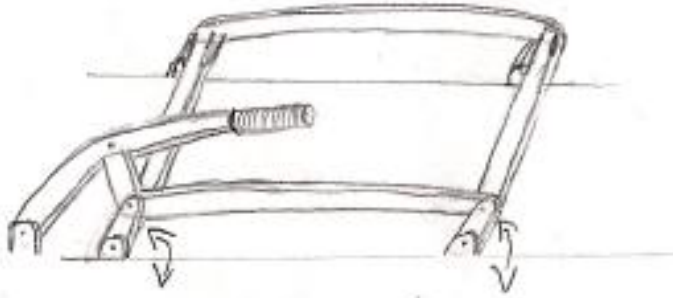
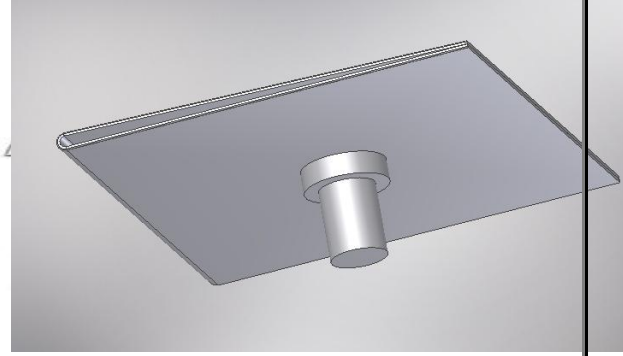


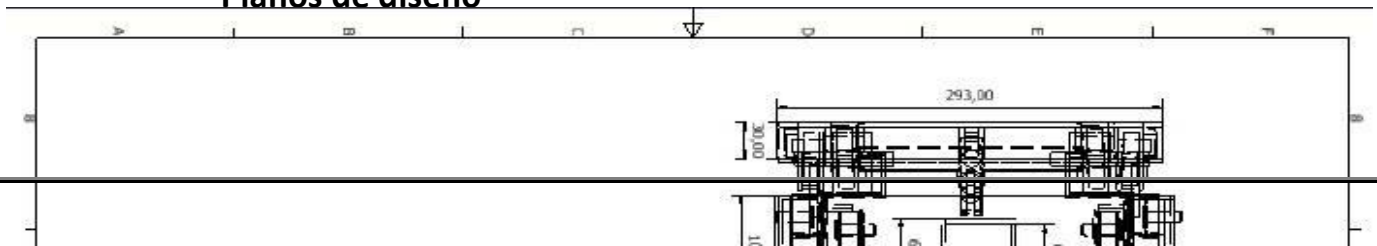
Figura D.4

Figura D.3



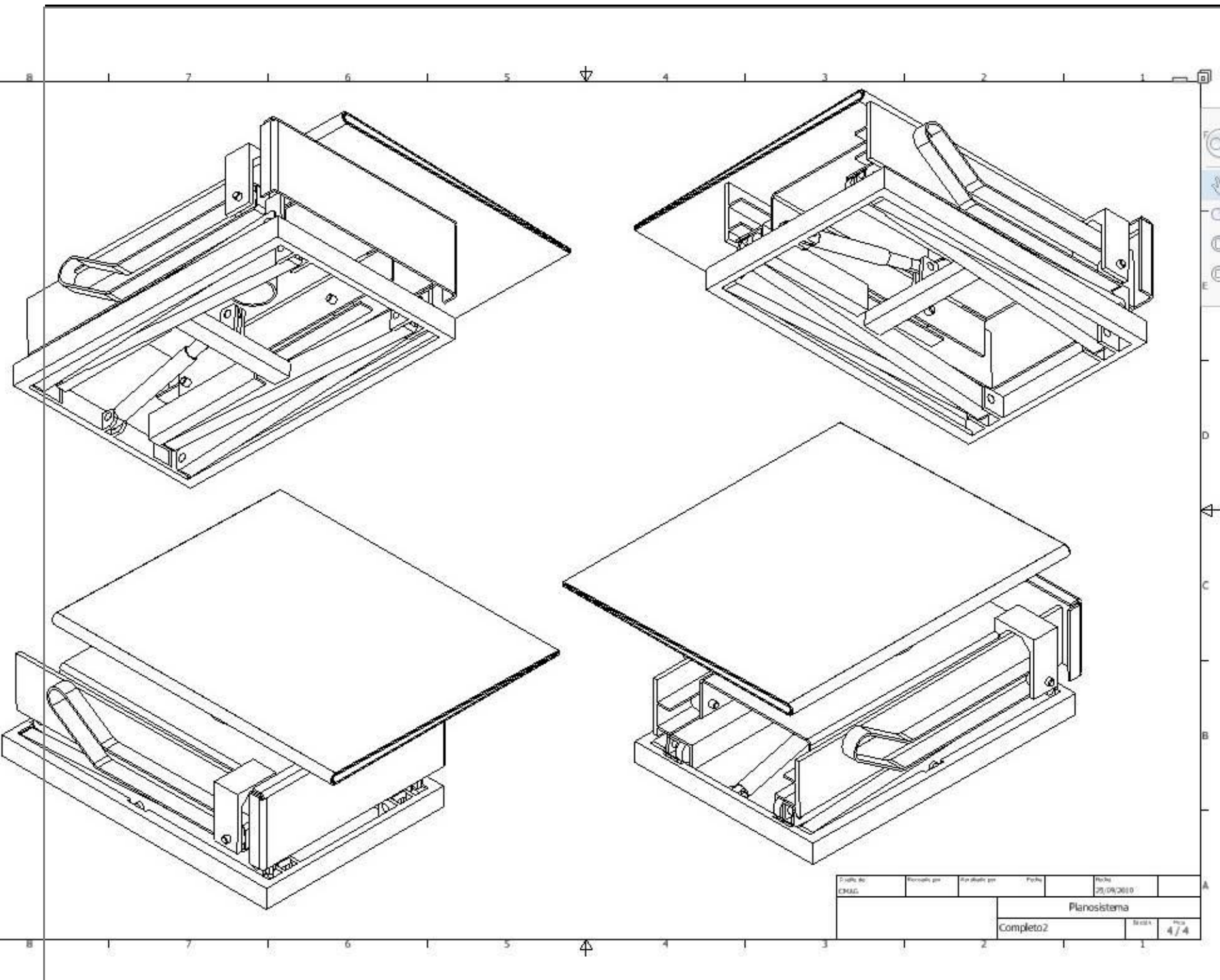
## Apéndice E

### Planos de diseño

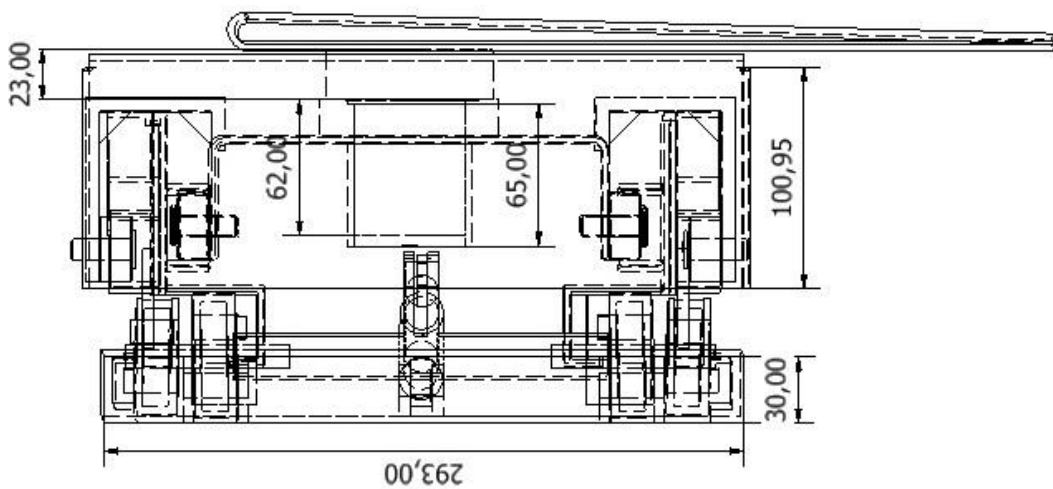
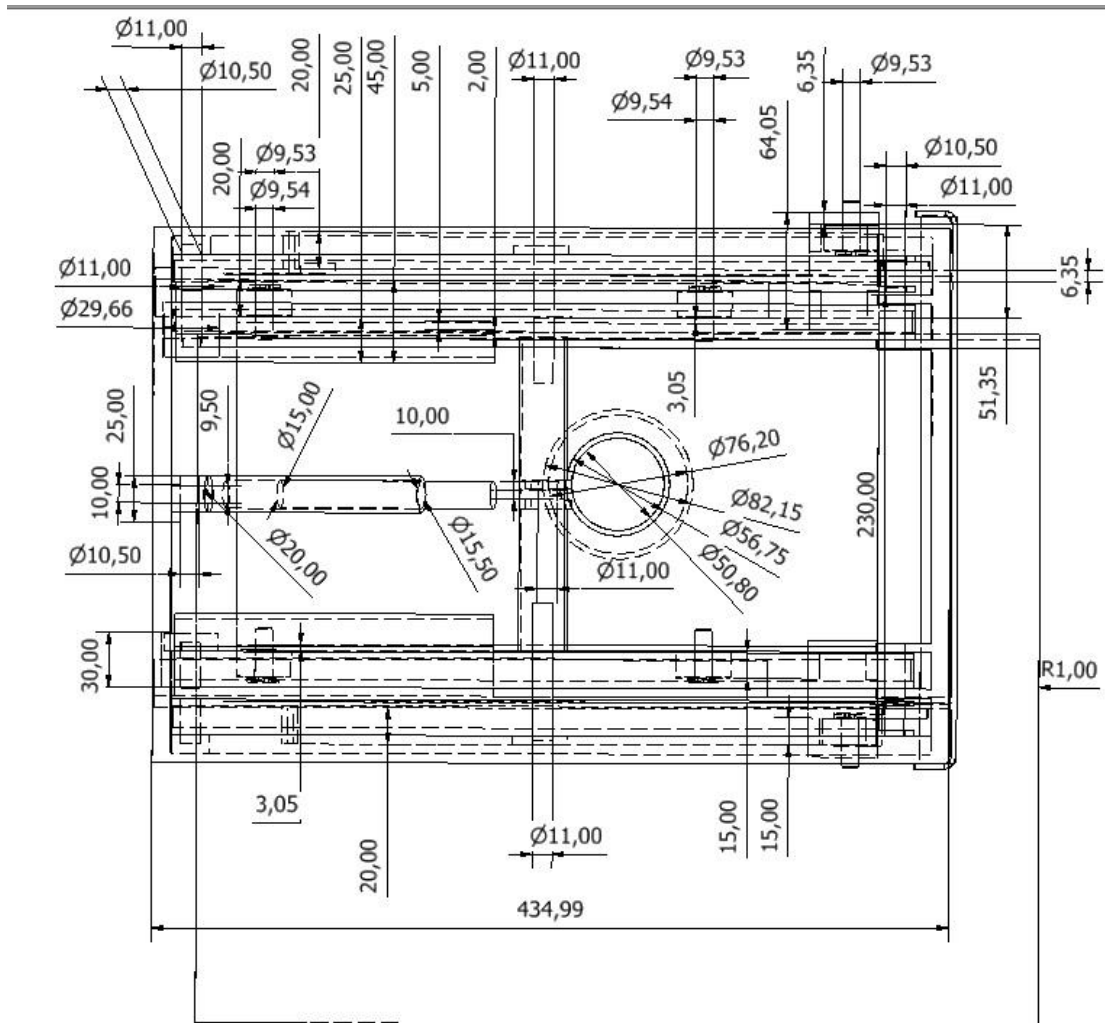




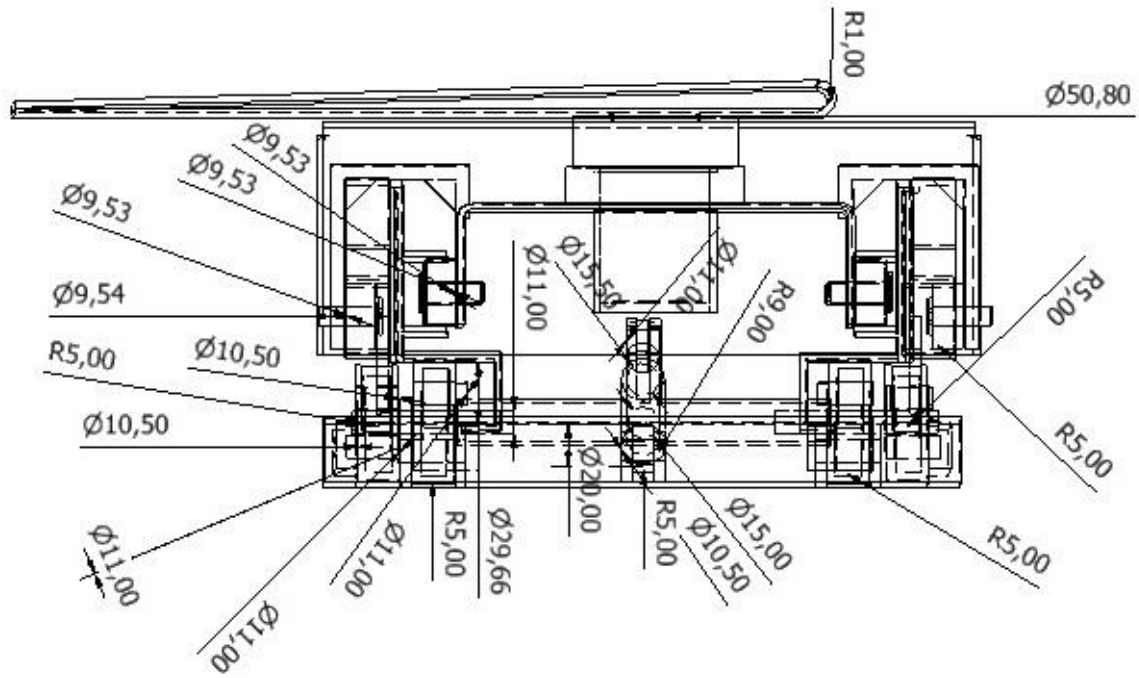




Disegnato da EMAG	Progettato per	Verificato per	Prodotto	Revisione 25/09/2010
			Planosistema	
			Completo2	Foglio 4/4







## BIBLIOGRAFÍA.

- ✚ Las dimensiones humanas estándares en los espacios antropométricos, de Julius Panero y Martin Zelnik, Ediciones G. Gili S.A. de C.V. 4a edición
- ✚ Karl Kroemer H. E., “Extra-ordinary” Ergonomics, Taylor & Francis Group, HumanFactors and Ergonomics Society, 2006, Santa Monica Cal. USA.
- ✚ Alvin R. Tilley, The measure of man and woman, John Willey & sons, inc., 2002, United States of America.
- ✚ Los adultos mayores en México, Perfil socio-demográfico al inicio del siglo XXI, INEGI.
- ✚ Estadísticas a propósito del día Internacional de las personas de edad, Datos nacionales, 2005, 2007.
- ✚ Las personas con discapacidad en México: una visión censal, INEGI, 2004.
- ✚ Tesis sobre “Aplicación de TRIZ para el diseño de una silla de ruedas geriátrica”, de González Salinas Silvia, División de Ingeniería Mecánica e Industrial.
- ✚ Mecánica Vectorial para Ingenieros – Dinámica, R.C. Hibbeler, editorial Prentice Hall, décima edición.

## REFERENCIAS

- ✚ <http://www.innovacion-sistematica.net>
- ✚ <http://www.directindustry.es>
- ✚ <http://www.freepatentsonline.com/>
- ✚ <http://www.aceromex.com>
- ✚ <http://www.realinnovation.com/>
- ✚ <http://www.compracero.com>
- ✚ <http://www.triz.org/>
- ✚ <http://www.triz-journal.com/>
  
- ✚ <http://www.creax.com>
- ✚ <http://www.hidraulicosandalucia.com>
- ✚ <http://www.ignis.com.ar>

