



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**INGENIERÍA DE SISTEMAS – INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA AYUDA TÉCNICA**  
**TIPO POKA YOKE, DE APOYO AL ENSAMBLE DE RODAJAS PARA**  
**PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL**

**MODALIDAD DE GRADUACIÓN: TESIS**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:**  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**PRESENTA:**  
**RAFAEL RIOS ESPERANZA**

**TUTOR:**  
**ANN GODELIEVE WELLENS PURNAL – DIMEI-PROGRAMA DE**  
**POSGRADO EN INGENIERÍA**

**MÉXICO, D.F.**

**OCTUBRE DE 2015**

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.I. Arturo Fuentes Zenón

Secretario: M.I. Francisca Irene Soler Anguiano

Vocal: M.I. Ann Godelieve Wellens Purnal

1<sup>er.</sup> Suplente: M.I. Silvina Hernández García

2<sup>do.</sup> Suplente: Dr. Jesús Manuel Dorador González

Lugar donde se realizó la tesis: Ciudad de México, D.F.

Tutor de Tesis:

**M.I. Ann Godelieve Wellens Purnal**

---

Firma



# Agradecimientos

Primeramente a mi padre Jehová, por la vida y sus innumerables bendiciones.

A mi esposa, Abigail, por apoyarme durante todos estos años, ser mi compañera de viaje en la vida y darme a mis niños. A mis hijos, Guersom, Rafael y Dayra, por alegrar mi vida y ser mis grandes motivadores para los objetivos de mi vida, y porque deseo darles un excelente ejemplo. A mis padres, Benigno y Rafaela, por educarme para ser responsable de mis acciones y decisiones. A mis hermanos, Alejandro, Benigno, Francisco y Esther, por los años que compartimos juntos y que me ayudaron a ser la persona que soy actualmente.

A mis profesores, en especial a M.I. Ann Wellens, que desde el día que me conoció creyó en mí y mis capacidades; a la M.I. Francis Soler por sus consejos para mejorar mi proyecto; al M.I. Arturo Fuentes por sus comentarios y observaciones constructivas para mi persona y mi proyecto, al Dr. Jesús Manuel Dorador por sus comentarios para mejorar mi trabajo.

A los gerentes de Rodamex, el Ing. Javier Borja, Lic. Verónica Martínez y Ing. Claudia E. Martínez (gerentes de manufactura, recursos humanos, y proyectos especiales, respectivamente) por apoyarme en la realización de los diversos aspectos del proyecto en Rodamex.

Al personal del Centro de Capacitación y Rehabilitación para el Trabajo (CECART) del IMSS, a Lic. Elizabeth A. Bautista Cortez y Lic. Hilda L. Vázquez Villanueva (gestora ocupacional y trabajadora social, respectivamente), por sus comentarios, orientación y apoyo para localizar a los sujetos de control ciegos que requerí durante mi proyecto.

A mis sujetos de control ciegos, a Víctor, José Juan, Joel, Guillermo, y Fernando, que me apoyaron en la realización de las evaluaciones y validaciones en mi proyecto; son personas extraordinarias y tienen toda mi admiración y respeto.

A la UNAM por ayudarme a reflexionar y encontrarme como investigador, y espero regresar pronto para estudiar el doctorado.

Al CONACYT por brindarme la beca que fue de gran apoyo para realizar mis estudios de maestría.

# Contenido

Índice de figuras.....	V
Índice de tablas.....	VI
Resumen .....	XI
Abstract.....	XII
Capítulo 1. Preliminares de la investigación .....	2
1.1. La problemática.....	2
1.2. La empresa a intervenir y su programa de inclusión laboral .....	4
1.3. Hipótesis base de investigación .....	4
1.4. Objetivos y preguntas de investigación.....	4
1.1.1. Objetivo general .....	4
1.1.2. Objetivos específicos.....	4
1.1.3. Preguntas de investigación.....	5
1.5. Justificación y relevancia .....	5
1.6. Alcances y limitaciones .....	7
1.7. Organización de la tesis .....	8
Capítulo 2. La discapacidad y la inclusión laboral .....	11
2.1. La discapacidad .....	11
2.1.1. La definición.....	11
2.1.2. El marco normativo.....	13
2.1.3. Estadísticas de la discapacidad.....	16
2.2. La inclusión laboral.....	19
2.2.1. Stakeholders de la inclusión laboral.....	19
2.2.2. Estadísticas de la inclusión laboral .....	21
2.2.3. Análisis de la inclusión laboral en México y el mundo. ....	21
2.2.4. Estrategias de empleo .....	28
2.2.5. Estrategias generales para la adaptación de puesto de trabajo – empleado ..	31
Capítulo 3. Adaptación de puesto de trabajo – empleado con discapacidad.....	34
3.1. Trabajos previos.....	34
3.2. Metodología de adaptación de puestos de trabajo .....	36
3.1.1. Descripción de la metodología de Wieland y Lauring .....	37
3.1.2. Métodos de adaptación de puestos de trabajo.....	39

3.3.	Herramientas y técnicas empleadas durante las etapas de la metodología.....	41
3.1.3.	Durante la etapa de definición y análisis.....	41
3.1.4.	Durante la etapa de comparación .....	47
3.1.5.	Durante la etapa de adaptaciones.....	47
3.1.6.	Durante la etapa de diseño, construcción, verificación y validación .....	48
3.1.7.	Durante la etapa de evaluación y capacitación .....	49
Capítulo 4.	Metodología y su implementación .....	53
4.1.	La propuesta de intervención .....	53
4.2.	Desarrollo de la metodología.....	54
4.2.1.	Definir la operación específica a intervenir .....	54
4.2.2.	Determinar los requerimientos de la operación a intervenir .....	59
4.2.3.	Definir y buscar el perfil del sujeto con discapacidad .....	61
4.2.4.	Determinar las habilidades del sujeto con discapacidad.....	61
4.2.5.	Realizar comparación entre habilidades y requerimientos.....	62
4.2.6.	Entender el tipo de ayuda técnica necesaria.....	63
4.2.7.	Decidir el nivel de acoplamiento del sujeto y el puesto con adaptaciones.....	63
4.2.8.	Diseñar la ayuda técnica.....	64
4.2.9.	Construir la ayuda técnica .....	66
4.2.10.	Verificar y validar la ayuda técnica .....	67
4.2.11.	Evaluar la efectividad de la ayuda técnica en la etapa de aprendizaje.....	67
Capítulo 5.	Resultados .....	73
5.1.	Resultados finales del proyecto de investigación.....	73
5.1.1.	Resultados del diseño y construcción de la ayuda técnica .....	73
5.1.2.	Resultados de la determinación de la tasa de aprendizaje.....	76
5.1.3.	Resultados de evaluación de la efectividad de la ayuda técnica.....	79
5.2.	Resultados de la experiencia personal en el proceso de intervención.....	86
5.2.1.	Experiencia con las personas con discapacidad visual .....	87
5.2.2.	Experiencia con la empresa .....	87
5.2.3.	Experiencia con las instituciones de apoyo.....	88
Capítulo 6.	Conclusiones, sugerencias y futuros trabajos de investigación .....	90
6.1.	Conclusiones y sugerencias.....	90
6.1.1.	Del desarrollo físico de los dispositivos .....	90
6.1.2.	De la determinación de las tasas de aprendizaje.....	91
6.1.3.	De la evaluación del desempeño de ciegos y con vista.....	91
6.1.4.	De la experiencia de intervención en proyecto de investigación.....	92
6.2.	Futuros trabajos de investigación.....	93

Anexo A. Análisis bimanual para los tipos de ensamble ..... 95

Anexo B. Datos de corridas experimentales ..... 98

Bibliografía ..... 109

# Índice de figuras

Figura 2.1. Elementos regulatorios a nivel mundial y en México con su relación .....	14
Figura 2.2. Distribución de las discapacidades en México .....	18
Figura 2.3. Causas de la discapacidad visual en México .....	18
Figura 2.4. Distribuciones de las discapacidades según edades en México .....	19
Figura 2.5. Los stakeholders de la problemática de la inclusión laboral .....	20
Figura 2.6. Diagrama de fuerzas (barreras y promotores) de la inclusión laboral .....	22
Figura 3.1. Modelo de adaptación de puestos de trabajo a personas con discapacidad de Wieland y Lauring .....	36
Figura 3.2. Lineamientos para el desarrollo de ayudas técnicas según Peaslack .....	39
Figura 3.3. Metodología de análisis e intervención ergonómica propuesta por el IBV .....	41
Figura 3.4. Ejemplo de diagrama Pareto .....	42
Figura 3.5. Ejemplo de diagrama de operaciones .....	43
Figura 3.6. Ejemplo de diagrama bimanual .....	44
Figura 3.7. Ejemplo de diagrama de ensamble .....	44
Figura 3.8. Ejemplo de diagrama de caja-bigotes .....	50
Figura 3.9. Ejemplo de una curva de aprendizaje .....	51
Figura 4.1. La propuesta de intervención .....	53
Figura 4.2. Diagrama de Pareto de utilidades por familia de productos .....	55
Figura 4.3. Diagrama de Pareto de unidades vendidas de la familia de industrial .....	56
Figura 4.4. Diagrama de operaciones de rodaja industrial 4" Mod. HI101PGGA .....	57
Figura 4.5. Grafica ejemplo de la curva de aprendizaje .....	70
Figura 4.6. Modelo de las pruebas de hipótesis a evaluar.....	70
Figura 5.1. Tasas de aprendizaje en el experimento para operadores ciegos y con vista ..	76
Figura 5.2. Tasas de aprendizaje promedio y por tipo de ensamble para ciegos y con vista .....	77
Figura 5.3. Resumen de resultados de desempeños productivos proyectados a 10,000 pz	79
Figura 5.4. Comparación de desempeños productivos de ciegos con ensamble manual y dispositivo .....	80
Figura 5.5. Comparación de desempeños productivos de sujetos con vista con ensamble manual y dispositivo.....	80
Figura 5.6. Comparación de desempeños productivos de ciegos armando con dispositivo y sujetos con vista con ensamble manual .....	81
Figura 5.7. Comparación de desempeño productivo de más hábiles ciegos – dispositivo vs menos hábiles con vista – manual .....	85



## Índice de tablas

Tabla 2.1. Tipo de discapacidad y sus limitaciones.....	13
Tabla 2.2. Resultados de la Encuesta Mundial de Salud 2002–2004 relacionados a la discapacidad.....	17
Tabla 2.3. Tasa de ocupación, proporción de encuestados con y sin discapacidad.....	21
Tabla 3.1. Trabajos previos de desarrollo de adaptaciones con dispositivos Poka Yoke.....	34
Tabla 3.2. Clasificación y descripción de los therbligs.....	45
Tabla 4.1. Características de las líneas de productos de la empresa fabricante de rodajas	54
Tabla 4.2. Diagramas de ensamble para los 4 tipos de ensamble.....	58
Tabla 4.3. Tipos de ensamble de los modelos elegidos según el tamaño de productos ...	58
Tabla 4.4. Análisis bimanual para el tipo de ensamble rueda–herraje.....	60
Tabla 4.5. Elementos comunes de la tarea principal del puesto de trabajo.....	60
Tabla 4.6. Análisis de los requerimientos del puesto de trabajo.....	61
Tabla 4.7. Padecimientos causantes de la discapacidad visual de sujetos de control.....	62
Tabla 4.8. Comparación de capacidades de sujeto respecto a requerimientos del puesto ..	62
Tabla 4.9. Nivel de acoplamiento del sujeto con discapacidad con y sin la ayuda técnica	64
Tabla 4.10. Diseño y desarrollo de los dispositivos de 2”.....	65
Tabla 4.11. Construcción de los dispositivos de 2” y 2½”.....	66
Tabla 4.12. Dispositivos mejorados de 2” y 2½”.....	67
Tabla 4.13. Secuencia de experimentación para cada sujeto de control.....	69
Tabla 5.1. Resultados físicos del diseño y construcción de las ayudas técnicas y sus componentes.....	73
Tabla 5.2. Planteamiento de la prueba de hipótesis de igualdad de tasas de aprendizaje.	77
Tabla 5.3. Resultados de la prueba de hipótesis de igualdad de tasas de aprendizaje ....	78
Tabla 5.4. Planteamiento de las pruebas de hipótesis de evaluación del desempeño.....	81
Tabla 5.5. Resultados de la prueba de hipótesis de evaluación del desempeño de sujetos ciegos (manual vs dispositivo).....	83
Tabla 5.6. Resultados de la prueba de hipótesis de evaluación del desempeño de sujetos con vista (manual vs dispositivo).....	83
Tabla 5.7. Resultados de la prueba de hipótesis de evaluación del desempeño de sujetos ciegos–dispositivo vs vista–manual.....	84
Tabla 5.8. Resultados de la prueba de hipótesis de la evaluación del desempeño de los más hábiles ciegos – dispositivo vs menos hábiles con vista – manual.....	86

## Glosario de términos

- **Ayudas técnicas:** dispositivos tecnológicos y materiales que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones funcionales, motrices, sensoriales o intelectuales de las personas con discapacidad.
- **Autosuficiencia:** capacidad que adquieren las personas con discapacidad, por sí mismas, para satisfacer sus necesidades básicas.
- **Barreras:** factores en el entorno de una persona que, en su ausencia o presencia, limitan la funcionalidad y originan discapacidad. Se incluyen: entornos físicos inaccesibles, falta de una adecuada asistencia tecnológica y actitudes negativas hacia la discapacidad.
- **Buje:** componente de la rodaja que se ensambla en el centro de la rueda, que tiene el fin de fortalecer al producto y servir de separador entre rueda y herraje.
- **Coefficiente de empleo:** es la relación entre la tasa de ocupación de las personas con discapacidad y la tasa de ocupación de la población general.
- **Deficiencias:** son problemas en las funciones o estructuras corporales de personas con discapacidad, tales como una desviación significativa o una pérdida de una función corporal, mental o sensorial.
- **Discapacidad severa:** implica que el individuo tiene graves dificultades o está imposibilitado para la realización de sus actividades cotidianas y que requiere apoyo o cuidados.
- **Discriminación:** es cualquier distinción, exclusión o restricción que tenga el propósito o el efecto de obstaculizar o dejar sin efecto el reconocimiento, goce o ejercicio, en igualdad de condiciones, de todos los derechos humanos y libertades fundamentales en los ámbitos político, económico, social, cultural, civil o de otro tipo. Incluye todas las formas de discriminación contra las personas con discapacidad, entre ellas, la denegación de ajustes razonables.
- **Diseño universal:** es el diseño de productos, entornos y servicios para ser usados por todas las personas, al máximo posible, sin adaptaciones o necesidad de un diseño especializado.
- **Empresa socialmente responsable:** son aquellas compañías que tienen una contribución activa y voluntaria para mejorar el entorno social, económico y ambiental, con el objetivo de optimizar su situación competitiva y su valor añadido.
- **Ergonomía:** es una actividad de carácter multidisciplinario que se encarga del estudio de la conducta y las actividades de las personas, con la finalidad de adecuar los productos, sistemas, puestos de trabajo y entornos a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, buscando optimizar su eficacia, seguridad y confort.

- **Estigmatización social:** es un rasgo o conducta que quien lo lleva es incluido en una categoría social vista culturalmente como inferior.
- **Factores ambientales:** constituyen el ambiente físico, social y actitudinal en el que las personas viven y conducen sus vidas.
- **Glaucoma:** es un grupo de enfermedades que pueden dañar al nervio óptico del ojo. Esto resulta en alguna pérdida de la visión o en ceguera. Sin embargo, si se trata a tiempo, el paciente puede proteger sus ojos contra una seria pérdida de la visión.
- **Herraje:** es un componente de la rodaja que es un subensamble con la mayoría de los componentes metálico como placa y horquilla.
- **Inclusión laboral:** es una actividad que busca garantizar la plena participación de los trabajadores con discapacidad para trabajar en igualdad de condiciones con los demás, en un universo abierto donde la sociedad debe facilitar y flexibilizar las oportunidades en un ambiente propicio para el desarrollo físico, emocional e intelectual.
- **Persona con discapacidad:** son todas aquellas personas que tengan deficiencias físicas, intelectuales, mentales o sensoriales a largo plazo que, al interactuar con diversas barreras, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás.
- **Planeación estratégica:** es la elaboración, desarrollo y puesta en marcha de distintos planes operativos por parte de las empresas u organizaciones, con la intención de alcanzar objetivos y metas planteadas a corto, mediano o largo plazo.
- **Poka Yoke:** es una técnica de calidad que se aplica con el fin de evitar errores en la operación de un sistema; existen dos tipos principalmente para prevenir y advertir los errores.
- **QFD (Despliegue de la función de la calidad):** es una técnica de gestión de calidad basado en transformar las demandas del usuario en la calidad del diseño, implementar las funciones que aporten más calidad, e implementar métodos para lograr calidad del diseño en subsistemas y componentes, y en última instancia a los elementos específicos del proceso de fabricación.
- **Retinosis pigmentaria:** es un grupo de desórdenes genéticos hereditarios que afectan la capacidad de la retina para responder a la luz. Esta es una enfermedad que causa una pérdida lenta de la visión, comenzando por una visión nocturna disminuida y pérdida de la visión periférica (lateral) hasta la ceguera.
- **Rodajas:** es un mecanismo provisto de rueda y baleros o buje con la finalidad de ayudar al desplazamiento de objetos; existen en diferentes materiales, tamaños y variaciones según el tipo de uso planeado.

- **Sistema VALPAR:** es una prueba que evalúa las capacidades residuales de personas con discapacidad en 19 tipos de actividades diferentes, no está aplicado según discapacidades sino tareas. Las pruebas tienen que ver con el manejo de herramientas pequeñas, percepción verbal, espacial, de formas, tamaño y color, categorización y ordenamiento numérico, rangos de movimiento, comprensión, capacidad para resolver problemas, manejo de clasificaciones múltiples, destreza manual y digital, coordinación ojo-mano-pie, y capacidad física dinámica.
- **Tasa de aprendizaje:** es la capacidad de aprendizaje de un sujeto, y se indica por el índice o porcentaje de reducción de tiempos de ejecución de alguna actividad.
- **Tasa de ocupación:** es la proporción de la población en edad de trabajar que tiene un trabajo remunerado.
- **Tasa de participación:** es la proporción de la población adulta económicamente activa, ya sea que esté empleada o desempleada.
- **Vulnerabilidad:** termino que se aplica para identificar a aquellos núcleos de población o personas que por diferentes factores o la combinación de ellos, enfrentan situaciones de riesgo o discriminación que les impiden alcanzar mejores niveles de vida.

## Abreviaciones y acrónimos

**BM:** Banco Mundial

**CDPD:** Convención de los Derechos de las Personas con Discapacidad

**CECART:** Centro de Capacitación y Rehabilitación para el Trabajo

**CIF:** Clasificación Internacional de Funcionalidades

**CONADIS:** Consejo Nacional para las Personas con Discapacidad

**CONAPRED:** Consejo Nacional para Prevenir la Discriminación

**ENADIS:** Encuesta Nacional sobre Discriminación

**IBV:** Instituto de Biomecánica de Valencia

**IMERSO:** Instituto Migraciones y Servicios Sociales

**IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social

**INAES:** Instituto Nacional de la Economía Social

**LFPED:** Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación

**LGIPD:** Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad

**OIT:** Organización Internacional del Trabajo

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**ONCE:** Organización Nacional de Ciegos Españoles

**ONG:** Organizaciones No Gubernamentales

**PNDIPC:** Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad

**PNTEPD:** Programa Nacional de Trabajo y Empleo para las Personas con Discapacidad

**QFD:** Despliegue de la Función de Calidad (*Quality Function Deployment*)

**SNE:** Sistema de Nacional de Empleo

**STPS:** Secretaría del Trabajo y Previsión Social

## Resumen

En el presente trabajo se muestra el diseño y desarrollo de una ayuda técnica para sujetos con discapacidad visual, mediante un dispositivo *poka yoke* que sirve de elemento de apoyo para la operación de ensamble de rodajas. Se realizó la evaluación de su efectividad de la ayuda técnica mediante un experimento que simula la operación intervenida; adicionalmente los resultados del experimento fueron modelados matemáticamente mediante su curva de aprendizaje en cada corrida experimental. Los resultados fueron proyectados a 10,000 piezas con la ecuación modelada y con estos determinar la validez de las hipótesis de investigación con mediante pruebas de hipótesis de igualdad de medias y varianzas.

Los resultados de las pruebas de hipótesis determinaron que las personas ciegas mejoran su desempeño mediante el uso de esta ayuda técnica, además se confirmó que el desempeño de los operadores ciegos más hábiles empleando el dispositivo llega a equipararse al de los operadores con vista menos hábiles manualmente ensamblando sin ayuda técnica. Por otro lado, el desempeño de los operadores con vista no mejora al grado de considerarlo estadísticamente menor el tiempo de ensamble con dispositivos que el armando manualmente, por lo tanto, los dispositivos no están diseñados bajo el concepto de diseño universal.

Adicionalmente se determinó la tasa de aprendizaje para operadores ciegos y con vista para operaciones de ensamble manual con tornillo y tuerca que fue igual en ambos grupos (95%), que se evaluó estadísticamente mediante pruebas de hipótesis de igualdad de medias y varianza, por lo tanto ambos grupos estadísticamente tienen la misma capacidad de aprendizaje.

## Abstract

In this thesis the design and development of a technical aid for visually impaired subjects shown by a poka yoke device that serves as support element for the operation of assembly slices. Evaluating its effectiveness of technical assistance it was made by an experiment that simulates the operation intervened; additionally the results of the experiment were modeled mathematically by its learning curve in each experimental run. The results were projected to equation modeled for each of the experimental runs to 10,000 pieces. The results were projected at 10,000 pieces with patterned equation and these determine the validity of the research hypotheses by testing hypothesis of equal means and variances.

The results of hypothesis tests determined that blind people improve their performance by using this technique helps also confirmed that the performance of the ablest blind operators using the device equals the performance of skilled operators without technical assistance. On the other hand, the performance of operators does not improve the degree view of considering statistically lower assembly time arming devices that manually, therefore, no devices are designed under the concept of universal design.

Additionally, the rate of learning for blind and not blind operators was equal in both groups (95%). This was statistically evaluated by testing hypothesis of equal means and variance was determined, so both groups statistically have the same capacity for learning.

# Capítulo 1

---

## PRELIMINARES DE LA INVESTIGACIÓN

*“El miedo es la mayor discapacidad de todas”*

*Nick Vujic*

...



# Capítulo 1. Preliminares de la investigación

## 1.1. La problemática

Según la Encuesta Nacional sobre Discriminación 2010 (CONADIS–CONAPRED, 2012) reducir la discriminación<sup>1</sup> y exclusión es una asignatura pendiente en México, entre ellas hacia las personas con discapacidad<sup>2</sup>, sea de nacimiento o adquirida. En México existen varios grupos vulnerables que se han creado por razones culturales, estereotipos sociales, prejuicios, entre otras causas, como son: los homosexuales, personas indígenas, migrantes, trabajadoras domésticas, adultos mayores, con discapacidad, de otra raza, los no católicos, mujeres, jóvenes, y niños. De tales grupos, las personas con alguna discapacidad son el quinto grupo con mayor vulnerabilidad<sup>3</sup>, ya que tres de cada diez personas afirman que no se respetan sus derechos.

Al respecto, el gobierno mexicano ha promovido y firmado tratados a nivel mundial para mostrar su compromiso con este grupo, como son la Declaración universal de los derechos humanos (ONU, 1948), la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad (ONU, 2006), y los Objetivos de desarrollo del milenio sobre discapacidad (ONU, 2015), donde los gobiernos involucrados aceptan tomar acciones para la plena integración laboral de las personas con discapacidad, y realizar acciones en el sector público y privado como son las adaptaciones necesarias en el trabajo.

A nivel nacional y en concordancia con los compromisos internacionales adquiridos, el gobierno mexicano ha establecido programas para atender las necesidades de los grupos vulnerables mediante una meta país titulada “México Incluyente”, que está enmarcada en el Programa nacional de desarrollo 2013–2018 (Secretaría de Gobernación, 2013), y en materia de la discapacidad se ha planteado un Programa nacional para el desarrollo y la inclusión de las personas con discapacidad (PNDIPD) 2014–2018 (CONADIS, 2014), y en materia laboral de las personas con discapacidad se tiene establecido un Programa nacional de trabajo y empleo para las personas con discapacidad (PNTEPD) 2014–2018 (STPS, 2014). Adicionalmente, a nivel normativo se ha establecido la Ley general para la inclusión de las personas con discapacidad (Camara de Diputados, 2011) y la Ley federal para prevenir y eliminar la discriminación (Camara de Diputados, 2003) que establecen el marco normativo de apoyo para las personas con discapacidad.

---

<sup>1</sup> Discriminación: ver glosario

<sup>2</sup> Persona con discapacidad: ver glosario

<sup>3</sup> Vulnerabilidad: ver glosario

El presente proyecto de investigación aborda la discapacidad visual dentro de un proyecto de inclusión laboral<sup>4</sup>; los factores decisivos para la selección de esta discapacidad fueron que es la limitación con la mayor participación económica (35.3%) de las personas en edad productiva de este grupo (INEGI, 2013), aunque su participación económica es principalmente en el sector informal. Además es la discapacidad que tiene menos problemas físicos y mentales para integrarse al mercado laboral con un 23.3% de su grupo (INEGI, 2013), aunque es la segunda discapacidad con menos oportunidades en el mercado laboral formal.

A pesar de que existen diferentes promotores de la inclusión laboral de personas con discapacidad visual, como apoyos, incentivos fiscales, y premios para las empresas que incluyen laboralmente, muchos empresarios consideran que la función visual es indispensable para la ejecución del trabajo y su capacitación, además del potencial riesgo de daño físico inherente al integrarlos en los procesos. Adicionalmente la estigmatización social<sup>5</sup> de las capacidades de las personas con discapacidad visual ha provocado que los puestos de trabajo para este grupo se hayan reducido a pocos puestos productivos y la mayoría en actividades secundarias y de apoyo.

Para lograr la inclusión laboral de personas con discapacidad visual en una empresa con operaciones de ensamble manual es indispensable incorporar ayudas técnicas<sup>6</sup> en la operación, porque al analizar las capacidades de las personas ciegas desde el punto físico y cognitivo, ellos poseen capacidades semejantes a las personas con vista pero con la diferencia que por su limitación aprenden y orientan de forma diferente porque se apoyan en sus otros sentidos disponibles.

En actividades de ensamble manual, los operadores utilizan básicamente las manos para la ejecución y la vista para orientarse y aprender principalmente; por lo tanto, aunque los operadores ciegos cuentan con capacidades semejantes a los operadores con vista requieren de ayudas técnicas como los dispositivos *poka yoke*<sup>7</sup> para orientarse y apoyarse durante el ensamble. Este tipo de dispositivos o ayudas técnicas si son diseñados correctamente ayudan a los operadores ciegos a lograr desempeños productivos semejantes a los operadores con vista sin tales ayudas, y si este último grupo al utilizarlas logran mejorar su desempeño productivo, se podría afirmar que el dispositivo tiene un diseño universal<sup>8</sup>.

---

<sup>4</sup> Inclusión laboral: ver glosario

<sup>5</sup> Estigmatización social: ver glosario

<sup>7</sup> *Poka yoke*: ver glosario

<sup>6</sup> Ayudas técnicas: ver glosario

<sup>8</sup> Diseño universal: ver glosario

## 1.2. La empresa a intervenir y su programa de inclusión laboral

Nuevas Industrias Rodamex S.A. de C.V. es una empresa mexicana con 50 años en el mercado nacional de fabricación de rodajas<sup>9</sup>, es el principal fabricante en este sector y tiene presencia comercial en todo el país, y cuenta con una amplia gama de productos que abarca más de mil modelos distintos.

Al inicio de 2014, la dirección de la empresa realizó internamente un ejercicio de planeación estratégica<sup>10</sup> y decidió emprender una causa social para ser una empresa socialmente responsable<sup>11</sup>; conjuntamente se presentó la propuesta de desarrollo de un sistema productivo para la inclusión laboral de personas con discapacidad visual, que posteriormente fue aceptada. La dirección decidió emprender esta iniciativa como un proyecto piloto en un área de producción específica (ensamble) con la intención de ampliarla siempre que los resultados fueran satisfactorios según los criterios internos de la empresa.

## 1.3. Hipótesis base de investigación

La hipótesis es que, si en un sistema productivo o estación de trabajo de ensamble se efectúan los ajustes necesarios y razonables con ayudas técnicas como los dispositivos *poka yoke*, el desempeño productivo en términos de productividad de los trabajadores con discapacidad será muy semejante a los trabajadores con vista en el proceso de ensamble.

## 1.4. Objetivos y preguntas de investigación

### 1.1.1. Objetivo general

El objetivo central de la tesis es diseñar y construir un ayuda técnica adecuada para personas con discapacidad visual, como los dispositivos *poka yoke*, y medir su efectividad con el desempeño productivo mediante pruebas de hipótesis con los resultados de la curva de aprendizaje en el proceso de ensamble de rodajas.

### 1.1.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos que se plantean en su desarrollo son:

---

<sup>9</sup> Rodajas: ver glosario

<sup>10</sup> Planeación estratégica: ver glosario

<sup>11</sup> Empresa socialmente responsable: ver glosario

- Realizar un diagnóstico de la problemática de inclusión laboral de personas discapacitadas en México, como marco de referencia para el diseño de una ayuda técnica tipo poka yoke.
- Examinar e identificar las características del puesto de trabajo y el perfil del sujeto con discapacidad visual para determinar las necesidades de apoyo en la operación de ensamble a intervenir.
- Definir el tipo de ayuda técnica según el tipo de apoyo requerido.
- Diseñar, construir, verificar y validar la ayuda técnica necesaria.
- Medir y evaluar la efectividad de la ayuda técnica desarrollada en la etapa de aprendizaje tanto para operadores con y sin vista.

### 1.1.3. Preguntas de investigación

A partir de la hipótesis básica se generaron una serie de preguntas de investigación que se responden en el documento y que son:

- Las personas con discapacidad visual como única limitación, ¿tienen la misma capacidad de aprendizaje (tasa de aprendizaje<sup>12</sup>) que los sujetos con vista como operadores nuevos en el proceso de ensamble de rodajas?
- Las personas con discapacidad visual como operadores nuevos, ¿pueden mejorar su desempeño productivo del ensamble de rodajas con ayudas técnicas respecto al armado manualmente?
- Las personas con vista como operadores nuevos, ¿pueden mejorar su desempeño productivo del ensamble de rodajas si usan las mismas ayudas técnicas diseñadas para personas ciegas bajo el concepto de diseño universal con respecto al ensamble manual?
- ¿Pueden las personas ciegas apoyadas con ayudas técnicas lograr iguales desempeños productivos que las personas con vista sin tales ayudas en el proceso de ensamble como operadores nuevos?

## 1.5. Justificación y relevancia

La Encuesta Nacional sobre Discriminación en México ENADIS 2010 (CONADIS-CONAPRED, 2012) plantea que los principales problemas que tienen las personas con discapacidad son el desempleo, la discriminación y el logro de la autosuficiencia<sup>13</sup>, que representa el 63.4%

---

<sup>12</sup> Tasa de aprendizaje: ver glosario

<sup>13</sup> Autosuficiencia: ver glosario

de sus problemas y que se podrían resolver mediante un empleo digno; adicionalmente la encuesta evidencia que las personas con discapacidad son el grupo vulnerable con mayor disponibilidad de apoyo por parte de la sociedad con un 74.5%. Pero la realidad demuestra que son solo intenciones, ya que el Informe Mundial sobre la Discapacidad (OMS – Banco Mundial, 2011) indica que, en 2003, México tenía tasas de ocupación<sup>14</sup> de las personas con discapacidad y en la población general de 47.2% y 60.1%, respectivamente, y el coeficiente de empleo<sup>15</sup> fue del 79%; para el 2010 según el censo del INEGI (INEGI, 2013) las tasas de participación<sup>16</sup> de las personas con discapacidad y sin discapacidad fueron de 29.9% y 53.8%, respectivamente. La situación no ha mejorado sino que ha empeorado a pesar de todas las acciones del gobierno mexicano e instituciones que promueven la inclusión laboral.

Ante una realidad difícil para este grupo en el tema de inclusión laboral, la investigación está dirigida al grupo de personas con discapacidad visual con el desarrollo de un proyecto técnico de empleo con apoyo pero con la valía adicional de lograr la inclusión de al menos dos personas en la empresa.

La relevancia social de la investigación radica en que se alinea a una de las metas a nivel país de un “México Incluyente”, además de cumplir con dos líneas de acción del Programa Nacional de Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (PNDIPC) 2014–2018 (CONADIS, 2014) en el objetivo de promover el diseño e instrumentación de programas y acciones que mejoren el trabajo en su estrategia de promover prácticas de igualdad de oportunidades en el ámbito laboral, público y privado, sus líneas de acción son promover la elaboración de estudios y/o diagnósticos sobre inclusión laboral en el sector privado y promover que se realicen modificaciones y adaptaciones necesarias y adecuadas en los lugares de trabajo.

La conveniencia de la investigación reside en que es la primera propuesta de diseño e implantación de trabajo con apoyo para personas con discapacidad visual proveniente de la academia hacia la industria privada en México. La investigación ayudará a determinar si las habilidades de las personas con discapacidad visual apoyadas con ayudas técnicas correctas pueden lograr desempeños productivos semejantes a las personas con vista en la operación de ensamble de rodajas y eventualmente se podría extender las conclusiones finales a operaciones de ensamble semejantes.

---

<sup>14</sup> Tasa de ocupación: ver glosario

<sup>15</sup> Coeficiente de empleo: ver glosario

<sup>16</sup> Tasa de participación: ver glosario

El valor teórico de la investigación radica en que los cuatro trabajos previos semejantes relacionados hallados fueron aplicados a discapacidades diferentes como son la cognitiva (Erlandson, Noblett, y Phelps, 1998), la mental (Treurnicht *et al.*, 2011), la auditiva (Stocco da Silva y de Abreu Rodriguez, 2011), y la mental con la motriz (Miralles *et al.*, 2011), pero ninguno aplicado a la discapacidad visual. Adicionalmente en los trabajos relacionados la técnica de evaluación del desempeño no demostró que la adaptación de la actividad logrará mejoras en términos de productividad y calidad, a excepción del trabajo de Erlandson *et al.*, (1998); en los otros fue aplicada la curva de aprendizaje, el porcentaje de acoplamiento entre operaciones y operarios con discapacidad y el QFD<sup>17</sup>, en los trabajos de Treurnicht *et al.*, (2011), Stocco da Silva y de Abreu Rodriguez (2011) y Miralles *et al.*, (2011), respectivamente. En el presente se aplicó pruebas de hipótesis de igualdad de medias y varianzas a los resultados de la curva de aprendizaje.

La utilidad metodológica de la investigación radica en que solo en el trabajo de Stocco da Silva y de Abreu Rodriguez proponen una secuencia de pasos o metodología del desarrollo de la mejora realizada para la inclusión de personas con discapacidad auditiva, y en la presente investigación se propone una metodología para el desarrollo de ayudas técnicas como los dispositivos *poka yoke* para personas con discapacidad visual en operaciones de ensamble de rodajas, que eventualmente podría tener validez para operaciones semejantes.

## 1.6. Alcances y limitaciones

La investigación tuvo los siguientes alcances y limitaciones:

- Selección de operaciones por directriz: la empresa tiene operaciones diversas, pero por directriz de la gerencia el proyecto fue limitado a las operaciones de ensamble.
- Omisión de operaciones riesgosas: durante la etapa de definición, las operaciones se analizaron según el riesgo potencial para las personas ciegas y por los antecedentes de accidentes con operadores con vista, como la operación de remachado de componentes de herraje<sup>18</sup> y la operación de expandido de extremos del buje<sup>19</sup> en rueda fueron descartadas a pesar de ser parte de las operaciones de ensamble.
- Selección de modelos a intervenir: debido al número de modelos de la empresa (más de 1200), la gerencia estableció que debería limitarse a una cantidad de modelos reducida con los criterios de selección de que fueran los más importantes en cantidad de unidades vendidas y las de mayor margen de utilidades, con el propósito que las

<sup>17</sup> QFD: ver glosario

<sup>18</sup> Herraje: ver glosario

<sup>19</sup> Buje: ver glosario

personas con discapacidad a incorporar tengan siempre trabajo y con una aportación significativa.

- Búsqueda y selección de los sujetos de control: a partir de la revisión de investigaciones previas, se detectó que la variación en los resultados se generó por la mezcla de discapacidades; con base en esto, se estableció emplear personas con discapacidad visual como única limitación, con el objetivo de controlar la variable discapacidad en la evaluación del desempeño productivo y que la dispersión de la variable dependiente sea por factores no controlables. Además la búsqueda de sujetos de control se complicó porque son un grupo pequeño y heterogéneo de la población y de difícil acceso.
- Alcance máximo: desde el inicio del proyecto se planteó la intención de lograr la inclusión de personas con discapacidad, y su consecución se consideró como mandatorio.
- Uso exclusivo de recursos internos: la gerencia estableció que los recursos para el proyecto de inclusión fueran razonables y se emplearan exclusivamente con recursos internos de la empresa.

## 1.7. Organización de la tesis

La estructura de la tesis se realizó en seis capítulos con el objetivo de mostrar la realización de la investigación desde el primer acercamiento al tema hasta la consecución de las conclusiones finales del proyecto de investigación.

El primer capítulo intitulado “Preliminares de la investigación” muestra una breve introducción a la problemática de la inclusión laboral de las personas con discapacidad y su relación con el proyecto de investigación, además muestra la hipótesis de investigación planteada, los objetivos que se esperan alcanzar, indica la justificación y relevancia del proyecto, señala los alcances y limitaciones enfrentados en la investigación.

El segundo capítulo nombrado “La discapacidad y la inclusión laboral” realiza un primer acercamiento al tema de investigación y entender la gravedad del problema; se muestran las diferentes percepciones de la discapacidad a través del tiempo, además de señalar estadísticas de la discapacidad en el mundo y México, y presentar un análisis de los promotores y barreras para la inclusión laboral.

El tercer capítulo denominado “Adaptación de puesto de trabajo – empleado con discapacidad” muestra el marco teórico referenciado en la tesis, donde señala la investigación realizada con el mismo enfoque en el tema de investigación, además describe la metodología base empleada

para generar la propia, y finaliza con una síntesis de las herramientas empleadas durante la ejecución de la investigación.

El cuarto capítulo intitulado “Metodología” muestra la propuesta de intervención desarrollada para el proyecto y el desarrollo detallado de la propuesta en cada uno de los pasos y los resultados intermedios generados durante el desarrollo.

El quinto capítulo nombrado “Resultados” muestra los logros más importantes obtenidos del proyecto de investigación, como son los productos físicos o ayudas técnicas, la determinación de las tasas de aprendizaje de ambos grupos de interés, la evaluación de la efectividad de la ayuda técnica desarrollada y la experiencia personal en el proceso de intervención.

El sexto y último capítulo, denominado “Conclusiones, sugerencias y futuros trabajos de investigación” muestra las conclusiones finales determinadas, y propone sugerencias para cada conclusión, además de señalar algunos trabajos pendientes de investigación que el lector interesado podría retomar.



# Capítulo 2

---

## LA DISCAPACIDAD Y LA INCLUSIÓN LABORAL

*"Dienso que todos estamos ciegos. Somos ciegos que pueden ver, pero no miran"*

*José Saramago*

...

# Capítulo 2. La discapacidad y la inclusión laboral

## 2.1. La discapacidad

La discapacidad es un problema mundial que afecta a más de mil millones de personas (OMS – Banco Mundial, 2011) que representan el 15% de la población mundial y según Cameron (2014) entre el 2 al 4% posee una discapacidad severa<sup>20</sup>. Para introducirse en el tema es necesario entender la forma de conceptualizar la discapacidad a través del tiempo.

### 2.1.1. La definición

El concepto de la discapacidad ha tenido diversas concepciones durante su desarrollo, pero la más reciente es la propuesta por la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (OMS, 2001), donde la define como “el término genérico que abarca deficiencias<sup>21</sup>, limitaciones de la actividad y restricciones de participación. Indica los aspectos negativos de la interacción entre una persona (con una condición de salud) y sus factores contextuales (ambientales<sup>22</sup> y personales)”. Adicionalmente la Convención sobre los Derechos Humanos de la Personas con Discapacidad (ONU, 2006), define a las personas con discapacidad como “aquellas que tengan deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales a largo plazo que al interactuar con diversas barreras<sup>23</sup>, puedan impedir su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás”. Se puede concluir que la discapacidad es un concepto en evolución y producto de la interacción entre las personas con deficiencias y las barreras debidas a la actitud y el entorno. Pero han existido otras percepciones que se explican en los modelos de percepción de la discapacidad.

#### 2.1.1.1. Los modelos de percepción

Las percepciones sobre la discapacidad se han modificado durante el tiempo, al corregir su interpretación desde verla como una enfermedad hasta como una deficiencia de la interacción

---

<sup>20</sup> Discapacidad severa: ver glosario

<sup>21</sup> Deficiencia: ver glosario

<sup>22</sup> Factores ambientales: ver glosario

<sup>23</sup> Barreras: ver glosario

del sujeto y su entorno; y que son descritos cronológicamente y son (Cameron, 2014; Barnes, 2011):

- ❖ **Modelo médico individualista:** modelo que surgió en el Reino Unido y fue el primer intento de proporcionar una definición universal y homologar criterios sobre el tema. En 1980 fue publicado la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías (ICIDH) donde se establece una tipología para la discapacidad como son el “deterioro”, “discapacidad”, y “minusvalías”; donde el “deterioro” es cualquier pérdida o anomalía de la estructura o función psicosocial, psicológica, y anatómica, una enfermedad física y/o mental que limita la capacidad de la persona; la “discapacidad” es toda restricción o ausencia de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano; y “minusvalía” es una desventaja para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o una discapacidad que limita o impide el desempeño de un rol que es normal para ese individuo. Las críticas al modelo fueron considerar a la discapacidad como una enfermedad y el uso del término “normal”.
- ❖ **Modelo social:** este surge durante la década de los 90’s, pero en 1981 inició el uso del término de modelo social, que propone una perspectiva diferente que proporcionó una visión de las tendencias discapacitantes de la sociedad contemporánea y sus inequidades hacia este grupo, a fin de generar políticas y prácticas que faciliten su erradicación y fue base para las primeras leyes en la materia. La definición fue que “es la desventaja de restricción de la actividad causada por la opresión social de las organizaciones que no toma en cuenta a las personas con algún impedimento físico y por lo tanto las excluye de las actividades del resto de la sociedad”. La principal crítica es su énfasis en la estructura y un olvido de las deficiencias de los discapacitados.
- ❖ **Modelo biopsicosocial:** este surge de la necesidad de integrar los modelos anteriores en uno solo, su fundamento está propuesto en la Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud (OMS, 2001) que propone una clasificación unificada y estandarizada, donde se integra en dominios de funciones y estructuras corporales, y la actividad-participación; por lo tanto, la discapacidad engloba las deficiencias, limitaciones de las actividades o restricciones en la participación, y se conceptualiza como producto de la interacción de un sujeto con cierta condición de salud (enfermedad y trastorno) con sus actividades según sus participaciones, funciones y estructuras, donde factores ambientales y personales impactan en su desempeño. Es el modelo actualmente más aceptado a nivel mundial.

Por lo tanto, la percepción de discapacidad inició desde una visión insensible, seguido de una perspectiva paternalista y culmina con un punto de vista más equilibrado.

#### 2.1.1.2. La taxonomía general de la discapacidad

Existen varias clasificaciones generales de los tipos de discapacidades, pero la aceptada en México es la que se muestra en la tabla 2.1, con sus respectivas implicaciones (INEGI, 2013).

*Tabla 2.1. Tipo de discapacidad y sus limitaciones*

Discapacidad	Implicaciones
Motriz	Son las relacionadas con la dificultad para moverse, caminar, subir escaleras debido a la falta total o parcial de piernas, o a pesar de tenerlas estas se hallan atrofiadas y presentan restricciones para desplazarse, y requieran ayudas como otras personas, sillas de ruedas, bastones, prótesis, etc.
Visual	Son las relacionadas con la pérdida total o parcial de uno o ambos ojos, y que aun con ayudas como lentes no puedan ver bien por sus problemas visuales.
Auditiva	Son las relacionadas con la pérdida parcial o total de la facultad auditiva en uno o ambos oídos, o aún con ayudas de aparatos auditivos tiene dificultades para escuchar por lo avanzado de su problema.
Habla	Son las relacionadas con problemas físicos que limiten o impidan la capacidad para comunicarse verbalmente, ya sea total o parcialmente, porque no puede conversar de forma comprensible.
Intelectual	Son las relacionadas con la dificultad para aprender nuevas tareas o poner atención por un determinado tiempo, además de limitaciones para recordar información o actividades básicas de la vida cotidiana.
Mental	Son las relacionadas con cualquier problema de tipo mental como retraso, alteraciones de la conducta o del comportamiento.
Autocuidado	Son las relacionadas para atender o satisfacer por sí mismo el cuidado personal, como bañarse, vestirse o alimentarse.

*Fuente: elaboración propia*

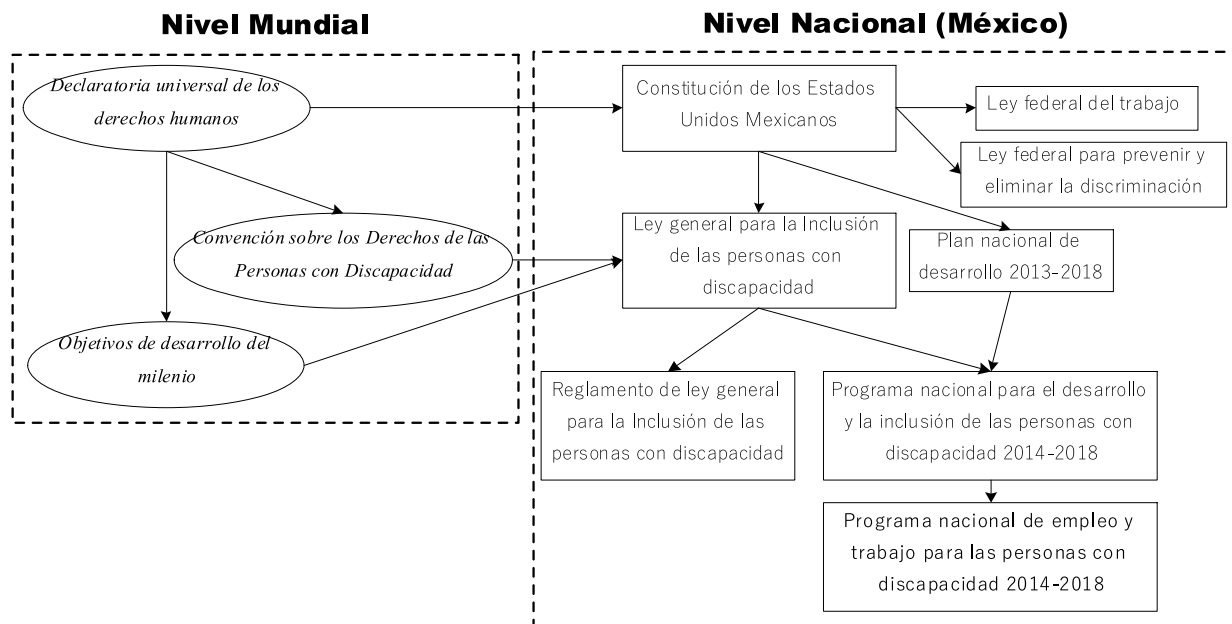
La discapacidad que se abordó durante la investigación fue la discapacidad visual.

#### 2.1.2. El marco normativo

Las personas con discapacidad son un grupo vulnerable que requieren ayuda y protección de parte de los gobiernos y la población en general. Para lograrlo, una de las medidas más empleadas es la implantación de un marco regulatorio apropiado que asegure su inclusión laboral. A continuación se muestra un resumen de los elementos regulatorios más importantes a nivel internacional y nacional, y su relación según su desarrollo y jerarquía se muestra en la figura 2.1.

La figura 2.1 muestra que a nivel internacional la declaratoria universal de los derechos humanos es un documento que afectó el desarrollo de la Convención de los derechos de las personas con discapacidad y el documento de alto nivel intitulado Objetivos de desarrollo del milenio. A nivel nacional, aunque la Constitución mexicana es la carta magna y está alineada a la CDPD, y que todas las normas están alineadas a ella, las normas como la Ley federal del trabajo en el ámbito laboral y la Ley federal para prevenir y eliminar la discriminación en el ámbito de la exclusión, y la Ley general para la inclusión de las personas con discapacidad con su respectivo reglamento operativo. El Plan nacional de desarrollo 2013–2018 a nivel país es una estrategia que se complementa con la ley en la materia de la discapacidad, además se desarrolló un programa de desarrollo y la inclusión que genera un programa nacional de empleo y trabajo de las personas con discapacidad. Todas las anteriores conforman el marco regulatorio en el ámbito de la discapacidad.

Figura 2.1. Elementos regulatorios a nivel mundial y en México con su relación



Fuente: elaboración propia

### 2.1.2.1. Elementos regulatorios a nivel mundial

A nivel internacional existen lineamientos como tratados y convenios firmados que respaldan la intención del gobierno mexicano de apoyo a este grupo vulnerable, como son los siguientes:

**Declaración universal de los derechos humanos:** Es un documento (ONU, 1948) que es la carta magna de los derechos humanos a nivel mundial, que afirma que “todos los seres

humanos nacen libres e iguales” y en sus derechos y libertades no se hará ninguna distinción de ningún tipo.

**Objetivos de desarrollo del milenio** (ONU, 2015): Es un documento de alto nivel firmado por dignatarios de países en donde se comprometen a asegurar y a tomar medidas sostenibles para “el empleo pleno y productivo y el trabajo decente de las personas con discapacidad”. La relevancia se halla en que el 80% de estas personas vive en países en desarrollo como México.

**Convención sobre los derechos humanos de las personas con discapacidad** (ONU, 2006): Es un convenio de alto nivel firmado por más 150 países y ratificado por más de 100 países, que tiene por objeto en materia laboral reconocer el derecho al trabajo en igualdad de condiciones, además de promover el acceso a la formación profesional y oportunidades de empleo por cuenta propia y la realización de ajustes razonables en el lugar de trabajo.

#### 2.1.2.2. En México

En México existe un marco normativo relacionado con la inclusión laboral de las personas con discapacidad que promueve y apoya este aspecto de la vida de este grupo, como son:

**Constitución política de los estados unidos mexicanos** (Camara de Diputados, 1917): Es la carta magna de los mexicanos que establece la prohibición de todo tipo de discriminación motivada por diferentes causas entre ellas la discapacidad.

**Ley federal para prevenir y eliminar la discriminación (LFPED)** (Camara de Diputados, 2003): Esta ley protege a todos los grupos vulnerables incluidos las personas con discapacidad, y establece que una de las medidas de inclusión es “la adaptación de los puestos de trabajo para las personas con discapacidad”.

**Ley federal del trabajo (LFT)** (Camara de Diputados, 1970): Esta ley protege los derechos laborales de los trabajadores en México, y establece el derecho al trabajo decente o digno que respete la dignidad humana del trabajador.

**Ley general para la inclusión de las personas con discapacidad (LGIPD)** (Camara de Diputados, 2011): Esta es la máxima ley en la materia en México, donde se establece que las personas con discapacidad gozarán de todos los derechos que establece el orden jurídico mexicano.

**Plan nacional de desarrollo 2013–2018** (Secretaria de Gobernación, 2013): Este plan actualizable después de cada periodo aplicable es el eje rector a nivel país y que rige a todos los programas del país, donde se establece las metas del país, con sus respectivos

objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores. En especial la meta “México Incluyente” es la que tiene un enfoque hacia este grupo.

**Programa nacional para el desarrollo y la inclusión de las personas con discapacidad 2014–2018 (PNDIPC)** (CONADIS, 2014): Este programa actualizable a nivel país es producto de la LGIPD y su reglamento. En materia laboral las estrategias están enfocadas a la promoción de la inclusión laboral sin discriminación, promoción de oportunidades tanto en el ámbito laboral, público y privado, apoyo en la creación de empresas sociales y autoempleo, promoción de la inclusión laboral de personas en situación de marginación extrema, vinculación con organismos de apoyo, incremento de la participación de mujeres, y el impulso de acciones integrales.

**Programa nacional de trabajo y empleo para las personas con discapacidad 2014–2018 (PNTEPD)** (STPS, 2014): Es un programa actualizable que es producto del PNDIPC 2014–2018, cuyo objeto es la promoción de la inclusión laboral sin discriminación en igualdad de oportunidades y con equidad. El programa es el instrumento que comprenderá la capacitación, creación de agencias de integración laboral, acceso a bolsas de trabajo públicas o privadas, centros de trabajo protegido, talleres, asistencia técnica, formación vocacional o profesional, becas en cualquiera de sus modalidades e inserción laboral de las personas con discapacidad en la administración pública, a través de convenios con los sectores público, social y privado.

### 2.1.3. Estadísticas de la discapacidad

La población exacta se desconoce porque solo existen estimaciones, ya que no todos los países tienen censos, y los que tienen sus métodos de recolección de información no son homólogos, y otros realizan solo encuestas. Aunque existen recomendaciones y manuales para la realización de estadísticas (ONU, 1996; ONU, 2003) y estudios de caso (ONU, 1986) y compendios estadísticos (ONU, 1990) en el tema por parte de la ONU.

#### 2.1.3.1. Estadísticas de la discapacidad en el mundo

Los datos relevantes vienen de uno de los estudios más grandes realizados en el tema a nivel mundial, efectuado entre 2002 y 2004 por la OMS y que se llamó la Encuesta Mundial de Salud (tabla 2.2) y fue realizado en 70 países que representaban más del 60% de la población mundial, donde se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- ❖ La discapacidad afecta más a las mujeres (19.2%) que a los hombres (12%)

- ❖ Impacta más a los adultos mayores de 60 años (38.1%) que a personas menores de 60 años (29.5%)
- ❖ Tiene una mayor prevalencia en zonas rurales (16.4%) que en zonas urbanas (14.6%)
- ❖ Tiene un mayor impacto en países de bajos ingresos (18%) que en países de altos ingresos (11.8%)
- ❖ El impacto es mayor en familias pobres (20.7%) que en familias ricas (11%).

Las características del grupo vulnerable más afectado por la discapacidad son las mujeres adultas mayores en condición de pobreza y que vivan en zonas rurales de países de bajos ingresos.

*Tabla 2.2. Resultados de la Encuesta Mundial de Salud 2002-2004 relacionados a la discapacidad*

Subgrupo de la población	Países de ingreso alto (%)	Países de ingreso bajo (%)	Todos los países (%)
<b>Sexo</b>			
Hombres	9.1	13.8	12.0
Mujeres	14.4	22.1	19.2
<b>Grupo de edades</b>			
18-49	6.4	10.4	8.9
50-59	15.9	23.4	20.6
60 años o más	29.5	43.4	38.1
<b>Lugar de residencia</b>			
Zona urbana	11.3	16.5	14.6
Zona rural	12.3	18.6	16.4
<b>Quintil de riqueza</b>			
Q1 (más pobre)	17.6	22.4	20.7
Q2	13.2	19.7	17.4
Q3	11.6	18.3	15.9
Q4	8.8	16.2	13.6
Q5 (más rico)	6.5	13.3	11.0
Total	11.8	18.0	15.6

*Fuente: (OMS - Banco Mundial, 2011).*

Según los datos anteriores se distingue que la exclusión de las personas con alguna discapacidad es un problema mundial en general, aunque en los países de ingresos altos se tienen mejores indicadores que en países pobres, porque estos tienen una mayor conciencia, compromiso y una actitud incluyente hacia las personas con discapacidad.

#### 2.1.3.2. Estadísticas de la discapacidad visual en México

El censo de 2010 del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2010) afirma que existen 5'739,270 personas con discapacidad que representa el 5.1% de la población total. La distribución de las discapacidades (INEGI, 2010) está repartida en las tres principales que son: la motriz, la visual y la auditiva (figura 2.2).



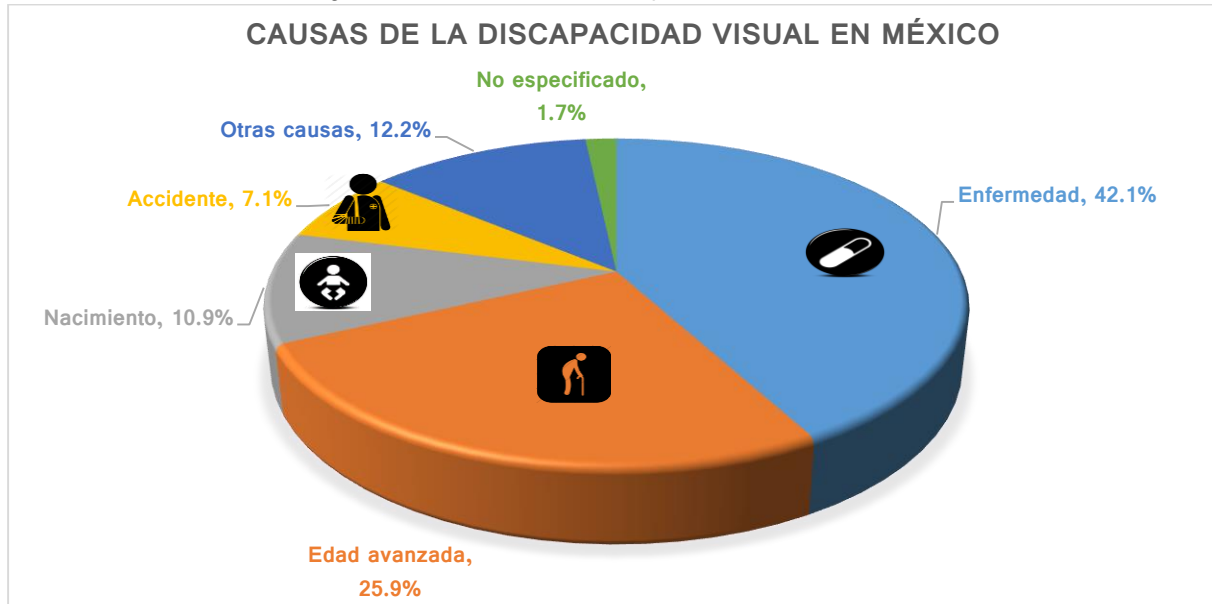
Figura 2.2. Distribución de las discapacidades en México



Fuente: (INEGI, 2010)

Las causas de la discapacidad visual en México son principalmente la enfermedad y la edad avanzada (figura 2.3) (INEGI, 2010).

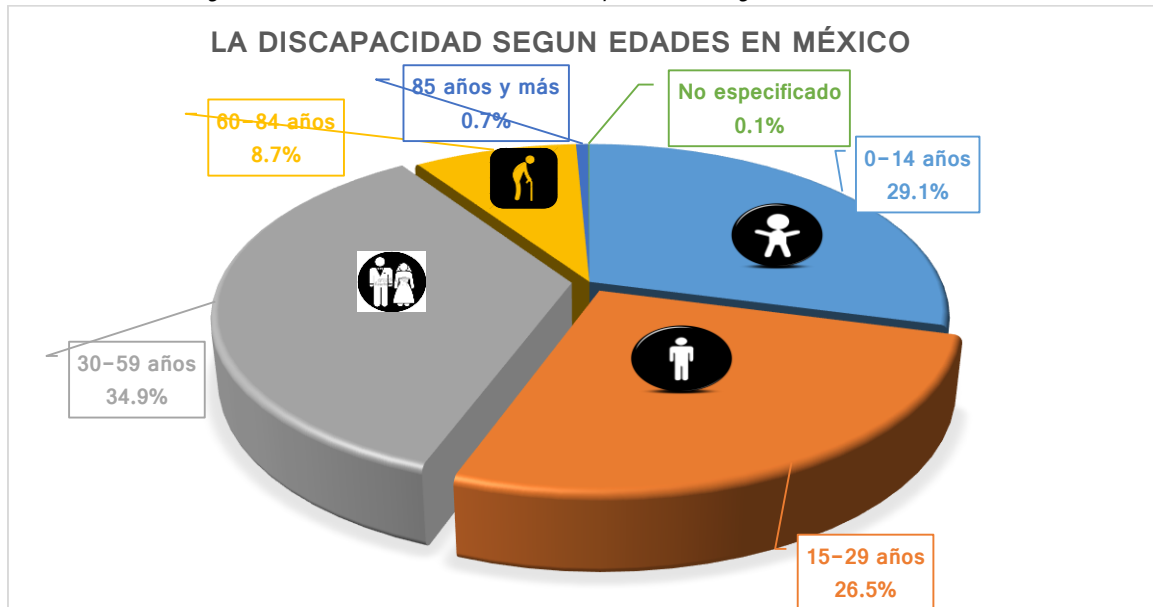
Figura 2.3. Causas de la discapacidad visual en México



Fuente: (INEGI, 2010)

La distribución de las discapacidades según edades muestra (figura 2.5) que el 61.4% de este grupo se hallan en edad legalmente productiva (en México a 16 años), y se asume que es la misma proporción para la discapacidad visual.

Figura 2.4. Distribuciones de las discapacidades según edades en México



Fuente: (INEGI, 2010)

La discapacidad visual es la segunda con 1'561,466 personas, y los estados con más discapacitados son los estados de México, Veracruz, Distrito Federal, Jalisco, Puebla y Guanajuato. Por lo tanto, los potenciales beneficiarios del proyecto serían 958,740 personas quienes son discapacitados visuales y están en la edad legalmente laborable.

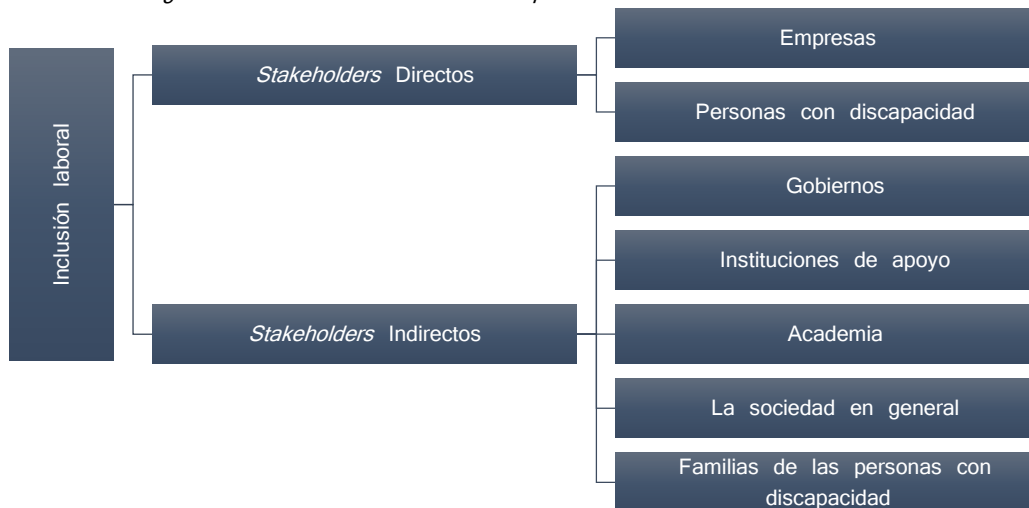
## 2.2. La inclusión laboral

La discapacidad es un problema complejo con varios *stakeholders* con interacciones que dificultan su mejoría, y sufren del desinterés por ser un grupo vulnerable pequeño. Según el primer informe sobre la discapacidad de la OMS-BM (OMS - Banco Mundial, 2011) las estadísticas muestran un entorno desfavorable con resultados poco alentadores, aunque existen promotores y barreras para la inclusión laboral.

### 2.2.1. *Stakeholders* de la inclusión laboral

Los *stakeholders* que integran la problemática de la inclusión laboral de las personas con discapacidad, e intervienen de forma directa e indirecta, y tanto a favor y en contra (figura 2.5); entre los directamente involucrados son los empresarios y personas con discapacidad quienes son involucrados en la inclusión; los indirectamente involucrados son los gobiernos, las instituciones de apoyo, el sector académico, la sociedad en general, y las familias de las personas con discapacidad que inciden en la inclusión laboral.

Figura 2.5. Los stakeholders de la problemática de la inclusión laboral



Fuente: elaboración propia

### **Stakeholders directos:**

- ❖ **Empresas:** el número de empresas incluyentes ha aumentado desde 2005 hasta un acumulado de 1083 (STPS, 2014), pero aun los empresarios tienen un desinterés de incluir a discapacitados, porque algunos los consideran como un grupo poco rentable y susceptible a cometer errores o accidentes, y sus empleos los consideran de caridad. Además ofrecen puestos con restricciones, mal remunerados y con un reducido crecimiento profesional.
- ❖ **Personas con discapacidad:** estos individuos son los más interesados en lograr la inclusión laboral y existen casos exitosos; pero por razones diversas, se frustran, limitan y pierden el interés para su desarrollo, rehabilitación, educación, capacitación para buscar un empleo y conservarlo.

### **Stakeholders indirectos:**

- ❖ **Gobiernos:** la mayoría de las autoridades, en diferentes niveles de gobierno, manifiesta interés por apoyar a las personas discapacitadas, pero muchas de las acciones emprendidas son solo para cumplir con compromisos internacionales y políticos contraídos y no con un interés real, por ello los resultados no son efectivos y predomina una cultura de exclusión.
- ❖ **Instituciones de apoyo:** el número de organismos que apoyan a este grupo es de 988 (INEGI, 2013) y tienen objetivos elogiados y resultados admirables. Pero algunas por el entorno poco favorable han perdido el objetivo de su existencia porque solo realizan acciones sin medir el impacto real del entorno, como cursos o ferias de empleo, pláticas de inclusión, etc.

- ❖ Academia: los trabajos académicos desarrollados en México para este grupo solo se han enfocado en temas de educación y rehabilitación, y no existen trabajos relacionados con el desarrollo de sistemas productivos o adaptaciones técnicas en el trabajo para personas con discapacidad.
- ❖ Sociedad en general: la sociedad mexicana es muy solidaria y ha apoyado a este grupo, pero la actitud discriminatoria de la sociedad y la estigmatización social de la discapacidad ha creado un enfoque centrado en las limitaciones y no en sus capacidades.
- ❖ Familias de las personas con discapacidad: la obligación de la familia es apoyar en el desarrollo de sus integrantes, pero existen familias que limitan a sus discapacitados al considerarlos incapaces de lograr un desarrollo y no los apoyan para educarse y capacitarse para un empleo.

### 2.2.2. Estadísticas de la inclusión laboral

Según estimaciones de la OIT hay 750 millones de personas con discapacidad en edad laboralmente activa, y muchas han demostrado ser personas competentes y hábiles. A pesar de ello, este grupo sufre laboralmente de discriminación, falta de oportunidades, salarios más bajos, malas condiciones de empleo, y menores perspectivas de promoción.

Los datos obtenidos del informe mundial sobre la discapacidad (OMS – Banco Mundial, 2011) indican que las mujeres tienen menores tasas de ocupación que los hombres, sin importar si son de países pobres o ricos; esta misma tendencia se observa en mujeres y adultos mayores con discapacidad (tabla 2.3). Ante lo anterior es necesario realizar proyectos de inclusión laboral.

*Tabla 2.3. Tasa de ocupación, proporción de encuestados con y sin discapacidad*

Individuos	Países de ingreso bajo		Países de ingreso alto		Todos los países	
	Sin discapacidad	Con discapacidad	Sin discapacidad	Con discapacidad	Sin discapacidad	Con discapacidad
Hombres	71.2%	58.6%	53.7%	36.4%	64.9%	52.8%
Mujeres	31.5%	20.1%	28.4%	19.6%	29.9%	19.6%
18 – 49 años	58.8%	42.9%	54.7%	35.2%	57.6%	41.2%
50 – 59 años	62.9%	43.5%	57.0%	32.7%	60.9%	40.2%
60 años o mas	38.1%	15.1%	11.2%	3.9%	26.8%	10.4%

*Fuente: (OMS – Banco Mundial, 2011)*

### 2.2.3. Análisis de la inclusión laboral en México y el mundo.

Dentro de este trabajo de investigación se realizó un diagnóstico mediante un análisis de fuerzas de campos enfocado a las barreras y facilitadores de la problemática de la inclusión

laboral de acuerdo con información del informe mundial sobre la discapacidad (OMS – Banco Mundial, 2011); los resultados se muestran en la figura 2.6.

Figura 2.6. Diagrama de fuerzas (barreras y promotores) de la inclusión laboral



Fuente: elaboración propia

### 2.2.3.1. Barreras para la inclusión laboral

Las barreras son elementos que obstaculizan o limitan que las personas con discapacidad logren su inclusión laboral:

#### ❖ Falta de acceso:

##### ➤ La formación profesional:

- Educación formal: las personas con discapacidad desde niños son discriminados y privados de la educación, al no enviarlos a la escuela porque sus familias no los apoyan; o las escuelas no tiene los recursos como instalaciones adecuadas y personal docente capacitado para atenderlos.

- Capacitación para el trabajo: muchos empleadores no invierten en capacitación de su personal y menos en quienes tienen alguna discapacidad.
- Instrucción en nuevas tecnologías de información: muchos no tienen acceso y conocimiento del uso de nuevas tecnologías de información, debido a su costo y la falta de adaptaciones tecnológicas que imposibilita su accesibilidad.
- Diferencias en niveles de instrucción: por sus limitaciones y acceso a la educación las diferencias en nivel de estudios representa un rezago para su desarrollo.
- Problemas ambientales que dificultan el acceso físico al empleo:
  - Falta de servicios de transporte al trabajo: según las limitaciones de las personas con discapacidad requieren de servicios especiales de transporte, que son costosos y escasos.
  - Falta de infraestructura pública: La infraestructura como rampas, aceras, calles y paraderos de autobuses no están adaptados a las necesidades de movilidad de las personas con discapacidad.
- Recursos financieros y asesoramiento para su aprovechamiento:
  - Falta de financiamiento para negocios: las instituciones financieras no consideran a las personas con discapacidad como sujetos de crédito, por lo que no obtienen financiamiento para su autoempleo.
  - Falta de asesoramiento para emprendimiento: los negocios que emprenden fracasan prematuramente por su escaso conocimiento de negocios y finanzas.
- ❖ Conceptos erróneos acerca de la discapacidad:
  - Ideas erróneas de su habilidad:
    - Incapacidad para trabajar competitivamente: muchos empleadores creen que su discapacidad los limita, aunque la experiencia demuestra que son competitivos porque entienden el estigma hacia ellos y saben sobreponerse a este.
    - Falta de habilidad para puestos de responsabilidad: muchos empleadores limitan su crecimiento profesional y solo limitan a las personas con discapacidad a empleos de apoyo y sin desarrollo.
    - Baja productividad: muchos empresarios consideran que la productividad del negocio se verá afectada por su trabajo al ser menos productivos que sus compañeros.
  - Prejuicio e ignorancia:
    - Aumento en el costo de seguridad social: este costo varía según el uso de los recursos de protección médica, y al tener una salud más delicada requieren más visitas al médico.

- Ausentismo: es una idea que por tener una salud delicada tendrán mayor ausentismo al trabajo, pero no existe evidencia que lo demuestre sino al contrario hay experiencias favorables.
- Alto costo de adaptaciones técnicas: los empleadores consideran que el costo de las adaptaciones son demasiado alto con respecto al beneficio esperado.
- Rechazo por bajas expectativas:
  - Rechazo de empleadores: estos evitan complicaciones en sus operaciones y en la práctica no están dispuestos a arriesgar sus operaciones al introducir a trabajadores con discapacidad.
  - Sobreprotección de familias: las familias desean protegerlos de algún daño y vergüenza, por tal motivo, los ocultan y no les ayudan a ser independientes y autosuficientes.
  - Aislamiento a redes de apoyo: por el rechazo de la sociedad, se genera un profundo aislamiento de este grupo de quienes podrían apoyarlos a encontrar un empleo.
- ❖ Discriminación:
  - Las diferencias físicas: el humano es prejuicioso y afectado por los estereotipos físicos, y las personas evitan contacto y relación con personas diferentes en el trabajo.
  - Falta de sensibilidad humana: en los negocios su interés principal es lucrar y los trabajadores competir de forma implacable y no ser solidarios.
- ❖ Protección excesiva en la legislación laboral:
  - Actitud sobreprotectora del gobierno: las acciones de protección son bienintencionadas, pero muchas empresas llegan a considerarlas excesivas, y sobre todo si llegan a existir casos de abuso por parte de los trabajadores con discapacidad.
  - Inhibe la apertura de más puestos de trabajo: las acciones de protección han beneficiado principalmente a los trabajadores actualmente empleados, pero dificulta la entrada de nuevos trabajadores de este grupo, porque los empleadores los consideran una carga.
  - Genera conflicto con la administración: si la empresa no realiza la sensibilización de su personal previamente, y los trabajadores sin discapacidad demanden más beneficios a la administración para compensar las diferencias de “privilegios” entre trabajadores.
  - Genera un ambiente hostil laboral entre trabajadores: si la empresa no realiza una sensibilización a su personal, y los trabajadores sin discapacidad dificultan su inclusión mediante coaccionarlos abierta o sutilmente por los “privilegios” que reciben.

### 2.2.3.2. Facilitadores para la inclusión laboral

Los facilitadores son elementos que apoyan o promueven que las personas con discapacidad logren su inclusión laboral:

#### ❖ Leyes y reglamentos:

- **Leyes contra la discriminación:** todos los países que firmaron la CDPD tienen una ley relacionada contra la discriminación de este grupo (México tiene la LFPED), donde exige una serie de acciones para eliminar obstáculos para la inclusión. Estas leyes han servido para disuadir a los empleadores de despedir a trabajadores por su limitación.
- **Acción afirmativa – planes y programas de acción a nivel país:** muchos países promulgan leyes de apoyo en diferentes aspectos de su vida, incluida la inclusión laboral (México tiene la LGIPD); estas leyes requieren de programas que articulen operativamente y apoyen los diferentes aspectos como el empleo (México tiene el PNDIPC 2014–2018 y PNTEPD 2014–2018).
- **Instituciones gubernamentales de apoyo y protección:** son organizaciones establecidos por la ley que su función principal es velar por los intereses de las personas con discapacidad, incluidos los aspectos de la inclusión laboral con apoyo de las autoridades en materia de trabajo (México tiene la CONADIS y la CONAPRED como organismo de apoyo y la STPS, responsable de la aplicación del programa de trabajo y empleo).

#### ❖ Intervenciones específicas:

- **Cuotas de trabajo:** este esquema requiere obligatoriamente un porcentaje de puestos para este grupo en el sector público y privado (México no tiene un sistema de cuotas, aunque muchos países de Europa y Asia si los tienen); los gobiernos que lo aplican, proporcionan estímulos a empresas que las cumplen pero aplican multas a quienes no, y los recursos de estas son aplicados a servicios de apoyo y rehabilitación para este grupo.
- **Incentivos para los empleadores:** los gobiernos ofrecen apoyos tributarios, asesoramientos técnicos y financiamiento para los ajustes en el lugar de trabajo, y privilegios especiales como la adjudicación directa o prioridad como proveedor en compras de gobierno, entre otras (México tiene varios de estos incentivos para empresas incluyentes).
- **Empleo protegido:** son un esquema de trabajo segregado de una empresa comercial o fundaciones que proporcionan capacitación y empleo en alguna actividad y remuneran con pagos inferiores al salario mínimo a las personas con discapacidad (México tiene un centro en Iztapalapa, D.F., aunque no funciona operativamente como en Europa).



- Empleo con apoyo o subvencionado: es un esquema de empleo que busca su integración en el mercado competitivo, ofrece orientación, formación especializada, incentivos económicos por parte del gobierno, transporte y ayudas técnicas (México tiene instituciones como el CECART-IMSS que apoya en algunos temas pero no realiza ayudas técnicas).
  - Empresas sociales: son un tipo de empresa que trabaja en el mercado abierto pero con la finalidad de emplear personas en situación de vulnerabilidad y apoya a este grupo entre otras causas sociales (México tiene pocas empresas sociales y no hay registro formal ante el INAES de empresas que apoye a personas con discapacidad).
  - Agencias de empleo: son servicios a distancia o físicos que apoyan, asesoran y vinculan para la colocación, sin discriminación y exclusión, que son promovidos por el gobierno o la iniciativa privada; la tendencia es que la colocación se realice según las preferencias laborales y personas con discapacidad dirijan estos servicios (México tiene bolsas de trabajo en línea y físicas del gobierno y ONG's, como el SNE).
  - Gestión de la discapacidad: este servicio apoya la reintegración al trabajo después de una discapacidad, e incluye servicios como el tratamiento de rehabilitación, la educación de los supervisores, los ajustes en el lugar de trabajo y su reintegración con los medios de apoyo apropiados (México tiene áreas en instituciones médicas que realizan esta función).
- ❖ Rehabilitación y formación profesional:
- Programas convencionales de capacitación: este servicio permite desarrollar y establecer la capacidad de las personas con discapacidad para participar en el mercado de trabajo abierto, e incluye preparación para el empleo, orientación y colocación. Su desventaja radica en que a los gobiernos no les interesa e invierten pocos recursos, y las instituciones y asociaciones proporcionan capacitación en limitados oficios y que no responden a las necesidades actuales del mercado laboral (México tiene varios centros de este tipo, públicos y privados).
  - Nuevas modalidades de capacitación (México no tiene formalmente ningún programa de los siguientes):
    - Rehabilitación profesional de base comunitaria: es un programa para zonas rurales donde artesanos enseñan habilidades necesarias para trabajar en un oficio particular.
    - Capacitación entre homólogos: es un programa donde empresarios proporcionan capacitación en su hogar sobre habilidades técnicas necesarias y de negocios para que las personas con discapacidad puedan emprender un negocio exitoso.

- **Intervenciones tempranas:** es un programa que apoya a las personas con discapacidad desde la etapa hospitalaria, y proporciona capacitación en habilidades tecnológicas, principalmente en informática para facilitar su reintegración.
  - **Orientación:** es un programa para estudiantes profesionales con discapacidad para pasantías con beca en instituciones donde realicen actividades relacionadas a su formación, y que logren sensibilizarse en su carrera y generen contactos de empleo.
  - **Capacitación continua:** es un programa donde los centros de capacitación dan seguimiento a sus egresados para determinar su estado actual en el ambiente laboral y apoyar sus necesidades de actualización.
- ❖ **Autoempleo y microfinanciamiento:**
- **Microfinanciamiento:** la actividad implica el otorgamiento de crédito financiero vía instituciones de gobierno o privadas tipo solidario, de bajos intereses sin garantía o de fondos gubernamentales no recuperables con políticas de operación orientadas a sus necesidades emprendedoras (México tiene programas de este tipo en varios sectores).
  - **Desarrollo de habilidades empresariales:** esta actividad apoya para evaluar si las personas con discapacidad tienen el perfil para lograr proyectos de negocio exitosos e instruirlos en aspectos personales y negocio (México no tiene programas formales de este tipo).
- ❖ **Protección social:**
- **Prestaciones de asistencia social:** es un tipo de apoyo para desempleados, que proporcione a las personas con discapacidad subvenciones diversas según su edad, condición de salud y la condición de pobreza, entre otras; los apoyos pueden incluir seguros de empleo, transporte gratuito, despensas alimenticias, y otras más (México tiene varios programas sociales de este tipo).
  - **Prestaciones por discapacidad por tiempo limitado:** es un apoyo temporal que busca ayudar en su reintegración al trabajo previa evaluación médica; y el apoyo siempre es inferior al salario con la intención de promover el retorno al trabajo, aunque existe la posibilidad del apoyo permanente pero solo cuando el retorno al trabajo se imposibilite (México tiene contemplado este tipo de prestaciones).
  - **Pensión habilitante por discapacidad a largo plazo:** es un apoyo temporal o permanente que requiere algún tipo de trabajo por la persona con una discapacidad limitante para el empleo o un familiar directo. El tipo de trabajo varía según la discapacidad e incluye trabajo comunitario y su objetivo es estimular la búsqueda de empleo y recibir una

retribución por el trabajo efectuado (Gran Bretaña tiene un programa de este tipo, México no).

❖ Fomento de un cambio de actitud:

- Campañas de sensibilización: es una actividad a nivel país donde se enfatiza en la necesidad de tolerancia e inclusión por medios de comunicación masiva. A nivel empresa se realiza cuando se inicia un programa de inclusión para facilitar la inclusión y no generar un ambiente hostil (México tiene empresas ejemplares en el tema).
- Asociaciones gremiales y empresariales incluyentes: son asociaciones que promueven la inclusión en sus propias empresas en busca de la mayor cantidad de puesto (México no tiene asociaciones de este tipo).
- Premios para empresas incluyentes: son premios que promueve el gobierno que distinguen a empresas que tengan un programa de inclusión laboral exitoso implantado (México desde 2005 tiene el distintivo Empresa Incluyente "Gilberto Rincón Gallardo" que ha premiado 1083 empresas; CONADIS, 2014).

En la presente investigación se expone el desarrollo de una intervención específica del tipo empleo con apoyo mediante ayudas técnicas.

#### 2.2.4. Estrategias de empleo

Las personas con discapacidad que desean laborar tienen diferentes alternativas de empleo, que van desde el trabajo competitivo hasta las empresas sociales, además del empleo protegido y trabajo con apoyo. La elección del tipo de empleo depende de factores como el nivel de discapacidad, las condiciones económicas, sociales y mercado laboral, los sistemas de prestaciones sociales, la disponibilidad de personal formado, la influencia de partes interesadas, la tradición y cultura.

Las estrategias más comunes para empleo directo para las personas con discapacidad son:

- ❖ Mercado de trabajo abierto/competitivo, incluido el autoempleo
- ❖ Empleo protegido
- ❖ Empresas sociales
- ❖ Empleo con apoyo o subvencionado.

A continuación se explica a mayor detalle cada una de las estrategias anteriores.

#### 2.2.4.1. Mercado de trabajo abierto/competitivo, incluido el autoempleo

La falta de datos adecuados y comparables en muchos países dificulta el análisis de la problemática en este sector laboral, pero la prevalencia de las tasas de empleo de las personas con discapacidad es inferior que los individuos sin discapacidad (tabla 2.3). La problemática es compleja porque los *stakeholders* (figura 2.5) influyen de formas favorables y desfavorables para su inclusión laboral.

El tipo de empleo en el mercado competitivo puede clasificarse por la duración de la jornada de trabajo como a tiempo completo o parcial, o según la dependencia económica puede ser como empleado o autoempleado. Muchos empleadores prefieren ofrecer puestos de trabajo donde el impacto económico sea menor para la empresa como puestos de apoyo y fácilmente prescindibles, y para discapacidades que requieran pocas o ninguna adaptación en las instalaciones de trabajo. En el caso del autoempleo, la mayoría de los empleos donde el discapacitado puede autoemplearse corresponden a trabajos sencillos y con ingresos bajos, y la naturaleza del trabajo depende del nivel de preparación.

#### 2.2.4.2. Empleo protegido

Este esquema de trabajo es diferente en cada país, y entre sus características destacan: que es un esquema segregado destinado a emplear a personas de este grupo con pocas posibilidades de incorporarse en un empleo competitivo, que pueden ser administrados y financiados por el gobierno, empresas privadas, instituciones sin fines de lucro o su combinación, que la remuneración no es equivalente a un salario sino a una compensación, que la formalidad no siempre se refleja en un contrato con prestaciones de ley, y que algunos incluyen servicios de centros ocupacionales o centros de día. El objetivo del empleo protegido es eliminar su relación con la caridad y convertirlos en centros integrales donde las personas con discapacidad desempeñan un trabajo productivo y se preparan estrategias para incorporarlos en un empleo abierto.

En muchos países los centros de empleo protegidos iniciaron como talleres creados y promovidos por organizaciones de beneficencia, grupos religiosos y grupos de padres interesados, y la tasa de personas que logran pasar de este esquema al empleo formal oscila entre 1% y 5% debido a la negativa de las empresas formales a contratar discapacitados, la reticencia de los talleres a dejar ir a sus trabajadores clave, el bajo nivel tecnológico de las actividades de los talleres que reducen los potenciales niveles de cualificación de los empleados y la formación en competencias. Las críticas han sido sobre su bajo ingreso al

empleo formal, limitadas condiciones de trabajo, salarios bajos, falta de contratos de empleo, entre otras.

#### 2.2.4.3. Empresas sociales

Este esquema de trabajo surgió y proliferó en Europa ante las necesidades que las empresas lucrativas y de gobierno no cubren, y basado en los valores de las actividades económicas con objetivos sociales, desarrollo sostenible, igualdad de oportunidades e inclusión de las personas desfavorecidas. Estas empresas de la economía social se definen como entidades que no pertenecen al sector público, que son gestionadas y dirigidas democráticamente, y en donde todos sus miembros tienen los mismos derechos y se adhieren a un régimen especial de propiedad y distribución de beneficios donde cualquier excedente se reinvierte en el crecimiento de la entidad y en la mejora de los servicios que ofrecen a sus miembros y a la sociedad en su conjunto. Existe una gran variedad de empresas sociales, como por ejemplo las empresas de la comunidad, los fondos de desarrollo, las cooperativas de la comunidad, de vecinos, de trabajadores y sociales, las mutualidades de crédito y las sociedades de microcrédito y de garantía mutua.

Las críticas más importantes que reciben las empresas sociales son: el desconocimiento de las capacidades de sus trabajadores y su valor, la limitada información sobre su incidencia social, ambiental y financiera, el apoyo y asesoramiento especializado insuficiente del gobierno y de las empresas, la dificultad en acceder a financiamiento, y la inadecuada formación de sus administradores en gestión empresarial, financiera y de personal.

#### 2.2.4.4. Empleo con apoyo o subvencionado

El empleo subvencionado surgió en Estados Unidos como alternativa a los programas tradicionales de readaptación para personas con discapacidades graves. En su origen se definió como el trabajo remunerado en un marco laboral integrado con servicios de apoyo constantes para personas con discapacidad, aunque se pueden incluir a personas con discapacidades menos graves pero con los apoyos o ajustes necesarios para ejecutar las actividades que operadores sin discapacidad realizan con un salario mínimo como remuneración.

Existen varios esquemas de trabajo con apoyos como la colocación individual, los enclaves, los equipos móviles y las disposiciones en pequeñas empresas; el tipo de trabajo con apoyo varía en cada país, y según su esquema regulatorio, aunque el tipo de trabajo a realizar depende la discapacidad implicada. En algunos países este esquema estuvo enfocado a discapacidades como la mental y con el apoyo de un sistema de tutores temporales, y los

trabajadores laboran menos que la jornada regular. Las principales características son que laboran competitivamente y con apoyos para la realización del trabajo.

### 2.2.5. Estrategias generales para la adaptación de puesto de trabajo – empleado

El proyecto de investigación es una intervención entre empleo con apoyo y empleo abierto, porque la empresa planea aprovechar las subvenciones del gobierno para empresas incluyentes, y realizar adaptaciones a los puestos de trabajo, con un trato igualitario en obligaciones y responsabilidades. Las estrategias generales del manejo de la discapacidad en el trabajo que existen son dos para la adaptación de la combinación de puesto de trabajo y empleado, aunque no son excluyentes sino más bien complementarias:

- ❖ Adaptar el empleado al trabajo: mediante la selección del trabajador, su entrenamiento o distintos procedimientos de colocación.
- ❖ Adaptar el trabajo al empleado: mediante la selección del trabajo, el diseño o rediseño del puesto, y diversas ayudas o ajustes para hacer que la situación sea menos exigente.

#### 2.2.5.1. Adaptación del empleado al puesto de trabajo

En el primer enfoque puede ser aceptable siempre que no signifique ajustar la actividad del sujeto a estándares creados que pueden ser poco razonables o injustos. El planteamiento utiliza como argumento: “como el hombre tienen una gran capacidad de adaptación, resulta más fácil que se adapte él que cambiar el entorno”. Aunque la capacidad humana de adaptación a distintas situaciones es sorprendente, porque el humano puede desarrollar capacidades compensatorias para suplir sus limitaciones, esto no significa que este enfoque de adaptación sea el mejor. Lo importante es evitar que se ajuste la actividad del sujeto a situaciones no ergonómicas y potencialmente dañinas para el operador.

#### 2.2.5.2. Adaptación del puesto de trabajo al empleado

La segunda alternativa es la más ergonómica, porque reconoce que la causa de la discapacidad para realizar una tarea puede hallarse en el entorno de trabajo. Es importante disponer del entorno laboral que se adapte a las capacidades de los trabajadores y esto puede lograrse con medidas como: los cambios materiales (modificar la estación de trabajo, proporcionar ayudas técnicas, y suprimir barreras arquitectónicas), los cambios organizativos (compartir y

modificar el puesto de trabajo), y cambios de actitud (mayor tolerancia). Este es el enfoque del presente proyecto de investigación.

El puesto de trabajo específicamente diseñado o rediseñado es el mejor método para la auténtica inserción o reinserción laboral de una persona. Aunque es posible que el sujeto no desee ocupar el puesto adaptado y solicite cambiar de trabajo, entonces se evaluará si es posible lo anterior, y si requerirá entrenamiento o formación adicional para ocupar un nuevo puesto, es importante enfatizar que el planteamiento ergonómico implica adaptar el trabajo a las características e intereses de la persona.

El éxito de la inclusión laboral depende de muchos factores, que incluyen: analizar las características del sujeto y trabajo, integrar todos los datos para seleccionar las operaciones más adecuadas, identificar las áreas de desajuste entre los requisitos del trabajo y las capacidades del individuo y facilitar las decisiones a tomar, proponer medidas de adaptación y determinar su viabilidad, implementar las condiciones necesarias y realizar un seguimiento de la adecuación persona-puesto para comprobar que las soluciones propuestas no producen problemas nuevos o empeoran los existentes.

# Capítulo 3

---

## ADAPTACIÓN DE PUESTO DE TRABAJO – EMPLEADO CON DISCAPACIDAD

*“Las personas con discapacidad deberían poder hacer lo mismo que los otros pero a su manera”*

*Alan Brightman*

...



## Capítulo 3. Adaptación de puesto de trabajo – empleado con discapacidad

### 3.1. Trabajos previos

La adaptación de puestos de trabajo tiene su base en el concepto del diseño universal o para todos, donde el objetivo principal es generar productos o procesos no solo para el promedio de las personas sino para todos aquellos que podrían utilizarlos (Barnes, 2011). La adaptación de puestos de trabajo se puede realizar bajo diferentes enfoques y dependerá de la formación de quien lo realice, pero en la presente investigación se aborda desde la perspectiva de ayudas técnicas como los dispositivos *poka yoke* como medio para justificar la inclusión de personas con discapacidad.

Este método de abordar la problemática no es nuevo, existen trabajos previos relacionados al tema aunque para otras discapacidades, en diferentes entornos de trabajos, formas de evaluación del desempeño y con conclusiones semejantes en todos. Un resumen de los trabajos antecedentes se presenta a continuación:

Tabla 3.1. Trabajos previos de desarrollo de adaptaciones con dispositivos *poka yoke*

Autor	Erlandson, R.	Miralles, C.,	Stocco da Silva, L.	Treurnicht N.F.
Título	<i>Impact of a poka-yoke device on job performance of Individuals with cognitive impairments</i>	<i>Universal design of workplaces through the use of poka-yokes: case study and implications</i>	<i>A poka yoke design approach for the social inclusion of hearing impaired workers on an assembly line of a car manufacturing industry at Curitiba region</i>	<i>Using poka – yoke methods to improve employment potential of intellectually</i>
Año	1998	2011	2011	2011
Discapacidad	Intelectual	Motriz y mental	Auditiva	Intelectual
País aplicado	E.U.A.	España	Brasil	Sudáfrica
Sector aplicado	Centro de trabajo protegido	Centro de trabajo protegido	Industria automotriz	Industria de ensamble electrónica
Producto fabricado	Filtros de gasolina	Servicios diversos	Autos compactos	Arneses de computadora
Tipo de operaciones	Ensamble	Diversos (ensambles, etiquetado y empaque)	Operaciones de soldadura	Ensamble de arneses
Metodología empleada	Kaizen (mejora continua), no es clara	Diseño universal y <i>poka yoke</i> , no es clara	Propia, pero no la fundamenta	<i>Poka yoke</i>

Propuesta propia de metodología aplicada	No indicado	No indicado	Si, propone una secuencia de 13 pasos para el diseño de adaptaciones	No indicado
Forma de evaluación de la mejora	Contraste del desempeño inicial y después de la mejora	Contraste del desempeño inicial y después de la mejora	Matriz QFD o casa de la calidad	Curva de aprendizaje
Evaluación de indicadores de	Productividad y calidad	Eficiencia	No indicado	Productividad
Comparación con personas sin discapacidad	No	No	No	Si, indirectamente
Indicador de medición	Piezas / persona*hora y porcentaje de errores en producción	Porcentaje de correcto de acoplamiento entre puesto y sujeto	No indicado	Tiempo / pieza*operador
Estándar de comparación	Comparación de mejora del antes y después de la mejora	Comparación de mejora del antes y después de la mejora	No indicado	El de la industria en el tipo de operación abordada
Periodo de evaluación	26 días (inicial) y 27 días (mejora)	No indicado	No indicado claramente	Aprox. 40 piezas después de 100 piezas de entrenamiento
Numero de sujetos de control	169 personas	12 personas	No indicado	3 personas
Estado inicial	86.1 piezas / persona * hora y 51.6% de errores de la producción	38% de correcto acoplamiento entre puesto - sujeto	No indicado	Entre 60 a 100 s/pieza
Estado final	154.9 piezas/persona * hora y 1.1% de errores de la producción	76% de correcto acoplamiento entre puesto - sujeto	No indicado	Aprox. 42 s/pieza

Fuente: elaboración propia

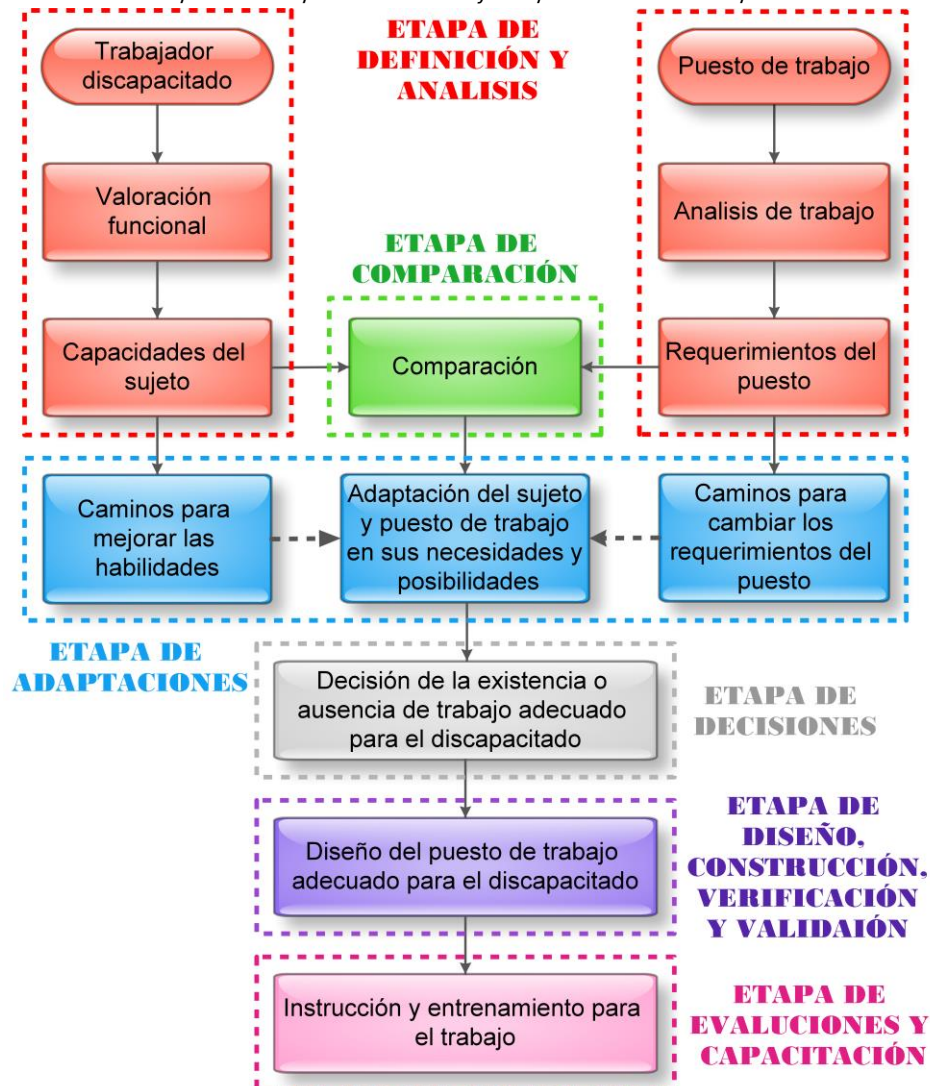
Los trabajos previos muestran que la mayoría son relativamente recientes (2011) a excepción de uno (1998), y que no se han publicado trabajos que aborden la discapacidad visual y solo se han investigado en otras discapacidades (cognitiva, motriz, mental e intelectual); respecto a su lugar de aplicación dos se realizaron en centros de trabajo protegido y dos en empleos abiertos, además tres trabajos se realizaron en operaciones de ensamble, y solo uno propone una metodología para el desarrollo de su mejora; además solo uno realiza una comparación indirecta con las personas sin discapacidad, y todos ocuparon diferentes herramientas para medir la efectividad de la mejora, adicionalmente tres de los trabajos

muestran resultados numéricos de la mejora y muestran los resultados del antes y después de la implantación de la mejora.

### 3.2. Metodología de adaptación de puestos de trabajo

La metodología general a emplear fue propuesta inicialmente por Wieland, K. y Lauring, W. en 1985 en Polonia y se han desarrollado métodos que son adecuaciones a un tipo específico de discapacidad o sector productivo específico, pero el fundamento básico del modelo está basado en la comparación de las capacidades del sujeto y los requisitos de un puesto de trabajo y su adecuada adaptación de estos, la figura 3.1 muestra la metodología de referencia empleada (Wieland y Schütte, 1985; Fernández Ríos, 1998; Tortuosa *et al.*, 1997).

Figura 3.1. Modelo de adaptación de puestos de trabajo a personas con discapacidad de Wieland y Lauring



Fuente: adaptación propia de Wieland y Schütte, 1985; Fernández Ríos, 1998; Tortuosa *et al.*, 1997

### 3.1.1. Descripción de la metodología de Wieland y Luring

La metodología de Wieland y Luring se explica brevemente, aunque existen discrepancias acerca de la determinación del paso inicial, pero se iniciará según la propuesta de Tortuosa *et al.* (1997), y la estructura de las etapas es una propuesta propia:

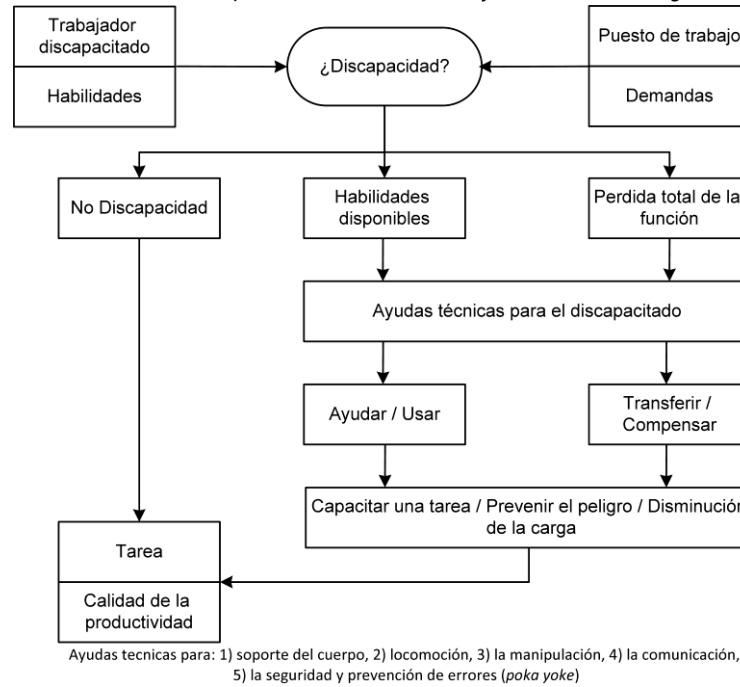
- Etapa de definición y análisis:
  - Análisis del trabajo: etapa que supone la existencia de un puesto de trabajo con sus actividades y tareas que lo componen, al que se realizará un análisis de las demandas físicas, psicológicas, sociales y otras que requieran el puesto, plasmándolo en una serie de documentos como puede ser un perfil de puesto o estudios de esfuerzos físicos, entre otros, todo dependerá de la naturaleza del trabajo. Además se analiza si las actividades son esenciales, divisibles, transferibles o si afecta o genera alguna nueva discapacidad o agrava una existente.
  - Análisis del sujeto: etapa que analiza al sujeto con alguna discapacidad, donde habrá que realizarle un estudio y pruebas de sus capacidades sobre todo las que el puesto demanden. Dependiendo de la naturaleza del trabajo, las pruebas pueden ser tan sencillas como un estudio médico general como hasta un estudio con equipos especiales para valorar sus capacidades. Además se determina cuál es el inventario de capacidades del trabajador pero sobretodo con énfasis en sus potencialidades y no en sus discapacidades.
- Etapa de comparación:
  - Comparación: etapa que consiste en el cotejo de las capacidades del sujeto contra los requisitos del trabajo, y en los casos que las capacidades estén muy por debajo de los requisitos del puesto habrá que descartar ese puesto para tal trabajador, y continuar hasta hallar el puesto adecuado. No siempre es posible que todos los puestos sean ajustados a la perfección a los trabajadores, o es posible que alguna actividad no lo cubra a la perfección el sujeto, en estos casos habrá que hacer adaptaciones.
- Etapa de adaptaciones y decisiones:
  - Adaptaciones: etapa que involucra dos posibles alternativas que no son mutuamente excluyentes, sino más bien pueden complementarse ambas. La primera es mejorar o incrementar las habilidades del sujeto mediante capacitación, y diseñar dispositivos de ayuda técnicas para potencializar las capacidades del trabajador. La otra alternativa es modificar los requisitos del puesto del trabajo simplificándolo, enriqueciéndolo, transfiriendo tareas e incluyendo ayudas que faciliten el trabajo

como *poka yokes*, entre otros más. En esta etapa se puede considerar recibir sugerencias de trabajadores involucrados para generar las mejores adaptaciones.

- Etapa de decisiones:
  - Decisiones: etapa que inicia después de la comparación y la posible adaptación, y donde el analista decidirá si existe o no un puesto adecuado para una persona con discapacidad; sobre todo donde no se pudo adaptar el trabajo al sujeto y hasta se haya hecho simulacros de trabajo y no sea posible su adecuación, en estos casos habrá que buscar una nueva actividad al sujeto. Pero en el caso de que el sujeto tenga quizá más de un puesto adecuado, habrá que considerar si se ajusta a uno solo y se considerará su opinión para tener un trabajador motivado por considerar sus preferencias.
- Etapa de diseño, construcción y validación:
  - Diseño y construcción: etapa que abarca desde determinar en forma general el tipo de ayuda que se requerirá, diseñarla y desarrollarla en las operaciones que sean necesarias según la complejidad de la actividad a intervenir.
  - Verificación y validación: etapa que considera la verificación y validación de la adaptación; en la primera se intenta verificar que lo construido se ajuste a la ayuda diseñada, y la segunda busca que la ayuda construida sea útil para la persona con discapacidad.
- Etapa de evaluación y capacitación:
  - Evaluación: etapa que abarca desde considerar si la ayuda será útil por periodos prolongados, que no genere otros tipos de problemas y evalúa si los desempeños alcanzados tienen un nivel satisfactorio.
  - Adiestramiento y capacitación: etapa que abarca la inducción a las actividades de las personas como parte de su trabajo diario, y en donde se proporciona el adiestramiento adecuado a sus capacidades.

Para la etapa de adaptaciones se considera el diseño y desarrollo de ayudas técnicas para los trabajadores con discapacidad, existen una propuesta muy general para la generación que se apoya en el trabajo de Peaslack (Fernández Ríos, 1998), quien realiza una categorización de ayudas técnicas (figura 3.2), aunque este ordenamiento no siempre se aplica a todo tipo de trabajo.

Figura 3.2. Lineamientos para el desarrollo de ayudas técnicas según Peaslack



Fuente: (Fernández Ríos, 1998)

### 3.1.2. Métodos de adaptación de puestos de trabajo

A partir de la metodología de Wieland y Lauring se han desarrollado métodos para adaptar puestos de trabajo para personas con discapacidad (Tortuosa *et al.*, 1997), como son los métodos de Ertomis, AMAS e IBV; las dos primeras se encuadran dentro del concepto de técnicas de ajuste sujeto-trabajo y la última lo combina con el análisis de riesgos ergonómicos.

#### 3.1.2.1. Método Ertomis

Es un método desarrollado por la Fundación Ertomis de Wuppertal en Alemania, publicado en 1993 por Jochheim y es una técnica de valoración para la reinserción profesional de adultos mayores. Este consiste de dos formularios, uno del perfil de requerimientos del puesto y otro del perfil de capacidades del sujeto con 65 criterios de evaluación muy generales con la intención de ser adaptados a cualquier tipo de puesto y discapacidad. Los criterios están organizados en 7 grupos (1. Movimiento corporales individuales, 2. Posturas básicas y movimientos complejos, 3. Funciones de los sentidos, 4. Criterios mentales, 5. Comunicación, 6. Condiciones ambientales, 7. Capacidad de dirección). Tienen una escala de valoración de tres grados: 0, 1-2, y 3, donde 0 es capacidad o requisito completo (normal), 1-2 es limitado y 3 es ausente, aunque se pueden asignar valores distintos para indicar si se aproxima hacia que límite de completo o limitado. Finalmente ambos formularios son cotejados

en la etapa de comparaciones para determinar las deficiencias, y finalizar en la planeación y análisis de las adaptaciones. Además existen manuales específicos para su aplicación (Tortuosa *et al.*, 1997).

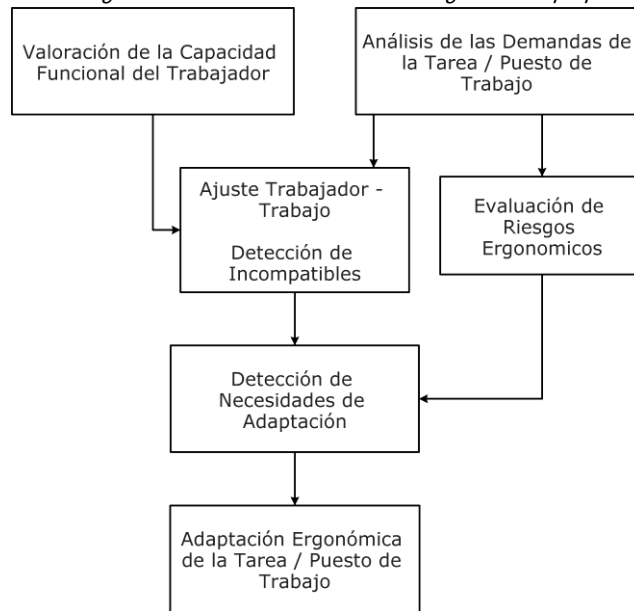
#### 3.1.2.2. Método AMAS (Activity Matching Ability System)

Es un método desarrollado por el *Institute for Consumer Ergonomics* en Inglaterra por encargo de la Comunidad Europea del Carbón y el Acero, publicado en 1990 por Watson, y fue desarrollado para crear un sistema de colocación de empleados con discapacidad que busca valorar y ajustar al trabajador y los trabajos de producción en la industria siderúrgica. Este consiste en un formulario de evaluación de las demandas del puesto con 100 elementos divididos en cuatro secciones (A. Aspectos sociales de trabajo y generalidades del puesto, B. El entorno físico y los factores de riesgo asociados al entorno ambiental del trabajo, C. Los equipos de uso y sus alrededores del puesto, D. Las demandas físicas, intelectuales y sensoriales del trabajo). En la evaluación de la capacidad del sujeto también se evalúan los mismos 100 elementos pero con un orden diferente y proveniente de diferentes fuentes, que abarca un cuestionario para el empleado, un informe médico y una discusión. Ambos elementos tienen una escala de 3 niveles: 1, 2, y 3; nivel 1 es capacidad o requerimiento normal, nivel 2 es capacidad limitada o requerimiento ocasional y nivel 3 es incapacidad o requerimiento importante. Al parearse los 100 elementos puede haber nueve combinaciones diferentes donde puede haber relaciones ideales, posibles e inadecuadas. En las ideales no existen problemas para la relación laboral, en las posibles habrá que hacer algunas adecuaciones y en las inadecuadas no hay posibilidad de que el trabajador realice el trabajo. Debido a que el orden de los elementos no sigue la misma secuencia se administra con colores en los niveles para facilitar su análisis (Tortuosa *et al.*, 1997).

#### 3.1.2.3. Método IBV

El método IBV fue desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia, España por encargo del IMSERSO en 1996. El objetivo principal fue establecer una metodología de análisis ergonómico y adaptación de puestos de trabajo para trabajadores con discapacidades físicas motoras. El esquema operativo de la metodología de análisis e intervención ergonómica del IBV (figura 3.3) es una adaptación en base en la evaluación de los desajustes observados entre la capacidad del sujeto y las demandas impuestas por la tarea, y toma la opinión subjetiva del trabajador respecto a las demandas y características del puesto, y realiza un análisis de los riesgos ergonómicos de la tarea y su influencia en la discapacidad del trabajador (Tortuosa *et al.*, 1997).

Figura 3.3. Metodología de análisis e intervención ergonómica propuesta por el IBV



Fuente: (Tortuosa et al, 1997)

Tanto la metodología original, propuesta por Wieland y Lauring (1986), como los métodos Ertomis, AMAS e IBV son descritos en la literatura consultada aunque en forma resumida; sin embargo, las descripciones detalladas correspondientes están disponibles solamente mediante compra. Por lo anterior, en este trabajo se adaptó la metodología mencionada al caso de aplicación específico, misma que será descrita a detalle en el siguiente capítulo.

### 3.3. Herramientas y técnicas empleadas durante las etapas de la metodología

#### 3.1.3. Durante la etapa de definición y análisis

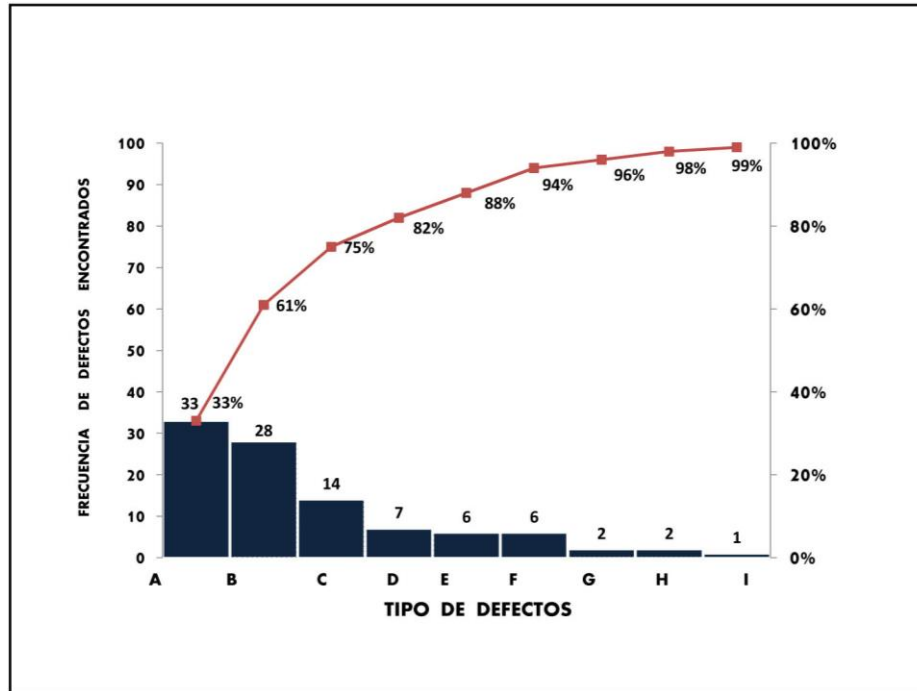
##### 3.1.3.1. Análisis Pareto

Es una herramienta muy popular y útil en la administración, propuesta por el economista italiano Vilfredo Pareto, quien propuso originalmente que existen pocos elementos que tiene un alto impacto en el efecto y contrariamente que hay muchos elementos tienen un efecto marginal en el fenómeno de interés; Pareto comprobó su teoría en su país donde determinó que unas pocas familias tenían la mayor cantidad de los recursos del país. Joseph Juran (1999) denominó el principio del análisis de Pareto como el principio “80-20” o “pocos vitales y muchos triviales”; y se ha aplicado a una enorme cantidad de ámbitos y de sistemas. El principal uso del diagrama es ayudar en el establecimiento del orden de



prioridades en la toma de decisiones dentro de una organización (figura 3.4). Para tener un procedimiento detallado acerca de su construcción se puede consultar a Allen (2006), Kume (1992) y Thompson (2002) y para conocer algunas aplicaciones distintas consultar a Montgomery (2009).

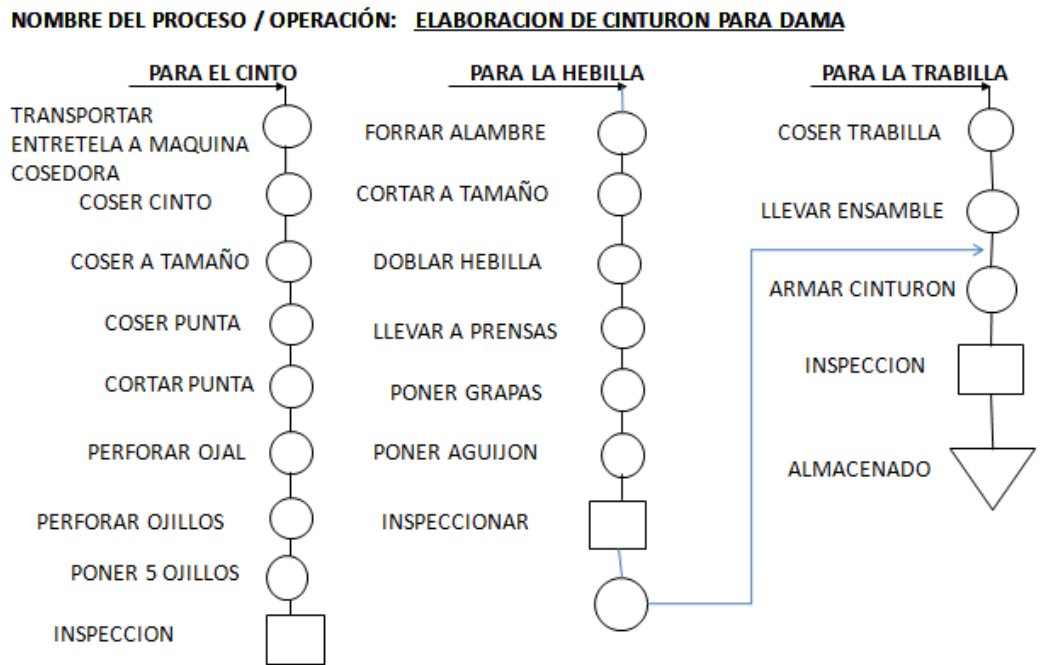
Figura 3.4. Ejemplo de diagrama Pareto



### 3.1.3.2. Diagrama de operaciones

Es un diagrama ampliamente utilizado en la industria y es una variante resumida del diagrama de flujo de proceso, con la característica específica que solo representa el proceso empleando los símbolos de operaciones e inspección, aunque García Criollo (1998) solo utiliza los símbolos de operación en su representación. El objetivo del diagrama es ser una herramienta que ayude en la visualización y análisis de las operaciones que agregan valor, con el objetivo final de determinar las operaciones que son innecesarias y redundantes para eliminarlas, modificar su secuencia o contenido para cambiarlas o reorganizarlas y las más lentas para hacerlas eficientes mediante simplificarlas (figura 3.5). La información contenida en el diagrama depende de la finalidad del diagrama, ya sea solo representar o analizar el proceso. Para mayor información de su descripción y construcción se puede consultar por ejemplo a Niebel y Freivalds (2005), Kanawaty (1996) y García Criollo (1998).

Figura 3.5. Ejemplo de diagrama de operaciones



### 3.1.3.3. Diagrama de ensamble

Es otra variante del diagrama de flujo de proceso, también llamado por Niebel y Freivalds (2005) como diagrama de explosión de ensamble, aunque este último es más una imagen isométrica del producto separado de sus componentes indicando visualmente la perspectiva de ensamble. El diagrama de ensamble solo tiene el objetivo de indicar cuál es la secuencia de armado del producto y es útil cuando el número de componentes es razonablemente grande. No es un diagrama con demasiada información, solo tiene la necesaria para indicar la secuencia de ensamble (figura 3.6). Para mayor información de su descripción y construcción se puede consultar a Niebel y Freivalds (2005), Kanawaty (1996) y García Criollo (1998).

### 3.1.3.4. Análisis bimanual

Es una técnica que emplea como herramienta al diagrama bimanual, también llamado “diagrama de mano izquierda y derecha”. El objetivo de esta técnica consiste en analizar qué actividades realizan ambas manos durante la ejecución de una tarea con la finalidad de detectar elementos improductivos para eliminarlos, minimizarlos o transferirlos a dispositivos. Es una técnica generalmente vinculada con los estudios de movimientos y se emplean con los criterios de análisis los therbligs, y los resultados se documentan del antes y después de la mejora en el diagrama bimanual. Este último es un diagrama que puede tener o no una escala de

tiempo, pero si debe indicar qué realizan la mano derecha e izquierda simultáneamente (figura 3.7). Para mayor información de su descripción y construcción consultar a Niebel y Freivalds (2005), Kanawaty (1996) y García Criollo (1998).

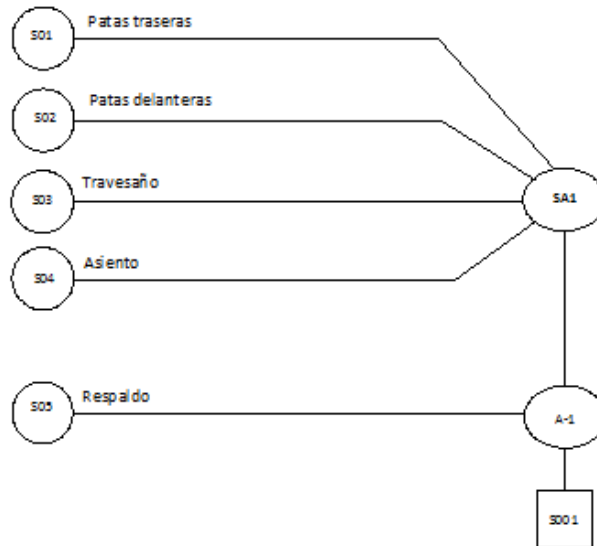
Figura 3.6. Ejemplo de diagrama bimanual

DESCRIPCIÓN MANO IZQUIERDA	SIMBOLOS		DESCRIPCIÓN MANO DERECHA
	M. I	M. D	
Va hacia el teclado	➔	➔	Va hacia el mouse
Espera	◐	●	Clic en el mouse
Escribe	●	●	Escribe
Espera	◐	➔	Va hacia el mouse
Espera	◐	●	Clic en el mouse
Espera	◐	➔	Va hacia el teclado
Escribe	●	●	Escribe
Espera	◐	➔	Va hacia el mouse
Espera	◐	●	Clic en el mouse

METODO	ACTUAL	
	M. I	M. D
➔	1	4
◐	6	0
●	2	5
TOTAL	9	9

Figura 3.7. Ejemplo de diagrama de ensamble



### 3.1.3.5. Estudio de movimientos – Therbligs

Es un tipo de estudio que se centra en el análisis de los movimientos que realiza el sujeto de interés, generalmente un trabajador, aunque es susceptible a aplicarse a cualquier tipo de actividad. Los esposos Gilbreth (Frank y Lilian) fueron quienes iniciaron la popularidad de esta técnica con sus aplicaciones y estudios en la industria de la construcción y fueron

quienes propusieron una clasificación de los movimientos básicos que realiza un sujeto que denominaron “therbligs” (su apellido al revés), que es una tipología de 17 movimientos, que Niebel-Freivalds y García Criollo proponen cada uno subclasificación adicional, aunque la utilizada en este trabajo fue la clasificación propuesta por Niebel y Freivalds (tabla 3.2). Para mayor información acerca de los estudios de movimientos, su forma de realización y los therbligs, consultar a Niebel y Freivalds (2005) y García Criollo (1998).

Tabla 3.2. Clasificación y descripción de los therbligs

Tipo	Therblig	Sím.	Descripción del Therblig
Therblig Efectivos	Alcanzar	AL	Movimiento con la mano vacía desde y hacia el objeto; el tiempo depende de la distancia.
	Mover	M	Movimiento con la mano llena; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento.
	Tomar	T	Cerrar los dedos alrededor de un objeto; inicia cuando los dedos hacen contacto con el objeto y termina cuando se logra el control; depende del tipo de tomar.
	Soltar	S	Dejar el control de un objeto; por lo común es el therblig más corto.
	Pre-posicionar	PP	Posicionar un objeto en un lugar predeterminado para su uso posterior.
	Usar	U	Manipular una herramienta al usarla para lo que fue hecha; se detecta con facilidad.
	Ensamblar	E	Unir dos partes que van juntas; precedido por posicionar o mover, y seguido por soltar
	Desensamblar	DE	Opuesto al ensamble, separación de partes que están juntas; en general precedido de posicionar o mover; seguido de soltar.
Therblig Inefectivos	Buscar	B	Ojos o manos que deben encontrar un objeto, inicia cuando ojos se mueven para localizarlo.
	Seleccionar	SE	Elegir un artículo entre varios; por lo común sigue a buscar.
	Posicionar	P	Orientar con objeto durante el trabajo; en general precedido de mover y seguido de soltar.
	Inspeccionar	I	Comparar un objeto con un estándar, puede ser con la vista o los otros sentidos.
	Planear	PL	Hacer una pausa para determinar la siguiente acción; se detecta como duda antes del movimiento.
	Retraso inevitable	RI	Fuera del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina un alcance más lejano
	Retraso evitable	RE	Solo el operario es responsable del tiempo ocioso, como al toser
	Descansar	D	Aparece en forma periódica, no en todos los ciclos, depende de la carga de trabajo físico.
	Sostener	SO	Una mano detiene un objeto mientras la otra realiza un trabajo provechoso.

Fuente: (Niebel & Freivalds, 2005)

### 3.1.3.6. Análisis y descripción de puestos

El análisis y descripción de puestos es una metodología ampliamente utilizada en áreas de gestión de personal que permite obtener información relativa al puesto de interés para su

descripción y tiene diversas utilidades para las partes involucradas, aunque en el presente proyecto se enfocó hacia el reclutamiento y selección de sujetos de control adecuados y la evaluación de resultados y desempeño de los sujetos de control. Esta metodología consta de dos fases que son: 1) el análisis de puestos, que consiste en la obtención de información enfocadas en el contenido, aspectos y condiciones que rodean al puesto, y 2) la descripción del puesto, que es el documento que recoge la información obtenida por medio del análisis, y documentación del contenido del puesto, sus responsabilidades y deberes del mismo. Existen diversas propuestas de análisis de puestos de trabajo entre las más conocidas se halla el método PDJA, perfil de puestos y método EPDA, son solo referencias y pueden realizarse adaptaciones según las características del puesto. Para mayor información acerca del análisis y descripción de puestos de trabajo para personas con discapacidad sobre cómo se realizan y los métodos más utilizados, consultar a Tortuosa (1997) y Fernández Ríos (1998).

#### 3.1.3.7. Protocolos para el trato, trabajo e instrucción de personas con discapacidad visual

Las técnicas o protocolos para el trato de personas con discapacidad visual son necesarios para trabajar adecuadamente con este grupo al no tener la vista se requiere emplear y seguir algunas medidas que aseguren el trato respetuoso, faciliten la comunicación, generen confianza y logren su disponibilidad en la actividad encomendada. Estos protocolos incluyen desde la forma de desplazarse acompañándolos en diversos espacios (calle, pasillo, y áreas de trabajo). Además para explicar las actividades a realizar se requiere del uso de un lenguaje correcto (indicaciones descriptivas) y el que debe evitarse, las formas de instrucción para evitar la invasión a su espacio personal para lograr un adiestramiento adecuado y efectivo. Para mayor información acerca de los protocolos de trato para personas con discapacidad visual, consultar a Flujas Leal (2006).

#### 3.1.3.8. Valoración de la capacidad de sujetos con discapacidad visual

La valoración de las capacidades es una técnica multidisciplinaria utilizada por áreas de rehabilitación, con finalidades diferentes, entre ellas se hallan: 1) clasificar y cuantificar la discapacidad, que es determinar la naturaleza y severidad de las limitaciones o pérdidas funcionales; 2) evaluar la autonomía del individuo, que es determinar la necesidad de ayudas técnicas; 3) planificar el tratamiento médico y rehabilitador y dar seguimiento a su evolución; 4) caracterizar las necesidades de una población con discapacidad; 5) determinar el potencial de integración de las personas con limitación al trabajo; 6) valorar las capacidades residuales después de un accidente y su retorno. Las técnicas para la valoración de sujetos con

discapacidad son diversas, y con diferentes enfoques, una de las más aceptadas es el sistema VALPAR<sup>24</sup>, pero un examen médico general es una opción, y otros corresponden a entrevistas y ensayos planeados para detectar las deficiencias más relevantes. Para mayor información acerca de la valoración de la capacidad de sujetos con discapacidad acerca de técnicas, conceptos y ejemplos, consultar a Tortuosa *et al.* (1997).

### 3.1.4. Durante la etapa de comparación

#### 3.1.4.1. Evaluación de puesto contra sujeto

Es una etapa de la metodología base donde se busca determinar el grado de acoplamiento de los requerimientos del puesto de trabajo con respecto a las capacidades del operador con discapacidad visual. En los tres métodos que se mencionan en la sección de *Métodos de adaptación de puestos de trabajo* (Ertomis, AMAS y IBV) se tienen propuestas para realizar la evaluación de requerimientos de puestos contra las capacidades de sujeto, algunas son más complejas y completas que otras, pero se pueden realizar adaptaciones a estas propuestas. Para mayor información acerca de la evaluación de requerimientos de capacidad de sujetos con discapacidad acerca de técnicas, conceptos y ejemplos, consultar a Tortuosa *et al.* (1997).

### 3.1.5. Durante la etapa de adaptaciones

#### 3.1.5.1. Principios de adaptación de puestos de trabajo

Los lineamientos generales para lograr la adaptación de puestos de trabajo son principios de ergonomía<sup>25</sup> que de seguirse aseguran un correcto acoplamiento, y son: 1) asegurar la igualdad de empleo sin discriminación, 2) diseñar adaptaciones razonables sin efectos no deseados, 3) comparar demandas y capacidades correctamente en busca de la mejor opción, que incluye cambiar de empleo, aumentar capacidades o modificar el puesto, 4) dar un enfoque positivo a la adaptación, 4) tener un enfoque al diseñar hacia individualización como clave de la adaptación, 5) involucrar al sujeto activamente en el diseño de la adaptación, 6) aprovechar el efecto de acercamiento de la adaptación para mejorar la actividad e introducir mejoras ergonómicas, 7) buscar al diseñar que las adaptaciones no sobreequipen los puestos y los vuelven imprácticos para sujetos sin discapacidad, 8) buscar siempre que el sujeto se mantenga en su supuesto con la adaptación antes que cambiarlos de trabajo,

---

<sup>24</sup> Sistema VALPAR: ver glosario

<sup>25</sup> Ergonomía: ver glosario

9) recordar que las adaptaciones no siempre deben ser técnicas sino pueden incluso ser mejoras humanas y organizacionales, 10) recordar que antes de realizar una adaptación es importante analizar detalladamente. Para mayor información acerca de los principios de adaptación de puestos de trabajo para sujetos con discapacidad, consultar a Tortuosa *et al.* (1997).

#### 3.1.5.2. Poka Yoke

*Poke Yoke* es una herramienta desarrollada en Japón por el ingeniero Shigeo Shingo durante su estadía laboral en *Toyota Motors Company*, donde por medio de la observación de las actividades detectó que muchos de los problemas de calidad se podían corregir al nivel de evitarlos, y que muchas de las soluciones eran sencillas y económicas. El objetivo de los *poka yoke* es que la calidad se verifique en la fuente generadora de los errores que generan un defecto, bajo la premisa de que si se bloquea el error se evitará que ocurra el defecto. El concepto por su sencillez ha sido ampliamente aceptado en muchos y diversos sectores, como hasta la medicina. Además se ha aplicado no solo con un enfoque de calidad sino también para facilitar la producción. Para mayor información acerca de los fundamentos de *poka yoke*, y abundantes ejemplos de aplicaciones, consultar a Shingo (1990) y Kogyo Shumbun (1991).

### 3.1.6. Durante la etapa de diseño, construcción, verificación y validación

#### 3.1.6.1. Diseño, desarrollo y construcción asistido por computadora

El diseño y desarrollo de un producto como una ayuda técnica tiene las mismas etapas que los productos para el consumidor final, aunque con algunas variantes. Las fases del proceso genérico para el desarrollo son las siguientes: 1) la planeación, donde se establecen los objetivos base para el diseño y desarrollo del producto; 2) el desarrollo del concepto, donde se bocetan las ideas de como el producto satisfará las necesidades de los usuarios, como se estructurará, y aspectos muy generales; 3) el diseño a nivel sistema, donde el producto se define con sus partes, dimensiones, y como se planea producir; 4) el diseño de detalle, donde se obtiene el diseño final a construir como los dibujos de computadora con elementos de materiales a emplear, dimensiones y tolerancias; 5) las pruebas y refinamiento, donde se efectúan pruebas para verificar que el producto fue construido como fue planeado y se válida para comprobar si cumple las necesidades del cliente; y 6) el inicio de producción, donde se libera el producto para su fabricación con la aceptación del cliente. Para mayor

información acerca de los fundamentos del diseño y desarrollo de productos, y las técnicas empleadas en cada etapa, consultar a Ulrich y Eppinger (2012).

### 3.1.7. Durante la etapa de evaluación y capacitación

#### 3.1.7.1. Planeación y desarrollo de experimentos

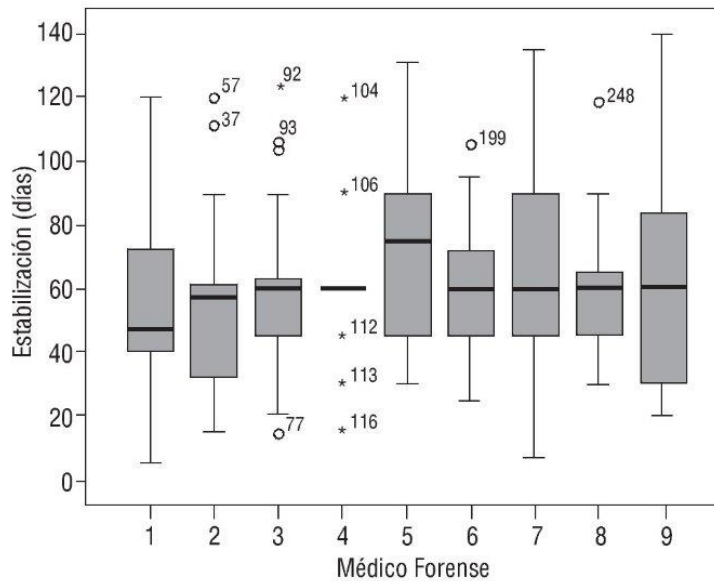
La planeación y desarrollo de experimentos es una técnica indispensable para asegurar que los resultados de alguna investigación sean válidos, en caso contrario: serán esfuerzos inútiles o desperdiciados. Esta inicia desde las preguntas de investigación, pasando por la definición del tipo de estudio a realizar (exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa), la formulación de las hipótesis correspondientes, la definición de las variables a evaluar y su medición operacional. El tipo de experimentos dependerá de los puntos anteriores, y del grado de control de los sujetos, manipulación intencional de las variables, si se busca una experimentación de comparación de grupos, correlacional o causal de experimentación. Para mayor información acerca de la planeación y diseño de experimentos según el tipo de investigación a realizar, consultar a Hernández Sampieri *et al.* (2010) y Srinagesh (2005).

#### 3.1.7.2. Diagrama de caja y bigotes

El diagrama de caja y bigotes es una representación gráfica de la distribución de los datos, porque muestra mucha información muy útil como la simetría y la dispersión. En la gráfica se representa por medio de una caja al segundo y tercer cuartil que serían los datos centrales o cercanos a la media y los bigotes son los valores que representa al primer y cuarto cuartil que son los valores extremos. Es un gráfico muy útil principalmente cuando se compara dos o más grupos, porque en un solo esquema se pueden comparan sus dispersiones y simetría a través de una cantidad importante de datos y sacar conclusiones iniciales de tales conjuntos de datos (figura 3.8). Para mayor información acerca de la teoría del diagrama de caja-bigotes y su construcción, consultar a Thompson y Koronack (2002) y John W. M. (1990).



Figura 3.8. Ejemplo de diagrama de caja-bigotes



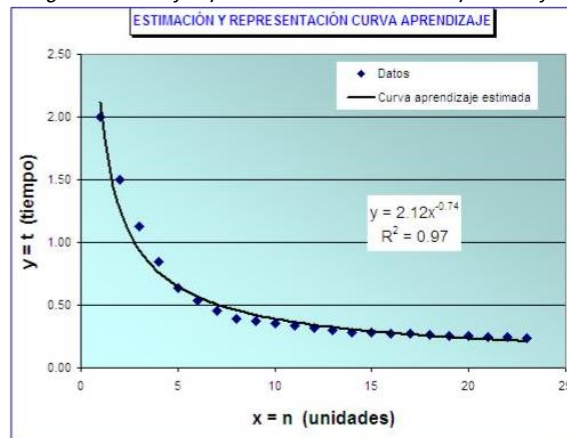
### 3.1.7.3. Curva de aprendizaje

Es una gráfica propuesta inicialmente por Hermann Ebbinghaus en 1885 en trabajos sobre psicología del olvido. La curva de aprendizaje aplica para un proceso compuesto de dos partes: 1) la introducción, donde la persona aprende la secuencia de las operaciones que tiene que hacer, y 2) la complementaria, cuando el individuo ya sabe la secuencia y por repetición mejora su capacidad para realizar la tarea. En el aprendizaje complementario es donde se aplica la curva de aprendizaje, ya que el aprendizaje preparatorio depende de factores muy variados como son: la calidad del material para su uso, las técnicas apropiadas para enseñar al personal, la capacidad de comprensión del individuo, entre otros. Una operación sencilla o complicada toma un tiempo antes de que el operario logre la coordinación física y mental que le permitan proceder de un elemento a otro sin duda o demora. El fundamento matemático argumenta que a medida de que se duplica el número de ciclos, el tiempo o el costo por ciclo disminuyen en un porcentaje constante (figura 3.9). Existen varios modelos matemáticos que representan la ecuación de aprendizaje, como el modelo de Wright, de Crawford (Jaber, 2011) y de Jone (Young II, 2005).

Esta técnica es adecuada para operaciones repetitivas, aunque existen diversos factores que influyen en la velocidad de aprendizaje. La complejidad de la tarea influye en el régimen de aprendizaje, además de la capacidad del trabajador. Las tres variables principales que intervienen en la complejidad desde el punto de vista de aprendizaje son la duración del ciclo, el grado de inseguridad en los movimientos y el nivel de capacitación anterior

(experiencia). Una vez que el trabajador tiene suficientes oportunidades de practicar para adquirir destreza, el grado de disminución es muy bajo. Para mayor información acerca de la teoría de la curva de aprendizaje, modelos y ejemplos, consultar a Krawjewski *et al.* (2008), Jaber (2011) y Young II (2005).

Figura 3.9. Ejemplo de una curva de aprendizaje



#### 3.1.7.4. Prueba de hipótesis de igualdad de medias y varianzas

Las pruebas para comparar dos poblaciones si son iguales o diferentes dependen del objetivo de la investigación. Existen dos pruebas estadísticas muy similares pero que evalúan dos aspectos diferentes, una es la prueba de igualdad de varianzas o homocedasticidad, y la otra es la prueba de igualdad de medias. Del tipo de datos disponibles depende, del tipo de prueba y las formulas a emplear, ya sea si se tienen datos poblacionales o muestrales o si desconocen las varianzas de la población o si los datos son muy pocos ( $n < 30$ ). Para mayor información acerca de las pruebas de igualdad de varianzas y medias, su fundamento estadístico y ejemplos, consultar a Anderson *et al.* (2008) Y Montgomery y Runger (2003).

# Capítulo 4

---

## METODOLOGÍA Y SU IMPLEMENTACIÓN

*“El camino para empezar es dejar de hablar y comenzar a hacer”*

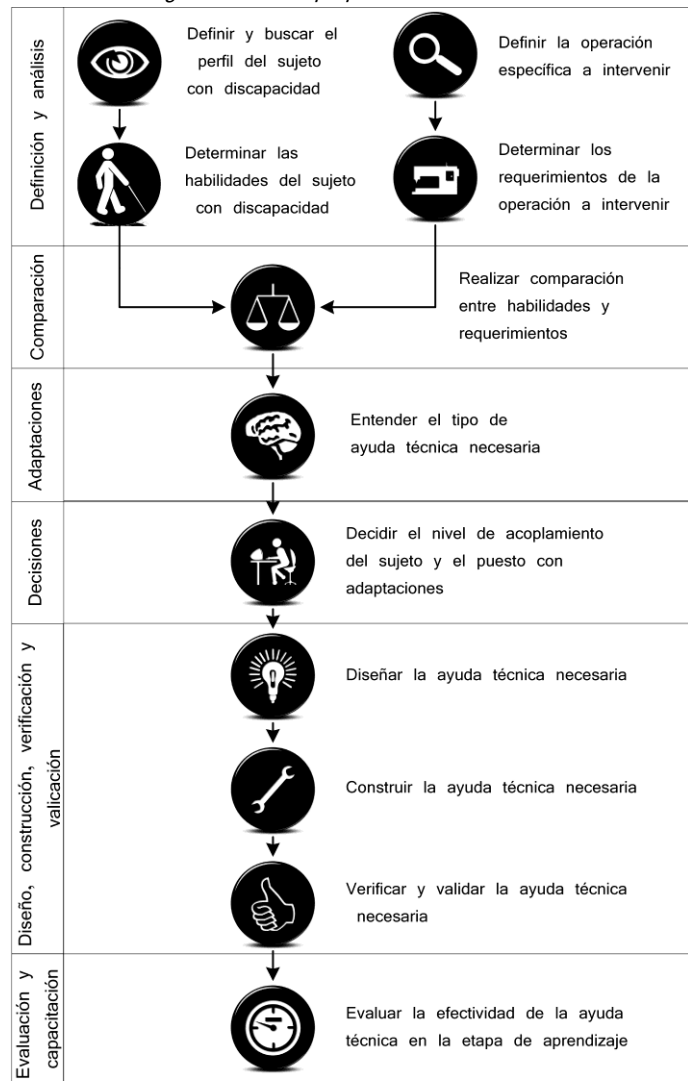
*Walt Disney*

# Capítulo 4. Metodología y su implementación

## 4.1. La propuesta de intervención

La propuesta de intervención es una metodología adaptada de la propuesta de Wieland y Lauring y adecuada a las características de la problemática a abordar (figura 4.1):

Figura 4.1. La propuesta de intervención



Fuente: elaboración propia

La metodología tiene una estructura de seis etapas con once pasos que siguen estructuralmente la metodología base, que son descritos en términos del ejecutante de la actividad e inicia con la definición de la operación específica a intervenir hasta la evaluación de la ayuda técnica (figura 4.1).

## 4.2. Desarrollo de la metodología

El desarrollo de la metodología muestra la implementación de las actividades que se ejecutaron durante el proceso de intervención, aunque hubo tareas realizadas simultáneamente pero para hacerlo más explícita y clara, el desarrollo de la metodología se describe secuencialmente e inicia por el análisis del puesto.

### 4.2.1. Definir la operación específica a intervenir

En esta etapa se determinó cuál sería la operación en específico que se abordaría, aunque la gerencia sabía sin un análisis formal solo por su experiencia que la más conveniente era la operación de ensamble, pero no había decidido en qué línea de producción y en cuáles modelos a intervenir. Para lograrlo se requirió de una serie de acercamientos (visitas y entrevistas a personal) al proceso para conocer cuáles son las líneas actuales que realizan la operación de ensamble y cuáles son sus características (tabla 4.1). La empresa posee seis de líneas de productos organizadas en dos familias, y con un número diferente de modelos en cada línea. Posterior a conocer las líneas se pudo concluir que son muy similares, exceptuando la línea de mecanismos giratorios y que la potencial solución podría ser útil para la mayoría de las líneas (5 de 6 líneas de productos).

Tabla 4.1. Características de las líneas de productos de la empresa fabricante de rodajas

Familia de productos		Línea Ligera			Línea Pesado		
Línea de productos		Esférica	Estándar	Súper Eco	Institucional	Industrial	Mec. Gir.
Sistema de fijación	Placa	X	X		X	X	X
	Espiga	X	X	X	X		
Tamaño	1¼"	X					
	1⅝"	X	X	X			
	2"	X	X	X		X	
	2½"		X	X		X	
	3"		X			X	X
	4"				X	X	X
	4¾"				X		
	5"				X		
6"					X		
Fijación de rueda	Remache	X	X	X			
	Tornillo		X		X		
Acabado	Cromado	X	X				
	Galvanizado		X	X	X	X	X
Rueda	Caucho	X	X	X	X	X	
	Otro		X		X	X	
Freno	Si		X		X	X	

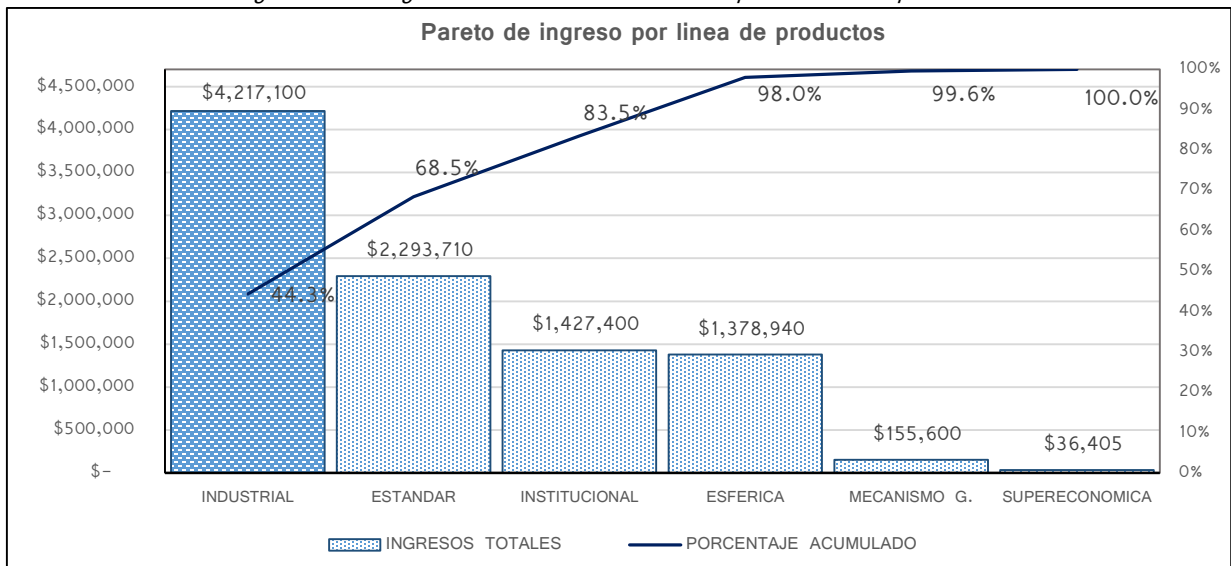
	No	X	X	X	X	X	
Rodamiento	Buje	X	X	X	X	X	
	Balero				X	X	
Horquilla	Gira	X	X	X	X	X	
	Fija					X	
Polvera						X	

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1.1. Selección de la familia y línea de productos

La gerencia estableció los criterios para la selección de la familia y línea de productos a intervenir, e indicó que fuera la de mayor aportación en ganancias con la información proporcionada se realizó un diagrama de Pareto de utilidades por línea de productos (figura 4.2) y la seleccionada fue la línea de industrial en la familia de tipo pesado que a pesar de no ser la que más vende en unidades, es la de mayor margen de utilidades.

Figura 4.2. Diagrama de Pareto de utilidades por familia de productos

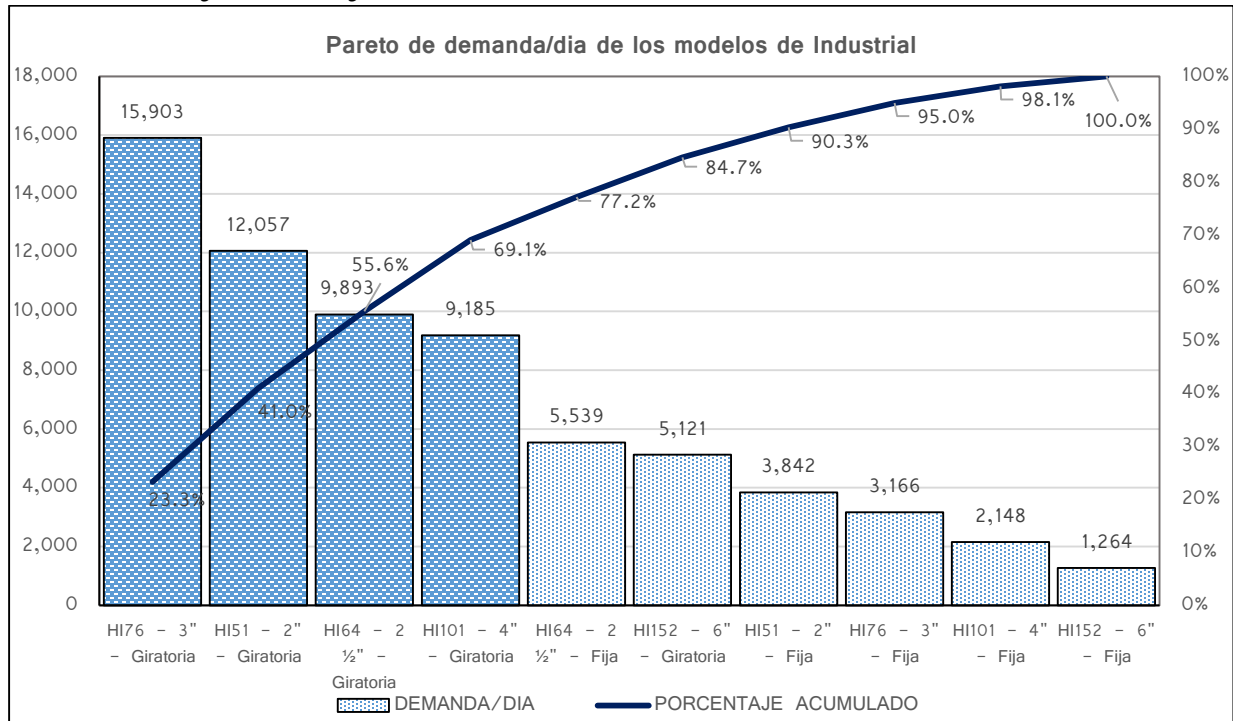


Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1.2. Selección de los modelos de la línea seleccionada

El criterio para seleccionar los modelos en la línea de industrial fue establecido por la gerencia y fue seleccionar los modelos de mayor número de unidades vendidas con la información proporcionada previamente se realizó un diagrama de Pareto de unidades vendidas de los modelos de la línea de industrial (figura 4.3), los modelos elegidos fueron los de horquilla giratoria de tamaño de 2", 2½", 3" y 4" sin freno de mariposa.

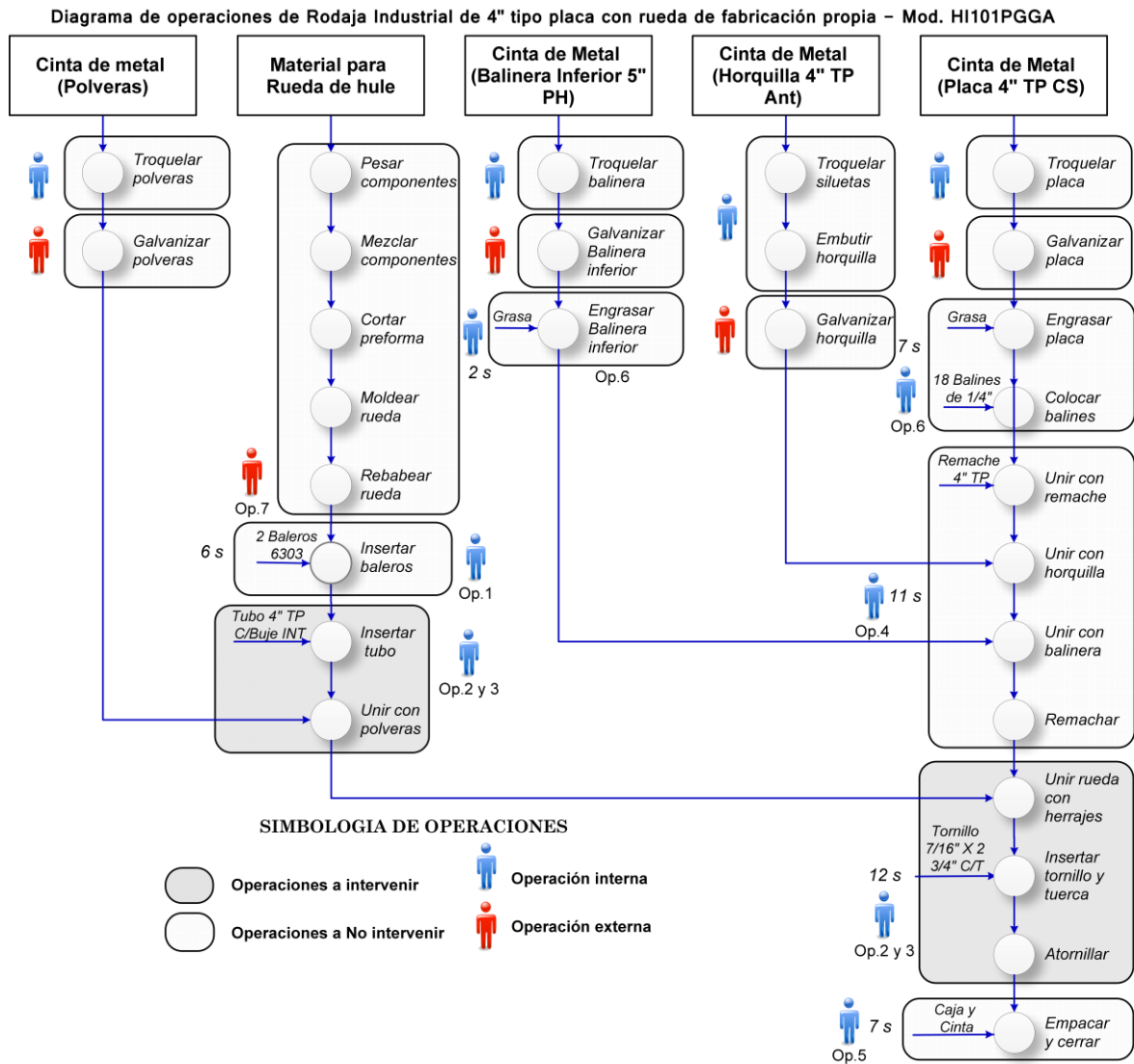
Figura 4.3. Diagrama de Pareto de unidades vendidas de la familia de industrial



#### 4.2.1.3. Determinación de las actividades de la operación de los modelos seleccionados

Debido a que la gerencia indicó que la operación con más posibilidades de incluir personas con discapacidad visual era la de ensamble, se procedió a realizar un análisis de las operaciones mediante un diagrama de ensamble de los modelos seleccionados; como ejemplo la figura 4.4 muestra un diagrama de ensamble del modelo HP101PGGA de 4" giratoria. Al realizar un análisis preliminar se corroboró que algunas operaciones no eran factibles de intervenir, al ser realizados por una empresa externa o filial (galvanizado o cromado, fabricación de rueda), otras por ser potencialmente riesgosas (troquelado, embutido, remachado de componentes, inserción de baleros, expandido de buje en rueda), o donde es indispensable la función visual (empacar o engrasar). En la figura 4.4 se muestra las operaciones a intervenir en el proyecto de investigación.

Figura 4.4. Diagrama de operaciones de rodaja industrial 4" Mod. HI101PGGA

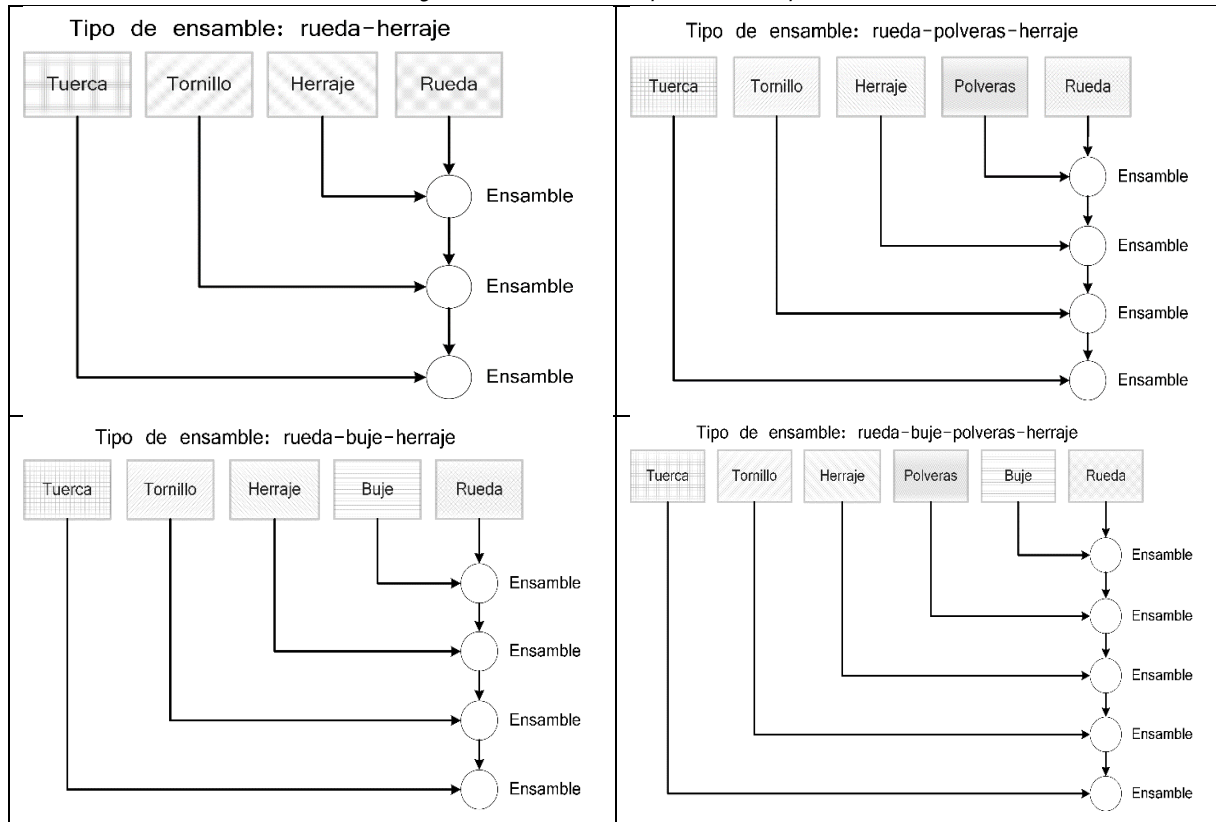


Fuente: elaboración propia

Posterior al análisis anterior, una evaluación de los modelos seleccionados (giratorio de 2", 2½", 3" y 4") fue realizado y logró determinarse que podrían agruparse por la secuencia de ensamble en 4 grupos (tabla 4.2) intitulados: 1) rueda-herraje, 2) rueda-buje-herraje, 3) rueda-polveras-herraje y 4) rueda-buje-polveras-herrajes. El nombre asignado de los grupos indica la secuencia de ensamble del producto, y los modelos involucrados durante el proyecto son mostrados en la tabla 4.3.



Tabla 4.2. Diagramas de ensamble para los 4 tipos de ensamble



Fuente: elaboración propia

Tabla 4.3. Tipos de ensamble de los modelos elegidos según el tamaño de productos

Tipo general	Modelos a intervenir	Tipo de ensamble
2" Giratorio	HI51PGBPOL	Rueda-Buje-Herraje
	HI51PGB	Rueda-Herraje
	HI51PGGA	Rueda-Herraje
	HI51PGPOL	Rueda-Herraje
	HI51GFOGA	Rueda-Herraje
2½" Giratorio	HI64PGB	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI64PGGA	Rueda-Buje-Herraje
	HI64PGGAT	Rueda-Buje-Herraje
	HI64PGBPOL	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI64PGBT	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI64GFOGA	Rueda-Buje-Herraje
	HI64PGBPOLT	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI64PGBFRPOLT	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI64PGBFRT	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
3" Giratorio	HI76PGGA	Rueda-Buje-Herraje
	HI76PGB	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI76PGGAT	Rueda-Buje-Herraje
	HI76PGBT	Rueda-Polveras-Herraje
	HI76PGBPOL	Rueda-Buje-Herraje

	HI76PGBPOLT	Rueda-Polveras-Herraje
	HI76GFOGA	Rueda-Buje-Herraje
	HI76PGBF	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI76PGBFRPOLT	Rueda-Polveras-Herraje
	HI76PGGATC/T	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
4" Giratorio	HI101PGGA	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI101PGGAT	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI101PGPOL	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI101PGBFRT	Rueda-Buje-Polveras-Herraje
	HI101GFOGA	Rueda-Buje-Herraje

Fuente: elaboración propia

Según el análisis anterior todos los tipos de ensamble se realizan en una misma estación de trabajo por el mismo operador y solo cambia la cantidad de componentes y la secuencia de ensamble. Por lo tanto, la solución debe cumplir con los requerimientos de cada tipo de ensamble para cada tamaño de producto, y se determinó que por el tamaño de producto habría cuatro ayudas técnicas a diseñar y construir.

#### 4.2.2. Determinar los requerimientos de la operación a intervenir

El puesto que realiza la operación seleccionada de ensamble se llama “Operador de ensamble final”, aunque habrá que citar que el operador con vista realiza todas las actividades incluidas las riesgosas o las que requieren la vista, las cuales se han restringido para los operadores ciegos. La función principal del puesto seleccionado es ejecutar el ensamble manual de los componentes que integran el producto y entregarlo listo para la operación de empaque.

Para determinar los requerimientos del puesto se debe analizar y describir las actividades del puesto, que implica descomponer las funciones en tareas, y estas a su vez en elementos. El trabajo puede describirse como una secuencia de pasos, eventos, actos y elementos que se repiten frecuentemente. La determinación de las tareas y los elementos que la componen se realizó mediante la información recabada en entrevistas informales, filmaciones y observación directa en visitas al área de trabajo del puesto. Por medio de lo anterior, se realizó un análisis bimanual con una clasificación de *therbligs* efectivos e inefectivos (ver sección 3.3.1.5. Estudio de movimientos – Therbligs) empleados para los cuatro tipos de ensamble detectados (tabla 4.4 como ejemplo del tipo ensamble rueda-herraje, ver anexo A para el análisis bimanual para los cuatro tipos de ensamble), mediante estos se detectaron los elementos para la tarea del ensamble final. Posterior al análisis de los *therbligs* se detectaron nueve elementos comunes en todos los tipos de ensamble que se resumen en la tabla 4.5.

Tabla 4.4. Análisis bimanual para el tipo de ensamble rueda-herraje

TIPO DE ENSAMBLE: RUEDA - HERRAJE			
Therbligs	Mano 1 - Izquierda	Mano 2 - Derecha	Therbligs
Inefectivo	SELECCIONAR rueda	SELECCIONAR herraje	Inefectivo
Efectivo	ALCANZAR rueda	ALCANZAR herraje	Efectivo
Efectivo	TOMAR rueda	TOMAR herraje	Efectivo
Efectivo	MOVER rueda	MOVER herraje	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda	SOLTAR herraje	Efectivo
Efectivo	PREPOSICIONAR rueda sobre herraje	SELECCIONAR tornillo	Inefectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda y herraje	ALCANZAR tornillo	Efectivo
Inefectivo	POSICIONAR los orificios de rueda y herraje	TOMAR tornillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda y herraje	Mover tornillo	Efectivo
		POSICIONAR tornillo en orificios de rueda y herraje	Inefectivo
Efectivo	TOMAR rueda-herraje-tornillo	ENSAMBLAR rueda y herraje con tornillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda-herraje-tornillo	SOLTAR ruda y herraje con tornillo	Efectivo
		SELECCIONAR tuerca	Inefectivo
		ALCANZAR tuerca	Efectivo
		TOMAR tuerca	Efectivo
		MOVER tuerca	Efectivo
		POSICIONAR tuerca en extremo de tornillo	Inefectivo
		ENSAMBLAR tuerca con tornillo	Efectivo

Fuente: elaboración propia

Tabla 4.5. Elementos comunes de la tarea principal del puesto de trabajo

Puesto de trabajo	Tareas	Elementos
Operador de ensamble final	Ensamble final de rodajas	Localizar componentes
		Alcanzar componentes
		Tomar componentes
		Mover componentes
		Soltar componentes
		Ensamblar componentes
		Pre posicionar componentes
		Posicionar componentes
		Sostener componentes

Fuente: elaboración propia

A los nueve elementos de la tarea se realiza un análisis de demandas o requerimientos del puesto de trabajo en base a sus requerimientos físicos, sensoriales, sociales y ambientales (tabla 4.6).

Tabla 4.6. Análisis de los requerimientos del puesto de trabajo

DEMANDAS O REQUERIMIENTOS DEL PUESTO		ELEMENTOS DE LA TAREA								
		Seleccionar componentes	Alcanzar componentes	Tomar componentes	Mover componentes	Soltar componentes	Ensambiar componentes	Pre y Posicionar componentes	Sostener componentes	
Físicos	Frecuencia	Aprox. 1440 veces por turno según tipo								
	Duración	8 horas								
	Acción corporal general	Sentado o de pie								
	Alcance manual máx. (vertical, horizontal, lateral)	Derecha	84 cm (suelo), ±80 cm (respaldo de silla), ±50 cm (plano medio cuerpo)							
		Izquierda	85 cm (suelo), ±80 cm (respaldo de silla), ±50 cm (plano medio cuerpo)							
	Fuerza global	Derecha	Insignificante							
		Izquierda	Insignificante							
	Acción de la mano	Ninguna	Ninguna	Manipulación simple de asimiento	Manipulación simple de traslado	Manipulación simple de apertura de dedos	Manipulación con fuerza ligera	Manipulación de precisión	Manipulación de fuerza ligera y precisión	
	Uso de herramientas o equipo	Ninguno								
	Sensoriales	Vista	Si, aunque no indispensable							
Oído		No								
Tacto		Si								
Olfato		No								
Equilibrio		No								
Sociales	Percepción	Mínima								
	Necesidad de desplazamiento	Ninguna								
	Socialización	Mínima, compañeros cercanos al puesto								
	Llenar formatos	Ninguna, no indispensable								
Ambiental	Calidad del aire	Ninguna								
	Ruido	Ninguna								
	Vibraciones	Ninguna								
	Iluminación	Ninguna, la mínima indispensable para localizar componentes								

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.3. Definir y buscar el perfil del sujeto con discapacidad

Según los antecedentes en el tema y las preguntas de investigación iniciales, se definió que se trabajaría con sujetos con discapacidad visual completa como única limitación sin mezcla de discapacidades. Con el perfil definido, la tarea de búsqueda de sujetos de control se realizó mediante contactos con representantes de asociaciones e instituciones de apoyo a este grupo vulnerable como el CECART-IMSS, quienes fueron el enlace para contactar a los sujetos de prueba y se logró la relación con cinco ciegos.

#### 4.2.4. Determinar las habilidades del sujeto con discapacidad

Las habilidades de los sujetos de control ciegos fueron determinadas mediante una entrevista personal con cada uno, y donde se comprobó que los sujetos solo tienen la ceguera como única discapacidad, además se determinó los padecimientos que originaron su discapacidad

(tabla 4.7). Adicionalmente se realizó una corrida reducida de prueba de ensamble mediante instrucciones descriptivas según los protocolos de trato a personas con discapacidad. Los resultados de la prueba fueron satisfactorios, porque se verificó que tienen las capacidades para realizar la actividad de ensamble con algunas dificultades sin apoyo. No se realizaron exámenes médicos formales.

Tabla 4.7. *Padecimientos causantes de la discapacidad visual de sujetos de control*

Sujetos de control	Padecimiento
José Juan Álvarez	Retinosis Pigmentaria <sup>26</sup>
Joel Vásquez	Glaucoma <sup>27</sup>
Víctor Mercado	Traumatismo cerebral
Fernando Quintanar	Retinosis Pigmentaria
Guillermo Chávez	Glaucoma

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.5. Realizar comparación entre habilidades y requerimientos

La comparación de las habilidades del sujeto y los requerimientos del puesto se realizó con una adaptación del método de Ertomis en la sección de comparación de perfiles que se ajustó a una escala de valoración en tres niveles de cumplimiento (ausente, limitado y completa), e indica comentarios del tipo de apoyo requerido para su correcta realización (tabla 4.8).

Tabla 4.8. *Comparación de capacidades de sujeto respecto a requerimientos del puesto*

Tareas del puesto	Elementos de la tarea del puesto	Nivel de cumplimiento del elemento			
		Capacidad del sujeto			Observaciones
		Ausente	Limitado	Completa	
Ensamble final de rodajas	Localizar componentes	X			Un contenedor estándar podría apoyar a mejorar la localización de componentes
	Alcanzar componentes			X	No requiere ningún apoyo después de localizar los componentes
	Tomar componentes			X	No requiere ningún apoyo después de alcanzar los componentes
	Mover componentes			X	No requiere ningún apoyo después de tomar los componentes
	Soltar componentes			X	No requiere ningún apoyo después de mover los componentes

<sup>26</sup> Retinosis pigmentaria: ver glosario

<sup>27</sup> Glaucoma: ver glosario

Ensamblar componentes		X		Requiere apoyo para insertar tornillos, juntar y alinear polveras, y el requerimiento aumenta conforme el número de componentes incrementa
Preposicionar componentes		X		Requiere poco apoyo aunque, porque es un elemento poco frecuente y no requiere ser preciso (therblig efectivo)
Posicionar componentes		X		Requiere importante apoyo conforme aumenta el número de componentes, requiere más precisión que preposicionar
Sostener componentes		X		Requiere importante apoyo conforme aumenta el número de componentes, sobretodo cuando se ensambla polveras y buje-polveras.

*Fuente: elaboración propia*

#### 4.2.6. Entender el tipo de ayuda técnica necesaria

Según la comparación de las deficiencias entre las habilidades del sujeto y los requerimientos del puesto en los elementos de la tarea se determinó que todos los *therbligs* inefectivos (posicionar, sostener y localizar) se buscó eliminar o reducir y los *therbligs* efectivos (alcanzar, tomar, mover, soltar, preposicionar, ensamblar) se intentó eficientar o reducir; ambos aspectos se lograron mediante un dispositivo o ayuda técnica que apoye a sostener y posicionar a los componentes o al menos al componente más grande en dimensiones (herraje). Por lo tanto, la ayuda técnica debe buscar cambiar los requerimientos del puesto para mejorar el proceso de ensamble.

#### 4.2.7. Decidir el nivel de acoplamiento del sujeto y el puesto con adaptaciones

La decisión del nivel de acoplamiento del sujeto y el puesto con la ayuda técnica adecuada se realizó con una adecuación del método de Ertomis, donde se comparan las capacidades esperadas del sujeto con discapacidad visual antes y después de la incorporación de la ayuda técnica, relacionándolo con los elementos de la tarea del puesto de trabajo. Los resultados logrados del nivel de acoplamiento se obtuvieron mediante pruebas de ensamble con los prototipos de la ayuda técnica al simular la discapacidad visual. Los resultados indican que los elementos que el sujeto satisface completamente sin ayuda técnica son 4 de 9 (44%) y con la incorporación del dispositivo de apoyo se espera lograr que 8 de 9 (88%) elementos se cubran totalmente (tabla 4.9).

Tabla 4.9. Nivel de acoplamiento del sujeto con discapacidad con y sin la ayuda técnica

Tareas del puesto	Elementos de la tarea del puesto de trabajo	Nivel de cumplimiento del elemento			
		Capacidad del sujeto			Acciones para mejorar
		Ausente	Limitado	Completa	
Ensamble final de rodajas	Localizar componentes	X	O		Diseño y construcción de contenedor estándar para apoyar la localización de componentes, aunque no mejorará al 100%
	Alcanzar componentes			X O	Ninguna acción recomendada
	Tomar componentes			X O	Ninguna acción recomendada
	Mover componentes			X O	Ninguna acción recomendada
	Soltar componentes			X O	Ninguna acción recomendada
	Ensamblar componentes		X	O	Diseñar dispositivo <i>poka yoke</i> de ensamble que apoye el ensamble para cada tamaño de herraje
	Preposicionar componentes		X	O	Diseñar dispositivo <i>poka yoke</i> de ensamble que convierta todos los elementos posicionar en preposicionar para cada tamaño de herraje
	Posicionar componentes		X	O	Diseñar dispositivo <i>poka yoke</i> de ensamble que elimine el elemento de posicionar para cada tamaño de herraje
	Sostener componentes		X	O	Diseñar dispositivo <i>poka yoke</i> de ensamble que elimine la sujeción manual para cada tamaño de herraje

X Capacidades del sujeto sin ayuda técnica

O Capacidades esperadas del sujeto con ayuda técnica

Fuente: elaboración propia

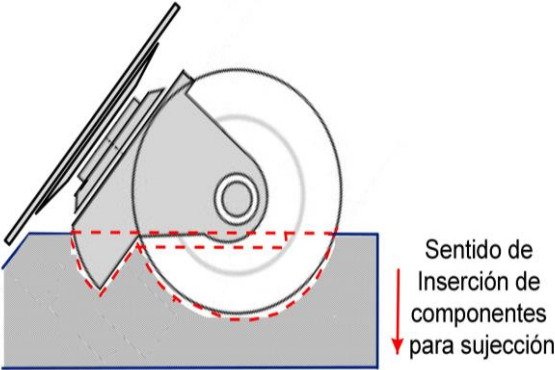





#### 4.2.8. Diseñar la ayuda técnica

El diseño de la ayuda técnica fue un proceso cíclico o espiral con retroalimentación de la gerencia, que evaluó la propuesta en términos de facilidad de manufactura con los limitados recursos propios. Todas las actividades de diseño inicial se realizaron para el tamaño de rodaja de 2" que sería útil para los dos tipos de ensamble (rueda-herraje y rueda-buje-herraje) que aplican, posteriormente se adecuó el diseño a los otros modelos de ensamble. Se buscó que el diseño de la ayuda técnica cubriera todos los tipos de ensamble que aplican para los tamaños de rodajas 2½", 3" y 4", según la tabla 4.10.

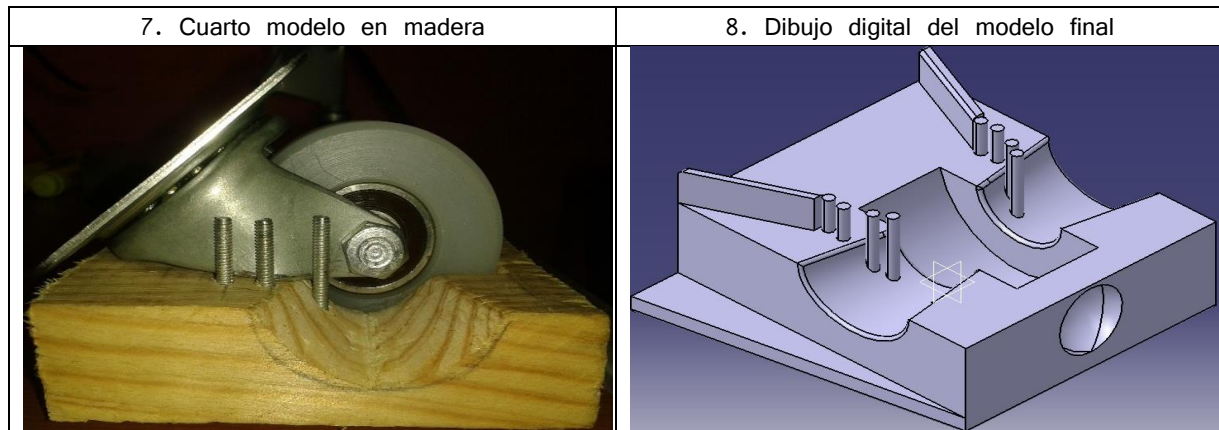
El proceso de diseño del dispositivo de apoyo inició desde un boceto de la idea inicial, posteriormente se realizó un modelo en poliestireno expandido para evaluar la viabilidad del concepto, luego uno en plastilina para obtener las medidas externas y el perfil interno del dispositivo con sus primeras aproximaciones de las cotas internas. A continuación se realizaron cuatro modelos en madera en el primero se evaluó la sujeción del herraje mediante una

huella que no fue muy eficaz, en un segundo se evaluó la sujeción con postes que abrazan el perfil del herraje con resultados satisfactorios, en el tercero se verificó la factibilidad de unas guías de apoyo para la inserción del herraje con resultados aceptables, y en el cuarto se evaluó el uso de postes de 1/8" para la sujeción del herraje que eran más conveniente para el funcionamiento del dispositivo impreso en plástico ABS con resultados satisfactorios. Finalmente se realizó el dibujo del diseño en CATIA® con todas los aprendizajes y recomendaciones proporcionadas en las etapas anteriores que cubrían los elementos a eliminar, reducir y eficientar (tabla 4.10).

Tabla 4.10. Diseño y desarrollo de los dispositivos de 2"

1. Boceto inicial en papel	2. Modelo inicial en poliestireno expandido
	
3. Modelo en plastilina	4. Modelo inicial en madera
	
5. Segundo modelo en madera	6. Tercer modelo en madera
	





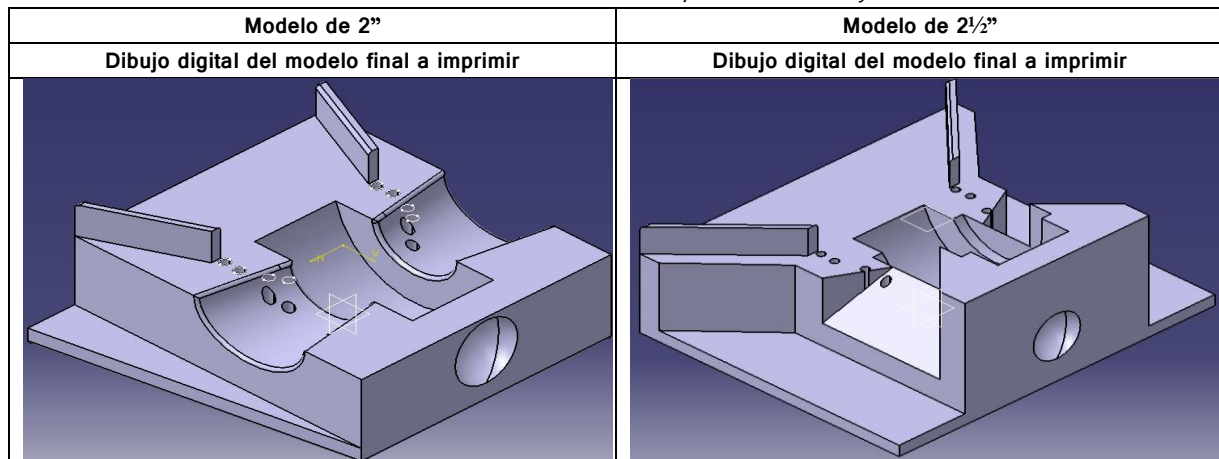
Fuente: elaboración propia

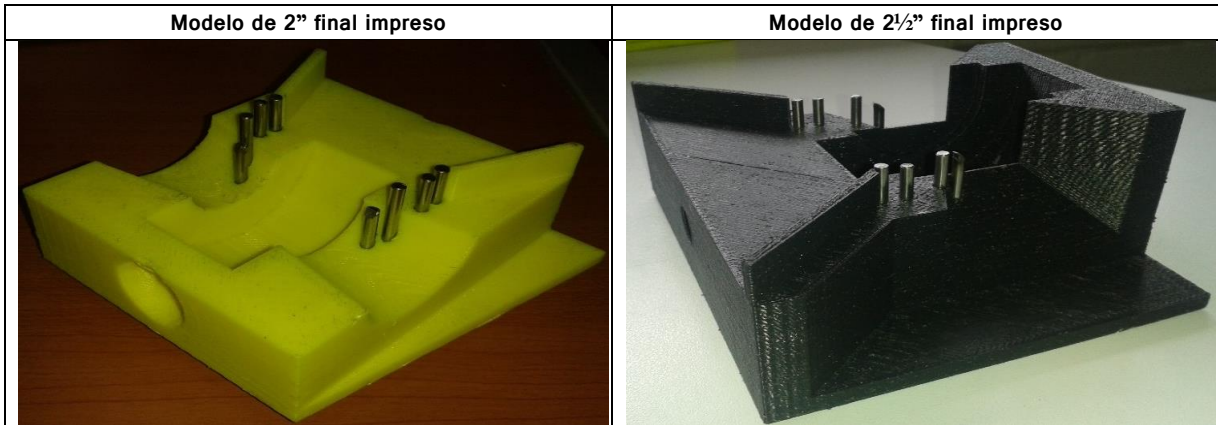
A partir de la experiencia obtenida en el primer diseño, se aprovechó para reducir las etapas, los tiempos y recursos para los tamaños de rodajas de 2.5", 3" y 4", todos los anteriores iniciaron directamente en plastilina para analizar y evaluar las características, los perfiles y las medidas internas y externas correspondientes del dispositivo de apoyo. Cuando se hubo logrado un nivel satisfactorio de confiabilidad del modelo de la ayuda técnica en plastilina, se realizó el dimensionamiento final del perfil para posteriormente dibujarlo en CATIA®.

#### 4.2.9. Construir la ayuda técnica

La construcción se realizó en una impresora 3D de la marca UP! para plástico ABS mediante la impresión del modelo digital hecho en CATIA®, para administrar eficientemente los recursos, se imprimieron los dos modelos más pequeños (2" y 2½") para verificarlos y validarlos inicialmente (tabla 4.11), y que de ser necesario se imprimirían nuevamente. Para los modelos de 3" y 4" se decidió imprimirlos posteriormente hasta lograr resultados satisfactorios con los modelos más pequeños.

Tabla 4.11. Construcción de los dispositivos de 2" y 2½"



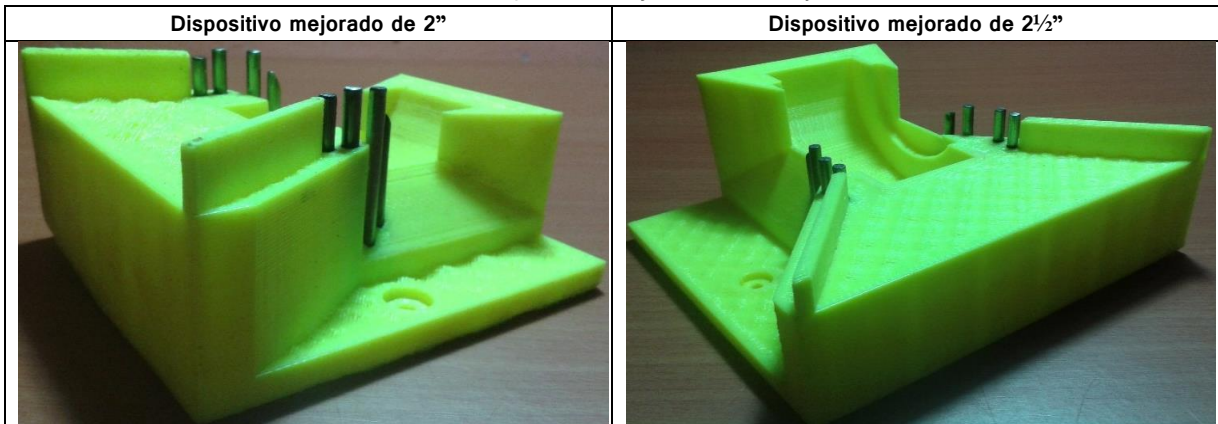


Fuente: elaboración propia

#### 4.2.10. Verificar y validar la ayuda técnica

La verificación se realizó mediante la medición de las cotas clave con un vernier digital y adicionalmente se realizó una verificación funcional mediante pruebas de ensamble con piezas de muestra. La validación se realizó con el grupo de control de cinco personas con discapacidad visual, mediante breves sesiones de ensamble y entrevistas de retroalimentación con los usuarios. Los dispositivos se volvieron a imprimir ajustándolas a los comentarios y retroalimentación de las personas con discapacidad para los modelos de rodajas de 2" y 2.5" (tabla 4.12).

Tabla 4.12. Dispositivos mejorados de 2" y 2½"



Fuente: elaboración propia

#### 4.2.11. Evaluar la efectividad de la ayuda técnica en la etapa de aprendizaje

La evaluación de la efectividad de la ayuda técnica se realizó mediante los resultados de un experimento controlado que simula las condiciones reales de trabajo para los dos grupos de

control, uno integrado por personas ciegas y otro compuesto de sujetos con vista, con cinco y seis individuos, respectivamente, donde la variable dependiente a medir es el tiempo de producción por pieza, que en el documento se le llama *desempeño productivo*.

Tomando en cuenta que los resultados de la evaluación pudieran verse afectados por la edad, el sexo, la experiencia y las condiciones ambientales del experimento, como la altura de la silla y la altura de la mesa, éstas variables se aislaron al fijar los mismos valores para todos los sujetos de estudio. Con respecto a la edad, todos son mayores de edad en un rango de 25 a 45 años; además todos son varones en ambos grupos; en ambos grupos ningún integrante poseía experiencia laboral en actividades relacionadas con el experimento; en relación con las condiciones ambientales, la altura de silla fue de 43 cm, la altura de la mesa fue de 80 cm y las condiciones ambientales como la iluminación, el ruido y la temperatura en el lugar de prueba fueron aproximadamente similares en ambos grupos.

Las variables controladas durante el experimento fueron la discapacidad y el uso de la ayuda técnica. Con respecto a la discapacidad, un grupo tenía exclusivamente la limitación visual completa (ciegos) y el otro no tiene ninguna discapacidad evidente; con respecto al uso de la ayuda técnica, ambos grupos de control emplearon y no el dispositivo de apoyo para responder las preguntas de investigación.

El procedimiento de realización del experimento fue el siguiente: el primero paso fue el adiestramiento sobre la tarea a realizar para ambos grupos en sesiones individuales, a los ciegos mediante la técnica de audiodescripción, y las personas con vista por medio de instrucción verbal y física. El segundo paso fue una pequeña corrida de producción para evaluar la efectividad del adiestramiento en los sujetos de control. Finalmente la ejecución del experimento principal se realizó mediante una corrida más prolongada de piezas que fueron videograbadas para su posterior análisis, se evitó proporcionarles información que pudiera alterar el desempeño normal del individuo de forma positiva o negativa. La secuencia de ejecución del experimento principal fue iniciar por el tipo de ensamble más sencillo (rueda-herraje) y continuar con los ensambles más complejos, en cada tipo de ensamble se inició con el ensamble manual (sin dispositivo) y terminó con el ensamble apoyado del dispositivo (tabla 4.13), esta secuencia de 6 experimentos se realizaron para cada uno de los 11 sujetos de control en ambos grupos, en total se ejecutaron 66 pruebas.

Tabla 4.13. Secuencia de experimentación para cada sujeto de control

Secuencia de ejecución del experimento para cada sujeto de control			
Tamaño de modelo	Tipo de ensamble	Disponibilidad de ayuda técnica	Secuencia de experimentación
2"	Rueda-Herraje	Manual	1
		Dispositivo	2
	Rueda-Buje-Herraje	Manual	3
		Dispositivo	4
2½"	Rueda-Polveras-Herraje	Manual	5
		Dispositivo	6

Fuente: elaboración propia

Mediante el experimento se pudo conocer y modelar matemáticamente el desempeño productivo en la fase de aprendizaje de ambos grupos de control mediante una curva de aprendizaje en cada una de las 66 pruebas experimentales. Una gráfica de la curva de aprendizaje de las 66 pruebas se muestra en la figura 4.5 para el sujeto de control ciego Guillermo Chávez que ensambla con el dispositivo de apoyo para el modelo de rodaja de 2" para el tipo de ensamble rueda-herraje. En el apéndice B se muestra los datos de las 66 pruebas experimentales con sus ecuaciones que modelan su estimación, los coeficientes de determinación, y las tasas de aprendizaje para cada una. Por medio de la ecuación de modelación se pudo proyectar su desempeño futuro esperado mediante la ecuación de potencia del modelo Crawford a un número mayor piezas (10,000 pz). El desempeño productivo se proyectó a la pieza 10,000 porque por experiencia los operadores nuevos después de una semana logran mejores tiempos de producción, y en promedio en una semana se producen 5,000 piezas, por lo tanto como buena proyección del desempeño productivo futuro sería a la pieza 10,000, más o menos a dos semanas de inicio de su actividad laboral.

$$\hat{y} = ax^b = 36.662x^{-0.146} = 36.662 * 10,000^{-0.146} = 9.59 \text{ s}$$

Donde:

$\hat{y}$ : 9.59 segundos para la pieza 10,000

$a$  = Coeficiente del tiempo de la primera pieza, 36.662 s

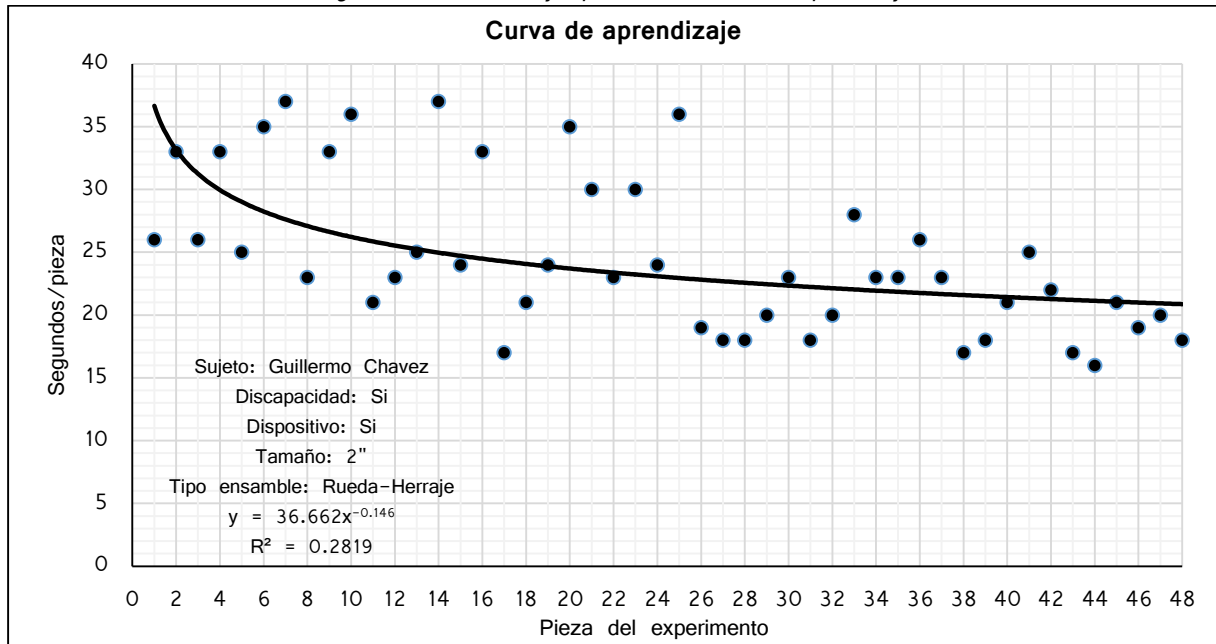
$b$  = Coeficiente de la tasa de aprendizaje en términos de logaritmo, -0.146

$x$  = Pieza consecutiva número 10,000

La tasa de aprendizaje para este ejemplo de corrida experimental fue del 90.4%, que significa que cada doble de piezas producidas tendrá una reducción del 9.6%, y se determinó de la siguiente forma:

$$\text{Tasa Aprendizaje} = 100 * 2^b = 100 * 2^{-0.146} = 90.4\%$$

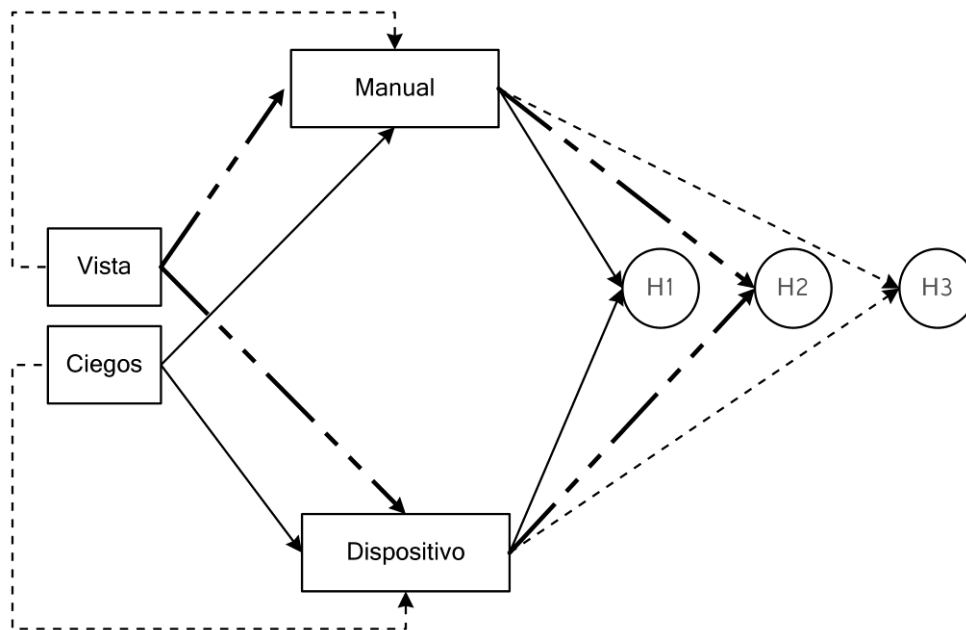
Figura 4.5. Grafica ejemplo de la curva de aprendizaje



Fuente: elaboración propia

Por medio del uso de los datos de desempeño pronosticado se evaluó la efectividad del dispositivo mediante la técnica estadística de prueba de hipótesis de comparación de poblaciones. El modelo de la relación entre variables para las pruebas de hipótesis a evaluar se muestra en la figura 4.6. A continuación se indican las tres hipótesis de investigación a evaluar con su respectiva hipótesis nula y alternativa.

Figura 4.6. Modelo de las pruebas de hipótesis a evaluar



Fuente: elaboración propia

Las pruebas de hipótesis analizadas son:

- 1) Hipótesis de investigación H1. Comparación del desempeño de ciegos con respecto al uso de la ayuda técnica:
  - ❖ Las personas con discapacidad visual tienen un mejor desempeño productivo cuando utilizan una ayuda técnica que cuando ensamblan manualmente.
    - a.  $H_0$ : Las personas con discapacidad visual tienen igual desempeño productivo cuando utilizan la ayuda técnica que al ensamblar manualmente.
    - b.  $H_a$ : Las personas con discapacidad visual tienen mejor desempeño productivo cuando utilizan la ayuda técnica que cuando ensamblan manualmente.
- 2) Hipótesis de investigación H2. Comparación del desempeño de sujetos con vista respecto al uso de ayuda técnica:
  - ❖ Las personas con vista mejoran su desempeño productivo cuando emplean la ayuda técnica que cuando ensamblan manualmente.
    - a.  $H_0$ : Las personas con vista tienen igual desempeño productivo cuando emplean la ayuda técnica que cuando ensamblan manualmente.
    - b.  $H_a$ : Las personas con vista tienen mejor desempeño productivo cuando emplean la ayuda técnica que cuando ensamblan manualmente.
- 3) Hipótesis de investigación H3. Comparación del desempeño de sujetos con vista sin ayuda y ciegos con el uso de dispositivo:
  - ❖ Las personas ciegas al ensamblar con el dispositivo logran desempeños productivos iguales que los sujetos con vista que ensamblan manualmente.
    - a.  $H_0$ : Las personas ciegas al ensamblar con el dispositivo logran desempeños productivos iguales que los sujetos con vista que ensamblan manualmente.
    - b.  $H_a$ : Las personas ciegas al ensamblar con el dispositivo logran desempeños productivos diferentes que los sujetos con vista que ensamblan manualmente.

La efectividad de la ayuda técnica se aceptará cuando por lo menos alguna de las hipótesis de investigación sean evaluada como correcta los resultados de la efectividad son mostrados en el capítulo 5 *Resultados*.

# Capítulo 5

---

## RESULTADOS

*“El mundo exige resultados. No les cuentes a otros los dolores de parto. Muéstrales al niño”*

*Indira Ghandi*

## Capítulo 5. Resultados

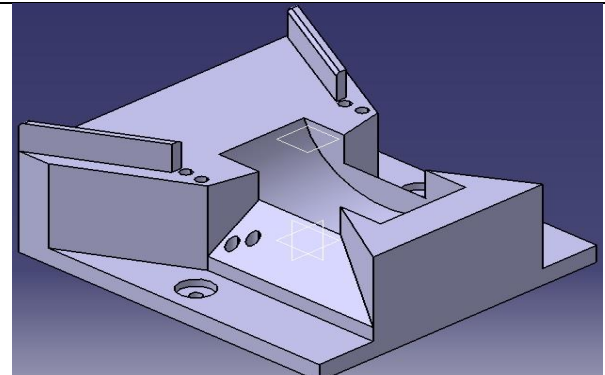
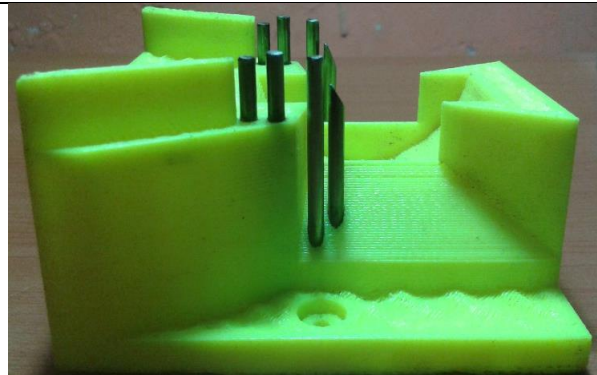
### 5.1. Resultados finales del proyecto de investigación

Los resultados obtenidos son elementos que acreditan la efectividad de la investigación, aun sin lograr los resultados inicialmente esperados lo importante al final es el conocimiento adquirido durante la investigación. En el trabajo abordado se obtuvieron tres tipos de resultados directos de la investigación: 1) los físicos que son principalmente las ayudas técnicas, que se lograron durante el diseño y construcción del dispositivo y la empresa fue la beneficiaria, 2) los resultados de la tasa de aprendizaje en las operaciones de ensamble de rodaja mediante la evaluación del desempeño y con la que se logró comparar entre operadores ciegos y con vista, y 3) los resultados de la evaluación de la efectividad de las ayudas técnicas para las personas ciegas y con vista, además de evaluarlos con respecto al tipo de ensamble y sin los dispositivos de ensamble.

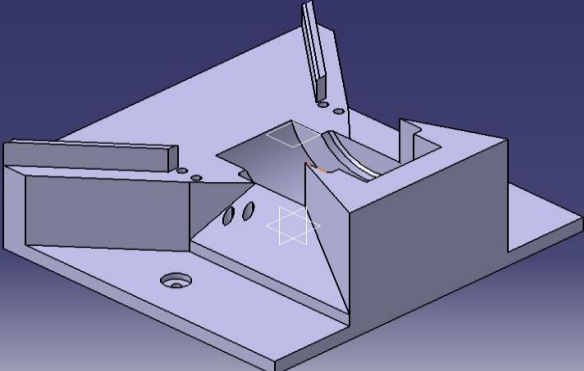
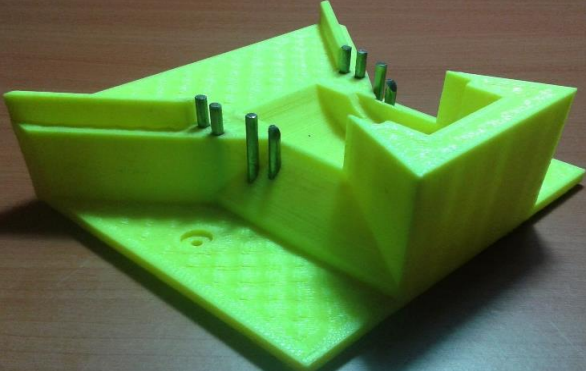
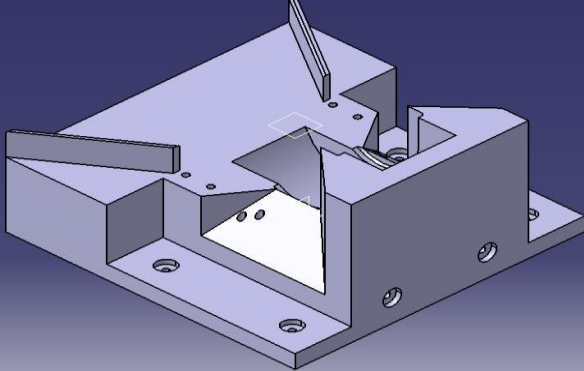
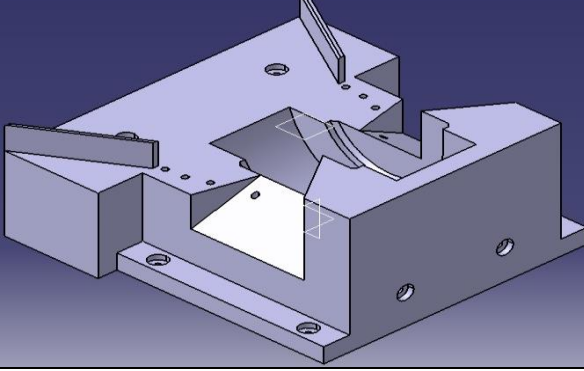
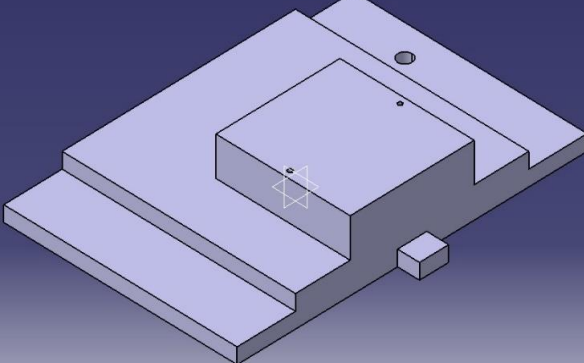
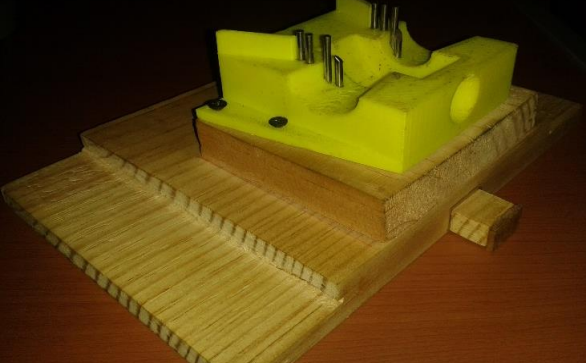
#### 5.1.1. Resultados del diseño y construcción de la ayuda técnica

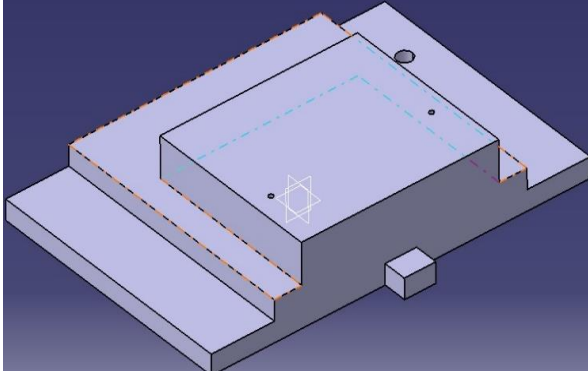

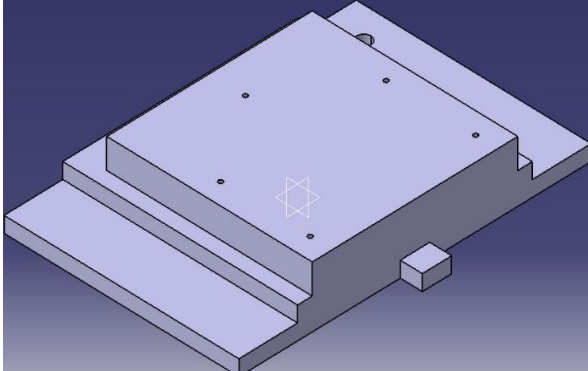
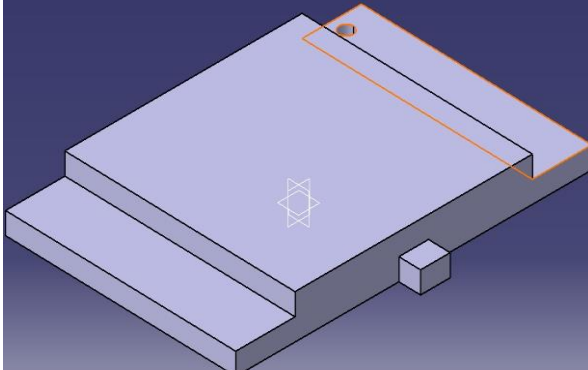
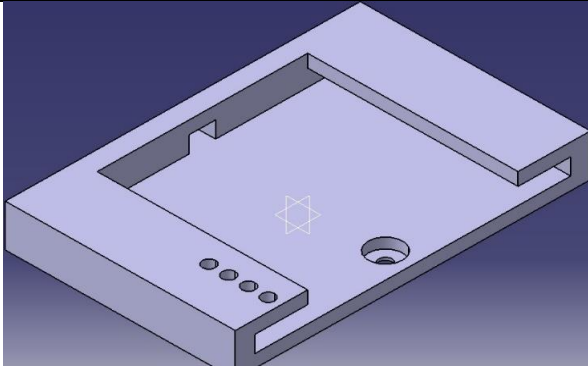

Los productos finales de la etapa de diseño y construcción fueron entregados a la empresa para que se realizara una evaluación más exhaustiva con los candidatos seleccionados para el puesto de trabajo el resumen de los resultados producidos se muestra en la tabla 5.1. Los productos finales son: 1) los dispositivos de ensamble que su función es apoyar el ensamble, 2) las bases de dispositivos que su objetivo es ser el medio contenedor de la ayuda técnica y facilitar su manipulación durante la operación, y 3) el sujetador de base del dispositivo que tiene como fin sujetar a la base con su dispositivo según el modelo correspondiente.

*Tabla 5.1. Resultados físicos del diseño y construcción de las ayudas técnicas y sus componentes*

Dispositivo de ensamble	
Dibujo digital del dispositivo de 2"	Dispositivo físico de 2"
	



<p><b>Dibujo digital del dispositivo de 2½"</b></p> 	<p><b>Dispositivo físico de 2½"</b></p> 
<p><b>Dibujo digital del dispositivo de 3"</b></p> 	<p><b>Dispositivo físico de 3"</b></p> <p>Pendiente su manufactura</p>
<p><b>Dibujo digital del dispositivo de 4"</b></p> 	<p><b>Dispositivo físico de 4"</b></p> <p>Pendiente su manufactura</p>
<p><b>Base del dispositivo</b></p>	
<p><b>Dibujo digital de la base del dispositivo de 2"</b></p> 	<p><b>Base del dispositivo físico de 2"</b></p> 

<p><b>Dibujo digital de la base del dispositivo de 2½"</b></p> 	<p><b>Base del dispositivo físico de 2½"</b></p> 
<p><b>Dibujo digital de la base del dispositivo de 3"</b></p> 	<p><b>Base del dispositivo físico de 3"</b></p> <p>Pendiente su manufactura</p>
<p><b>Dibujo digital de la base del dispositivo de 4"</b></p> 	<p><b>Base del dispositivo físico de 4"</b></p> <p>Pendiente su manufactura</p>
<p><b>Sujetador de base del dispositivo</b></p>	
<p><b>Dibujo digital del sujetador del dispositivo</b></p> 	<p><b>Sujetador del dispositivo</b></p> 

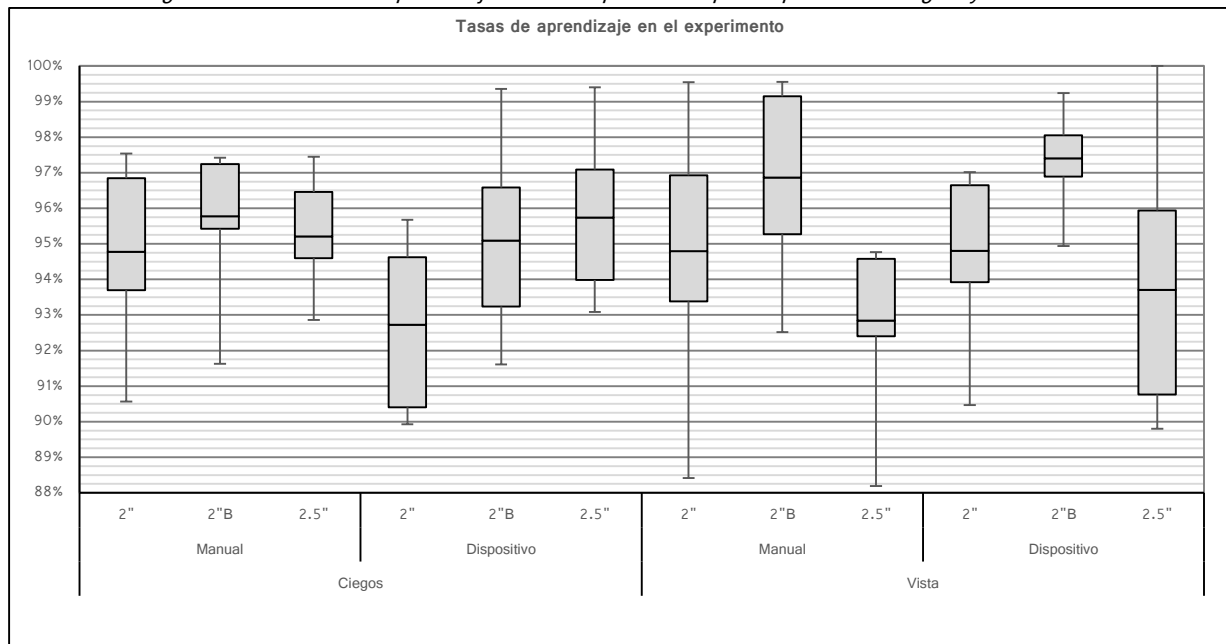
Fuente: elaboración propia

Aún hay productos diseñados que no se pudieron construir por la decisión de la gerencia de administrar eficientemente los recursos y fabricarlos hasta que los resultados de los modelos pequeños fueran satisfactorios. Los productos pendientes quedaron fuera del alcance del presente proyecto por cuestiones de programación de tiempos de ejecución pero no por decisión del responsable sino de la empresa. Se entregó un expediente electrónico de los archivos digitales de los dibujos y los archivos para la impresora 3D, y un pequeño manual del diseño de los dispositivos.

### 5.1.2. Resultados de la determinación de la tasa de aprendizaje

Una de las premisas iniciales del proyecto de investigación fue fundamentada en la hipótesis de que los ciegos tienen las mismas capacidades que las personas con vista, pero con la diferencia de que los primeros aprenden de forma diferente porque se apoyan en sus otros sentidos. Durante la etapa de evaluación de las ayudas técnicas, al modelar las ecuaciones de la curva de aprendizaje para ambas poblaciones en los diferentes tipos de ensamble con la presencia o no de las ayudas técnicas se obtuvieron los coeficientes de potencia. Mediante el coeficiente de potencia de la ecuación se obtiene la tasa de aprendizaje de cada uno de los sujetos en cada una de las pruebas experimentales. Mediante un diagrama de caja-bigotes se muestra la distribución de las tasas de aprendizaje, que se encuentran en el rango de 90% al 100%, que indica que se tienen tasas de aprendizaje muy cercanas entre ellas (figura 5.1).

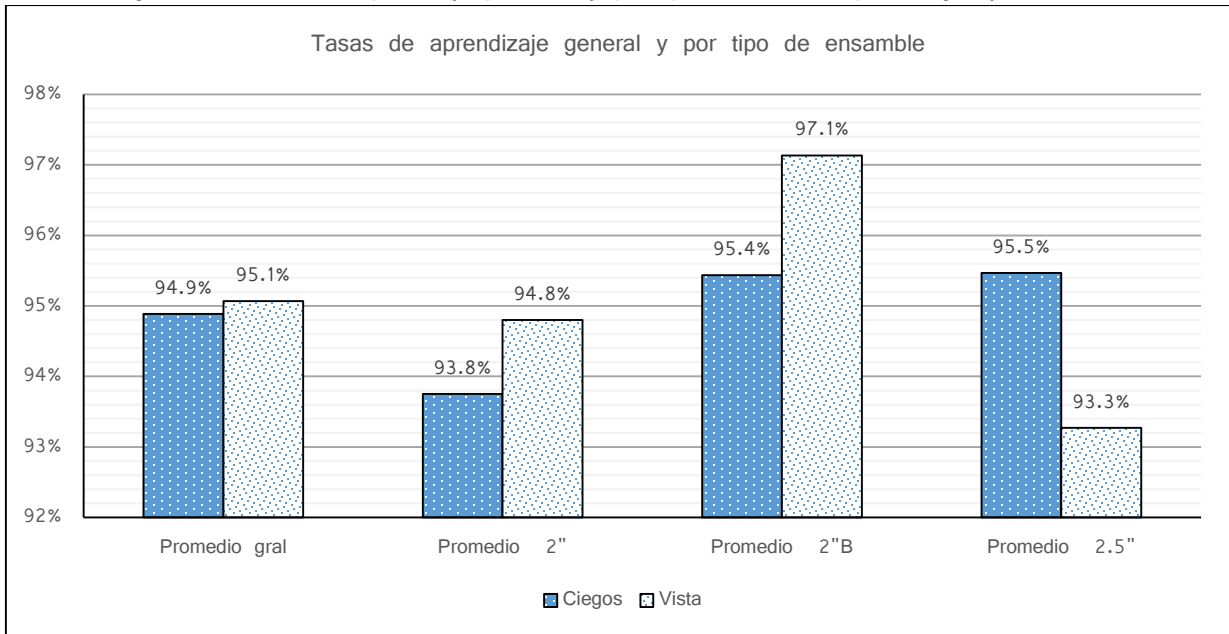
Figura 5.1. Tasas de aprendizaje en el experimento para operadores ciegos y con vista



Fuente: elaboración propia

De la información anterior se obtienen las tasas promedios del promedio general de los ciegos y con vista, y para cada tipo de ensamble (figura 5.2), donde muestra que las tasas de aprendizaje aparentemente son casi iguales en ambos grupos.

Figura 5.2. Tasas de aprendizaje promedio y por tipo de ensamble para ciegos y con vista



Fuente: elaboración propia

Se utilizó una prueba de hipótesis para evaluar si la tasa de aprendizaje es igual entre las personas con vista y ciegas (empleando un  $\alpha=0.10$ ); la tabla 5.2 muestra el planteamiento de la prueba de hipótesis de la tasa de aprendizaje, donde se comparan las seis combinaciones entre los tres tipos de ensamble y las dos formas de armado (con y sin dispositivo) para ciegos y con vista.

Tabla 5.2. Planteamiento de la prueba de hipótesis de igualdad de tasas de aprendizaje

Planteamiento de la prueba de hipótesis de igualdad de las tasas de aprendizaje						
Pregunta de investigación	¿Puede los ciegos tener la misma capacidad de aprendizaje que los sujetos con vista?					
Elemento común	Mismas capacidades físicas, sensoriales y mentales, excepto visuales					
Elemento en comparación	Ciegos vs Vista					
Población 1	Ciegos ensamblan con o sin ayuda técnica para los diferentes tipos de ensamble					
Población 2	Sujetos con vista ensamblan con o sin ayuda técnica para los diferentes tipos de ensamble					
Tipo de ensamble	Manual			Dispositivo		
Tamaño de producto	2''	2''B	2.5''	2''	2''B	2.5''
<b>Prueba</b>	<b>Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad</b>					
Hipótesis nula	$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$					
Hipótesis alternas	$H_a: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$					

Estadístico de prueba	$F_o = s_1^2/s_2^2$ , donde la varianza mayor ( $s_1^2$ ) es la del numerador
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$ , donde $n_1$ es la de mayor varianza $s_1^2$
Criterio rechazo de $H_o$	Si $F_o \geq F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$
<b>Prueba</b>	<b>Prueba de igualdad de medias</b>
Hipótesis nula	$H_o: \mu_1 = \mu_2$
Hipótesis alternas	$H_o: \mu_1 \neq \mu_2$
Estadístico de prueba	$t_o = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - 0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$ $S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$
Valor crítico	$t_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$
Criterio rechazo de $H_o$	Si $t_o > t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$ y $t_o < -t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$

Fuente: elaboración propia

Los resultados de prueba de hipótesis son mostrados en la tabla 5.3 donde se señala que en las seis combinaciones son iguales en varianza y medias, por lo tanto, se puede concluir estadísticamente que los sujetos ciegos y con vista tienen las mismas capacidades de aprendizaje (tasa de aprendizaje).

Tabla 5.3. Resultados de la prueba de hipótesis de igualdad de tasas de aprendizaje

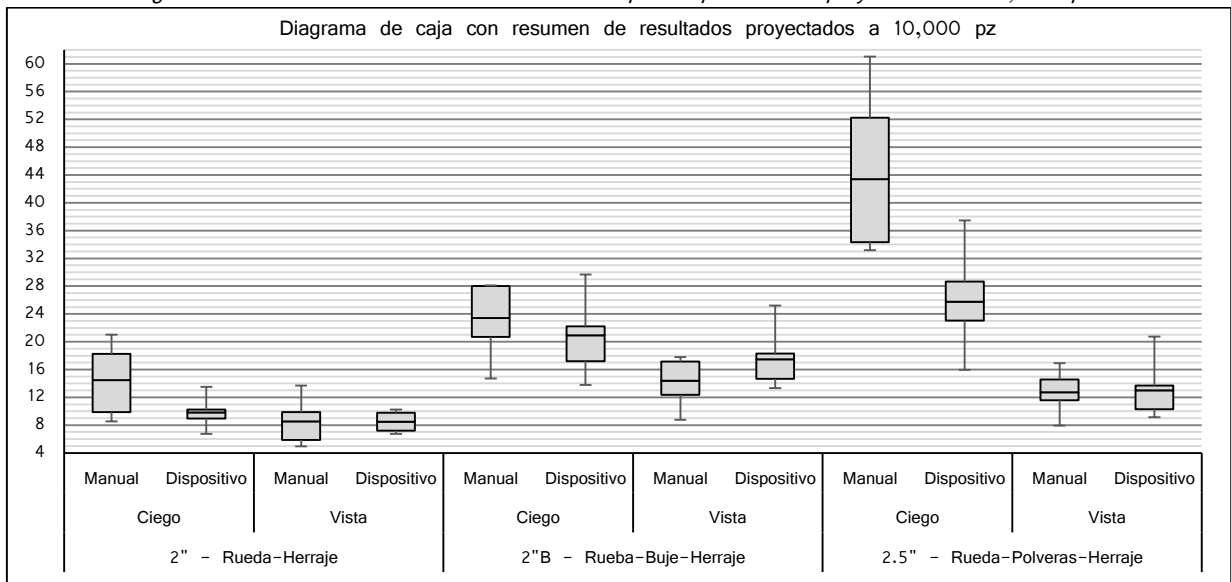
Tipo de ensamble		2" - rueda-herraje		2"B - rueda-buje-herraje		2½" - rueda-polveras-herraje	
Población	Estadístico	Manual	Dispositivo	Manual	Dispositivo	Manual	Dispositivo
Ciegos	$\bar{x}_1$	94.8%	92.7%	95.8%	95.1%	95.2%	95.7%
	$s_1$	2.78%	2.53%	2.45%	3.01%	1.79%	2.54%
	$s_1^2$	$7.8^{-4}$	$6.4^{-4}$	$6.0^{-4}$	$9.0^{-4}$	$3.2^{-4}$	$6.4^{-4}$
	$n_1$	5	5	5	5	5	5
Vista	$\bar{x}_2$	94.8%	94.8%	96.9%	97.4%	92.8%	93.7%
	$s_2$	3.85%	2.49%	2.79%	1.47%	2.52%	3.97%
	$s_2^2$	$14.8^{-4}$	$6.2^{-4}$	$7.8^{-4}$	$2.1^{-4}$	$6.3^{-4}$	$15.8^{-4}$
	$n_2$	6	6	6	6	6	6
<b>Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad</b>							
Estadístico de prueba	$F_o$	1.91	1.03	1.29	4.21	1.93	2.45
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$	6.25	5.19	6.25	5.19	6.25	6.25
Decisión sobre $H_o$	Decisión	Aceptar $H_o$ , son iguales en varianzas en las 6 comparaciones de las tasas de aprendizaje					
<b>Prueba de igualdad de medias</b>							
Estadístico de prueba	$t_o$	-0.010	-1.366	-0.680	-1.671	1.757	0.983
Valor crítico	$-t_{0.05, 9}$	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83	-1.83
	$t_{0.05, 9}$	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
Decisión sobre $H_o$	Decisión	Aceptar $H_o$ , son iguales en medias en las 6 comparaciones de las tasas de aprendizaje					

Fuente: elaboración propia

### 5.1.3. Resultados de evaluación de la efectividad de la ayuda técnica

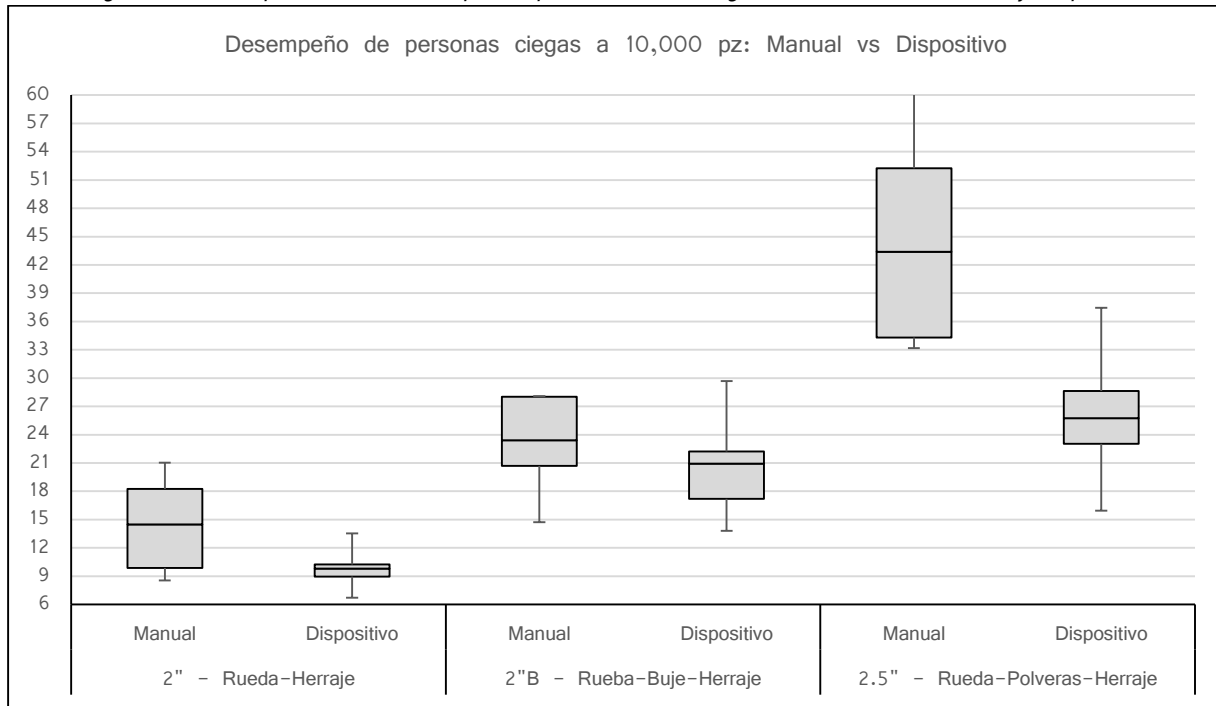
Es indispensable evaluar la efectividad de la ayuda técnica para determinar el impacto de las soluciones propuestas, en esta sección se responde a las preguntas de investigación que fueron el eje rector del proyecto; a continuación se muestra un diagrama de caja resumen con los resultados proyectados para los tres tipos de ensamble a 10,000 piezas (figura 5.3), donde se muestra que los tiempos aumentan conforme incrementa la dificultad del tipo de ensamble, y los desempeños de los ciegos parecieran ser inferiores a los con vista. Además se realizó un diagrama de caja para cada pregunta de investigación para tener una idea inicial del comportamiento de las variables previa a realizar las tres pruebas de hipótesis (figuras 5.4, 5.5, 5.6).

Figura 5.3. Resumen de resultados de desempeños productivos proyectados a 10,000 pz



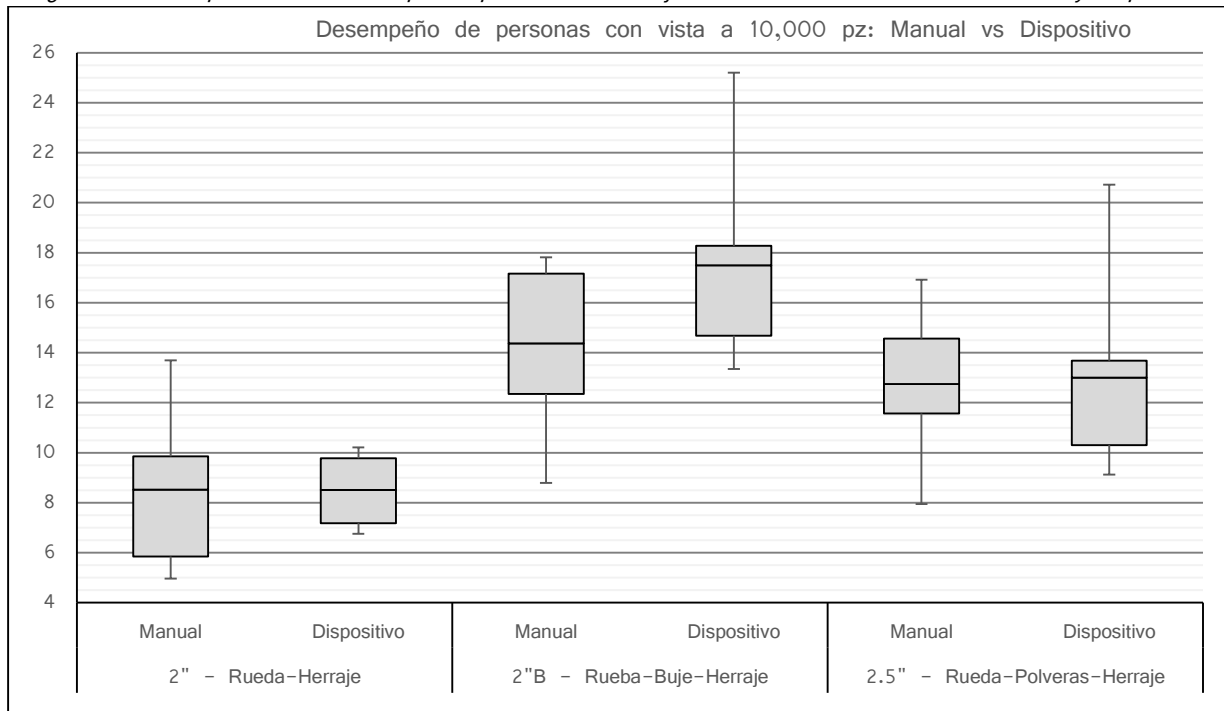
Fuente: elaboración propia

Figura 5.4. Comparación de desempeños productivos de ciegos con ensamble manual y dispositivo



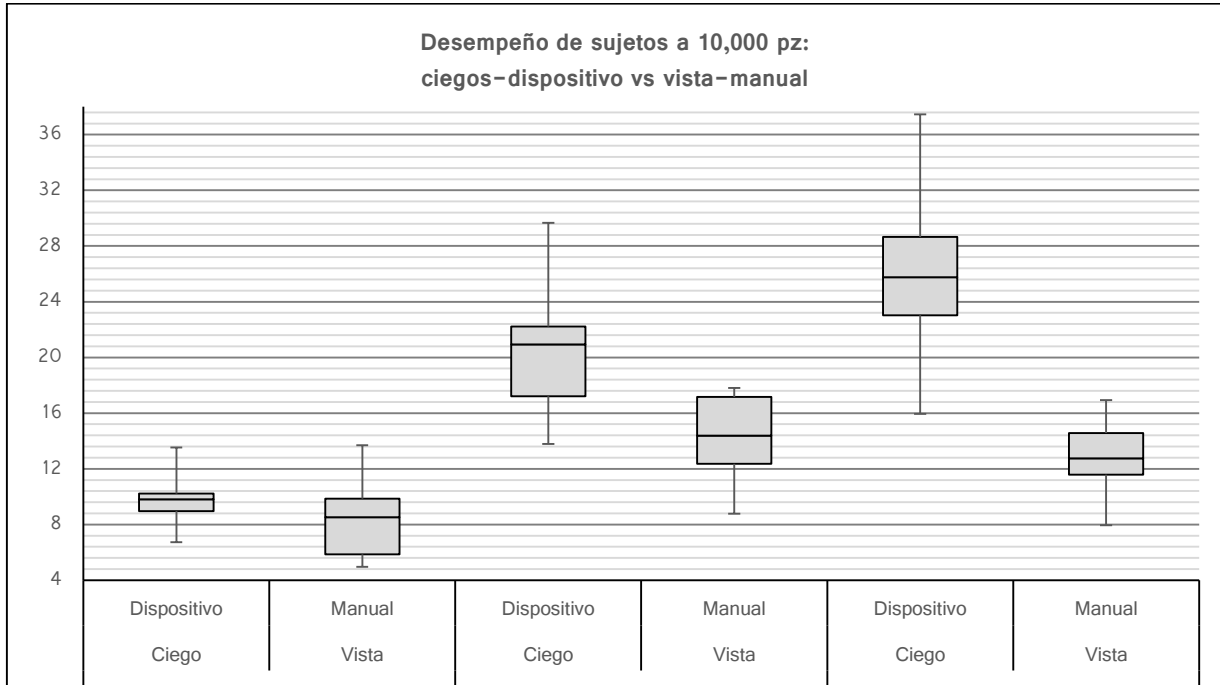
Fuente: elaboración propia

Figura 5.5. Comparación de desempeños productivos de sujetos con vista con ensamble manual y dispositivo



Fuente: elaboración propia

Figura 5.6. Comparación de desempeños productivos de ciegos armando con dispositivo y sujetos con vista con ensamble manual



Fuente: elaboración propia

En la figura 5.4 se muestra que el desempeño promedio de los ciegos mejora con el uso del dispositivo respecto al ensamble manual y se reduce la dispersión de los tiempos en todos los tipos de ensamble, aunque habrá probar estadísticamente si la mejora es significativa. En la figura 5.5 se señala que los sujetos con vista al utilizar la ayuda técnica, sus tiempos por pieza promedio son ligeramente mejor (2" y 2.5") y sus dispersiones son semejantes. En la figura 5.6 se indica que los tiempos medios de producción son menores en los operadores con vista a mano con respecto a los ciegos con dispositivo, y su dispersión también es menor en el primer grupo que en el segundo.

Para la corroboración o descarte de las premisas descritas en el capítulo anterior, se presenta un resumen de las preguntas de investigación, elementos comunes y en comparación, y la descripción de las poblaciones a comparar; además se indican simbólicamente las hipótesis nulas y alternas evaluadas en las pruebas de igualdad de medias y varianzas (tabla 5.4).

Tabla 5.4. Planteamiento de las pruebas de hipótesis de evaluación del desempeño

Hipótesis	H1	H2	H3
Preguntas de investigación	¿Puede mejorar el desempeño de sujetos ciegos con ayudas técnicas?	¿Puede mejorar el desempeño de sujetos con vista con ayudas técnicas?	¿Puede igualar el desempeño de sujetos ciegos con ayudas técnicas a personas con vista sin ayudas técnicas?



Elemento común	Ser ciegos	Tener vista	Semejante en el resto de capacidades
Elemento en comparación	Manual vs Dispositivo	Manual vs Dispositivo	Ciegos-Dispositivo vs Vista-Manual
Población 1	Ciegos ensamblando a mano	Sujetos con vista ensamblando a mano	Ciegos ensamblando con dispositivo
Población 2	Ciegos armando con dispositivo	Sujetos con vista armando con dispositivo	Sujetos con vista armando con dispositivo
<b>Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad</b>			
Hipótesis nula	$H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$		
Hipótesis alternas	$H_a: \sigma_1^2 > \sigma_2^2$		
Estadístico de prueba	$F_0 = s_1^2/s_2^2$ , donde la varianza mayor ( $s_1^2$ ) es la del numerador		
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$ , donde $n_1$ es la de mayor varianza $s_1^2$		
Criterio rechazo de $H_0$	Si $F_0 \geq F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$		
<b>Prueba de igualdad medias con varianzas desconocidas</b>			
Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 = \mu_2$	$H_0: \mu_1 = \mu_2$	
Hipótesis alternas	$H_a: \mu_1 > \mu_2$	$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$	
Estadístico de prueba	$t_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - 0}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$	$S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)s_1^2 + (n_2-1)s_2^2}{n_1+n_2-2}}$	
Valor crítico	$t_{1-\alpha, n_1+n_2-2}$	$t_{1-\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$	
Criterio rechazo de $H_0$	Si $t_0 > t_{1-\alpha, n_1+n_2-2}$		Si $t_0 < -t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$ y $t_0 > t_{\frac{\alpha}{2}, n_1+n_2-2}$

*Fuente: elaboración propia*

Los resultados de las pruebas de hipótesis se realizaron con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) del 10%, con la justificación de que es un sistema humano con baja repetitividad y se busca darle la mayor oportunidad de aprobar la hipótesis de que el ensamble con dispositivo es mejor (Anderson, Sweeney, y Williams, 2008). En las tablas 5.5, 5.6, y 5.7 se muestran los estadísticos de ambas poblaciones, el estadístico de prueba, el valor crítico, y la decisión de la prueba de hipótesis de las tres pruebas de hipótesis.

En la primera hipótesis se confirmó estadísticamente la igualdad de varianza de ambas poblaciones, que resulta obvio al ser datos recolectados del mismo grupo (ciegos). Respecto a la prueba de medias, la hipótesis nula proponía que el desempeño de los ciegos al ensamblar manualmente era igual que cuando usan dispositivo, que se rechazó en dos modelos (2" y 2.5"), por lo tanto, en estos dos tipos de ensamble el tiempo de producción con dispositivo es menor que manualmente, es decir mejor (tabla 5.5).

Tabla 5.5. Resultados de la prueba de hipótesis de evaluación del desempeño de sujetos ciegos (manual vs dispositivo)

H1. Desempeño de sujetos con ciegos (manual vs dispositivo)				
Población	Estadístico	2" - rueda-herraje	2"B - rueda-buje-herraje	2.5" - rueda-polveras-herraje
Manual	$\bar{x}_1$	14.50	23.42	43.40
	$s_1$	5.32	5.73	12.54
	$s_1^2$	28.33	32.81	157.21
	$n_1$	5	5	5
Dispositivo	$\bar{x}_2$	9.81	20.92	25.76
	$s_2$	2.46	5.99	7.96
	$s_2^2$	6.07	35.91	63.37
	$n_2$	5	5	5
Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad				
Estadístico de prueba	$F_o$	4.66	1.09	2.48
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$	6.38	6.38	6.38
Decisión sobre $H_o$	Decisión	Aceptar $H_o$ , son igual en varianzas	Aceptar $H_o$ , son igual en varianzas	Aceptar $H_o$ , son igual en varianzas
Prueba de igualdad de medias				
Estadístico de prueba	$t_o$	1.78	0.67	2.65
Valor crítico	$t_{0.90, 8}$	1.39	1.39	1.39
Decisión sobre $H_o$	Decisión	Rechazar $H_o$ , ensamblar con dispositivo es mejor	Aceptar $H_o$ , ensamblar a mano es mejor	Rechazar $H_o$ , ensamblar con dispositivo es mejor

Fuente: elaboración propia

En la segunda hipótesis se ratificó la igualdad de varianza de ambas poblaciones, que resulta obvio al ser datos tomados del mismo grupo. Con respecto a la prueba de medias, la hipótesis nula proponía que el desempeño de los sujetos con vista al ensamblar manualmente era igual que cuando usan dispositivo, que se aceptó en todos los modelos, por lo tanto, para los sujetos seleccionados, ensamblar con la ayuda técnica no representó una mejoría significativa estadísticamente en el desempeño productivo en comparación con ensamblar manualmente (tabla 5.6).

Tabla 5.6. Resultados de la prueba de hipótesis de evaluación del desempeño de sujetos con vista (manual vs dispositivo)

H2. Desempeño de sujetos con vista (manual vs dispositivo)				
Población	Estadístico	2" - rueda-herraje	2"B - rueda-buje-herraje	2.5" - rueda-polveras-herraje
Manual	$\bar{x}_1$	8.53	14.37	12.75
	$s_1$	3.30	3.57	3.11
	$s_1^2$	10.89	12.74	9.66
	$n_1$	6	6	6

Dispositivo	$\bar{x}_2$	8.51	17.49	13.01
	$s_2$	1.51	4.26	4.20
	$s_2^2$	2.28	18.13	17.64
	$n_2$	6	6	6
<b>Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad</b>				
Estadístico de prueba	$F_0$	4.77	1.42	1.82
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$	5.05	5.05	5.05
Decisión sobre $H_0$	Decisión	Aceptar $H_0$ , son igual en varianzas	Aceptar $H_0$ , son igual en varianzas	Aceptar $H_0$ , son igual en varianzas
<b>Prueba de igualdad de medias</b>				
Estadístico de prueba	$t_0$	0.01	-1.37	-0.12
Valor crítico	$t_{0.90, 10}$	1.37	1.37	1.37
Decisión sobre $H_0$	Decisión	Aceptar $H_0$ , ensamblar a mano es mejor	Aceptar $H_0$ , ensamblar a mano es mejor	Aceptar $H_0$ , ensamblar a mano es mejor

*Fuente: elaboración propia*

En la tercera hipótesis se ratificó la igualdad de varianza de ambas poblaciones, en dos de los tres tipos de ensamble y en el modelo de 2.5” no pasó la prueba, porque la dispersión de los ciegos es muy alta en este modelo (posiblemente por el reducido número de datos con los ciegos al calcular la varianza). Con respecto a la prueba de medias, la hipótesis nula proponía que el desempeño de los sujetos con vista al ensamblar manualmente eran iguales que los ciegos cuando usan dispositivo, que solo se aceptó en el tipo de ensamble de rueda-herraje de 2” en los otros dos modelos, la evidencia estadística demostró que no fueran iguales en desempeño (tabla 5.7), aunque ambas poblaciones tienen integrantes que tienen desempeños semejantes.

*Tabla 5.7. Resultados de la prueba de hipótesis de evaluación del desempeño de sujetos ciegos-dispositivo vs vista-manual*

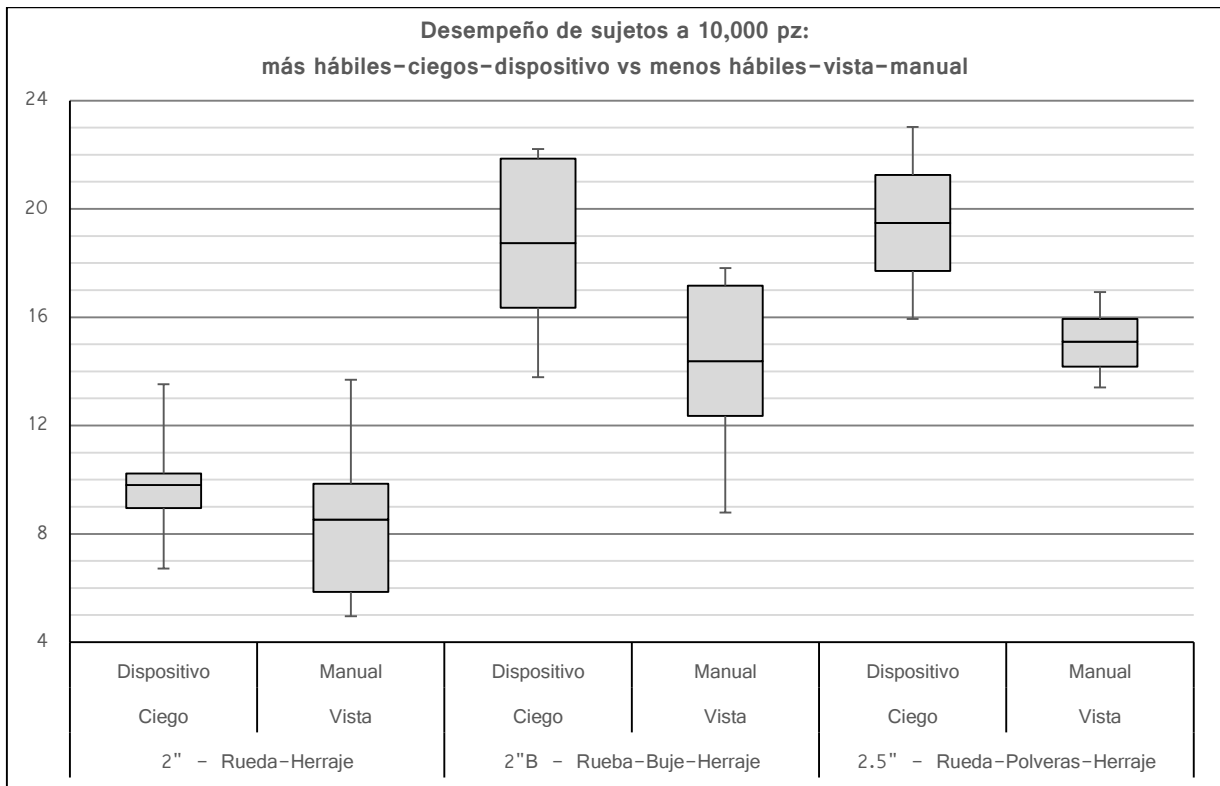
<b>H3. Desempeño de sujetos ciegos-dispositivo vs con vista-manual</b>				
Población	Estadístico	2” - rueda-herraje	2”B - rueda-buje-herraje	2.5” - rueda-polveras-herraje
Ciegos - Dispositivo	$\bar{x}_1$	9.81	20.92	25.76
	$s_1$	2.46	5.99	7.96
	$s_1^2$	6.07	35.91	63.37
	$n_1$	5	5	5
Vista - Manual	$\bar{x}_2$	8.53	14.37	12.75
	$s_2$	3.30	3.57	3.11
	$s_2^2$	10.89	12.74	9.66
	$n_2$	6	6	6
<b>Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad</b>				
Estadístico de prueba	$F_0$	1.79	2.81	6.55
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$	6.25	5.19	5.19

Decisión sobre H <sub>0</sub>	Decisión	Aceptar H <sub>0</sub> , son iguales en varianzas	Aceptar H <sub>0</sub> , son iguales en varianzas	Rechazar H <sub>0</sub> , son diferentes en varianzas
<b>Prueba de igualdad de medias</b>				
Estadístico de prueba	$t_o$	0.71	2.25	3.71
Valor crítico	$-t_{0.05,9}$	-1.83	-1.83	-1.83
	$t_{0.05,9}$	1.83	1.83	1.83
Decisión sobre H <sub>0</sub>	Decisión	Aceptar H <sub>0</sub> , ambos producen igual	Rechazar H <sub>0</sub> , ambos producen diferente	Rechazar H <sub>0</sub> , ambos producen diferente

Fuente: elaboración propia

Por lo anterior, se realizó una prueba de hipótesis adicional al comparar los desempeños de los mejores sujetos ciegos con los menos hábiles personas con vista los resultados de los desempeños son representados en el diagrama de caja-bigotes (figura 5.7), donde se muestra que el tiempo por pieza se acercó significativamente. Para comprobar estadísticamente la igualdad se realizó nuevamente una prueba de hipótesis con igual planteamiento que el indicado en la tabla 5.4 para la hipótesis 3 (H3) y los resultados de la prueba para los modelos que no habían pasado inicialmente la prueba anterior (2”B y 2.5”) se muestran en la tabla 5.8.

Figura 5.7. Comparación de desempeño productivo de más hábiles ciegos - dispositivo vs menos hábiles con vista - manual



Fuente: elaboración propia

Tabla 5.8. Resultados de la prueba de hipótesis de la evaluación del desempeño de los más hábiles ciegos - dispositivo vs menos hábiles con vista - manual

H3. Desempeño de los sujetos ciegos menos hábiles vs con vista más hábiles			
Población	Estadístico	2" B - rueda-buje-herraje	2.5" - rueda-polveras-herraje
Ciegos - Dispositivo	$\bar{x}_1$	18.73	19.48
	$s_1$	4.00	5.01
	$s_1^2$	15.97	25.10
	$n_1$	4	2
Vista - Manual	$\bar{x}_2$	14.37	15.09
	$s_2$	3.57	1.76
	$s_2^2$	12.74	3.11
	$n_2$	6	3
Prueba de igualdad de varianzas o de homocedasticidad			
Estadístico de prueba	$F_o$	1.25	8.08
Valor crítico	$F_{\alpha/2, n_1-1, n_2-1}$	5.41	18.51
Decisión sobre $H_o$	Decisión	Aceptar $H_o$ , son iguales en varianzas	Aceptar $H_o$ , son iguales en varianzas
Prueba de igualdad de medias			
Estadístico de prueba	$t_o$	1.80	1.48
Valor crítico	$t_{1-\alpha, n_1+n_2-2}$	1.85	2.35
Decisión sobre $H_o$	Decisión	Aceptar $H_o$ , ambos producen igual	Aceptar $H_o$ , ambos producen igual

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la prueba de hipótesis de la tabla 5.8 indican que el desempeño de ambos es igual entre los más hábiles ciegos ensamblando con dispositivo y los menos hábiles sujetos con vista armando manualmente. Por lo tanto, se puede afirmar que el dispositivo logra que sujetos ciegos alcancen desempeños iguales que personas con vista, aunque existen factores a investigar que podrían ser la habilidad (destreza manual), y la motivación (ciegos buscaban un trabajo y los otros no) pudieran haber afectado en el resultado.

## 5.2. Resultados de la experiencia personal en el proceso de intervención

En la experiencia profesional el autor nunca había trabajado con personas con discapacidad, pero posee experiencia en el diseño de dispositivo, principalmente en dispositivos *poka yoke* y de medición, estos últimos para sustituir equipos de medición por dispositivos pasa-no pasa, primordialmente para la industria automotriz. Durante el proceso de intervención se tuvo contacto con algunos de los *stakeholders* de esta problemática, donde se pudo entender de primera mano porqué en México no existe publicado ningún trabajo de adaptaciones técnicas en el entorno laboral en esta temática. A continuación se describe desde la perspectiva del

autor como fue su contacto con los *stakeholders* de la problemática, con la finalidad de orientar y motivar al interesado a intervenir en la temática.

### 5.2.1. Experiencia con las personas con discapacidad visual

El contacto con las personas con discapacidad visual es un poco complejo debido a su limitación, por lo general son personas desconfiadas con personas desconocidas, aunque con sujetos de su confianza son sumamente abiertos y confiados. Las personas con discapacidad y sus familiares que intervinieron son individuos bastante sociables, que forman lazos de confianza y apoyo más fuertes, en la opinión del autor, que las personas con vista. Son personas muy optimistas ante la vida, a pesar de las experiencias traumáticas físicas y emocionales que todos padecieron y exteriorizaron en las pláticas personales. Aunque son personas de bajos ingresos, todos tienen la pericia y entereza de tener un medio de subsistencia y ser en general autosuficientes. La disponibilidad de apoyo al proyecto fue extraordinaria porque siempre proporcionaron de su tiempo para las pruebas.

### 5.2.2. Experiencia con la empresa

La experiencia del contacto con la empresa en forma general fue buena, se entiende que es sumamente complejo hallar empresas que estén dispuestas a tener o iniciar un programa de inclusión formal, aunque muchos desean apoyarlos pero el desconocimiento, la reticencia y el temor a potenciales problemas los cohibe a emprender acciones más efectivas. Un factor determinante del avance de cualquier proyecto es que la alta dirección este comprometida con la causa, de lo contrario si la iniciativa proviene de otra instancia, cualquier problema económico u operativo pondrá en riesgo la continuidad del proyecto. Durante el proyecto se trata con personal de diferentes áreas se tiene que destinar un tiempo para comentarles el objetivo y el impacto del trabajo desde el punto de vista social y económico, lo que provoca eliminar barreras y facilitar su apoyo. Ante la falta de disponibilidad en tiempo y recursos, se tiene que demostrar la suficiente paciencia y calma para entender que las empresas tienen prioridades y que su objetivo principal es lucrar y entre sus secundarios es apoyar a la sociedad. En este proyecto se tuvo mucha fortuna porque la empresa se hallaba ante la decisión de emprender una causa social para demostrar ser una empresa socialmente responsable.

### 5.2.3. Experiencia con las instituciones de apoyo

La experiencia del contacto con las instituciones de apoyo para las personas con discapacidad fue ambivalente, se tuvo la oportunidad de conocer a personas extraordinarias con un enorme compromiso e integridad con la causa, pero también se tuvo contacto con individuos que tenían actitudes poco profesionales que por momentos hacían flaquear la determinación de trabajar en la temática. Un aspecto que es determinante al acercarse a estas instancias para lograr su apoyo es demostrar seguridad y claridad de la forma en que se abordará el trabajo e indicarles precisamente qué tipo de apoyo se requiere; para lograrlo hay que prepararse mentalmente y ensayar las entrevistas. Es importante recordar que la desconfianza de los representantes de las instituciones hacia externos es normal, porque muchos han detectado actos de abuso a las personas con discapacidad, por parte de sujetos que se acercan a ellos con la supuesta intención de ayudarlos, por lo tanto recibir una negativa no es para desanimarse.

# Capítulo 6

---

## CONCLUSIONES, SUGERENCIAS Y FUTUROS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN

*“La vida es el arte de sacar conclusiones suficientes de premisas insuficientes”*

*Samuel Butler*

...



## Capítulo 6. Conclusiones, sugerencias y futuros trabajos de investigación

### 6.1. Conclusiones y sugerencias

En esta parte del trabajo de investigación se plasmaron conclusiones con base en los cuatro resultados más importantes obtenidos, que fueron las ayudas técnicas físicas, la determinación de las tasas de aprendizaje, la evaluación y comparación de desempeños de los ciegos y con vista, y la experiencia obtenida en el proceso de intervención a la temática, además de indicar sugerencias para cada conclusión señalada anteriormente que no se realizaron durante el proyecto por diversas razones y que serían deseables que se efectuaran.

#### 6.1.1. Del desarrollo físico de los dispositivos

**Conclusión 1.** Los dispositivos logran apoyar en las capacidades no cubiertas por su discapacidad pero no completamente.

Sugerencias:

- Mejorar la estación de trabajo que incluirá principalmente la disposición de la mesa y los contenedores mejor diseñados, para reducir el tiempo de búsqueda de componentes.
- Mejorar el tipo y forma de sujeción del herraje y rueda mediante un perfil de sujeción tipo abrazadera, para reducir el tiempo de inserción de componentes mayores al dispositivo.
- Diseñar y construir una guía que apoye en la inserción del tornillo en los orificios del herraje y rueda, para reducir tiempo en la introducción de tornillos.
- Evaluar el tipo de material y tecnología de construcción de los dispositivos para reducir el costo para fabricar las ayudas técnicas.
- Evaluar la introducción de tecnología de apoyo para la selección de componentes mediante un brazaletes sonoro a prueba de errores.
- Efectuar un estudio de las variaciones de las cotas claves de herraje y rueda que generan dificultades durante el ensamble por interferencia.

**Conclusión 2.** La ayuda técnica funciona muy bien en los modelos y tamaños de ensamble analizados pero podría ampliarse.

Sugerencias:

- Realizar un estudio de modelos que se consideraron, y evaluar si puede usarse en una misma solución a otros modelos o líneas de productos.
- Construir las ayudas técnicas para modelos pendientes de manufacturar y no considerados.

### 6.1.2. De la determinación de las tasas de aprendizaje

**Conclusión 1.** Las tasas de aprendizaje entre los ciegos y con vista son iguales.

Sugerencia:

- Realizar un estudio más grande (tamaño de muestra grande estadísticamente) para corroborar si la conclusión se mantiene.

**Conclusión 2.** Los estándares de las tasas de aprendizaje en operaciones de ensamble manual de rodaja de ciegos y con vista fueron determinados.

Sugerencia:

- Realizar un estudio más grande (tamaño de muestra grande estadísticamente) para corroborar si la conclusión se mantiene.

### 6.1.3. De la evaluación del desempeño de ciegos y con vista

**Conclusión 1.** Los ciegos mejoran su desempeño con los dispositivos.

Sugerencia:

- Realizar un estudio más grande con un número mayor de sujetos de control para corroborar la conclusión de mejora de desempeño de los ciegos con dispositivos.

**Conclusión 2.** Los sujetos con vista no mejoran su desempeño con los dispositivos de apoyo.

Sugerencias:

- Ejecutar las sugerencias mencionadas para los productos físicos y evaluar su impacto en el desempeño de las personas con vista en un estudio similar al realizado o más exhaustivo.

- Evaluar el desempeño de los sujetos con vista para determinar el desempeño con meses de experiencia laboral y determinar si la conclusión se modifica o mantiene

**Conclusión 3.** El desempeño de los ciegos mejora pero no alcanza a igualar los resultados de los sujetos con vista, aunque hay un traslape entre los más hábiles ciegos y los menos hábiles con vista.

Sugerencias:

- Ejecutar las sugerencias mencionadas para los productos físicos y evaluar su impacto en el desempeño de las personas con vista y ciegas en un estudio similar al realizado o más exhaustivo.
- Evaluar el desempeño de los ciegos y con vista con un tiempo de experiencia más prolongado, para obtener los tiempos de realización en la etapa de tiempo estándar.

**Conclusión 4.** La técnica de evaluación del desempeño fue efectiva, porque logro determinar conclusiones mediante la prueba de hipótesis aunque requirió un mayor número de pruebas.

Sugerencia:

- Realizar con los datos de las corridas de experimentación la aplicación de otra técnica como el diseño de experimentos.

#### 6.1.4. De la experiencia de intervención en proyecto de investigación

**Conclusión 1.** Las personas con discapacidad visual son individuos extraordinarios dignos de recibir apoyo.

Sugerencias:

- Difundir la experiencia de la intervención en la problemática de la inclusión de personas con discapacidad visual, para apoyar a desmitificar las dudas de su desempeño laboral y apoyo requerido.
- Investigar con las empresas que emplean a personas ciegas y determinar los resultados y beneficios obtenidos de emplearlos para difundirlos en revistas especializadas.

**Conclusión 2.** Las organizaciones de apoyo para las personas con discapacidad funcionan pero también existen sujetos poco colaboradores que dañan su reputación.

Sugerencia:

- Realizar una investigación de la percepción del trato y el apoyo que estas instituciones proporcionan a las personas con discapacidad visual, desde la perspectiva de los beneficiarios de sus servicios.

**Conclusión 3.** Las empresas desean emprender acciones para lograr la inclusión laboral de personas con discapacidad pero por diversas razones no lo logran y no avanzan en sus acciones de inclusión.

Sugerencia:

- La academia debería realizar más intervenciones técnicas o adaptaciones de puestos para personas con discapacidad como proyectos de investigación y difundirlos en revistas especializadas.

## 6.2. Futuros trabajos de investigación

En la presente investigación hubo trabajos pendientes de realizar por diversas razones, tales quedaron fuera del alcance del proyecto o los recursos asignados superaban al proporcionado. Pero son trabajos que el autor considera puedan ser emprendidos por interesados en la temática abordada, algunos ya se han emprendido pero aun sin concluir. Las líneas futuras de investigación son listadas en forma de los productos finales que lograrían:

- Realizar un estudio de habilidad de procesos en las dimensiones más relevantes que impactan en las cotas importantes de la ayuda técnica, para determinar si los dispositivos deberán cambiar sus dimensiones.
- Realizar alguna o todas las sugerencias o recomendaciones sobre el desarrollo físico de los dispositivos, para volver a evaluarlos para determinar si el desempeño de los ciegos y sujetos con vista se ha modificado.
- Construir los modelos de dispositivos pendientes de manufacturar y evaluarlos en condiciones iguales o en un estudio más grande, para determinar si el funcionamiento es similar a los modelos ya evaluados en este trabajo.
- Realizar un estudio con operadores que serán contratados para evaluarlos con un tiempo de experiencia mayor, con la finalidad de determinar si su desempeño mejoró en el nivel esperado y si se mantienen conclusiones actuales en la etapa de tiempo estándar.
- Ejecutar una investigación con empresas que emplean a personas ciegas y determinar los resultados y beneficios obtenidos de emplearlos.

- Desarrollar una investigación de la percepción de la atención y apoyo que proporcionan las instituciones enfocadas al apoyo de personas con discapacidad, para detectar a los elementos que proporcionan un mal servicio.

## Anexo A. Análisis bimanual para los tipos de ensamble

Este es el diagrama bimanual del tipo de ensamble rueda-herraje, que tienes 6 therbligs efectivos: alcanzar, tomar, mover, preposicionar, ensamblar, y soltar; y 3 therbligs inefectivos: seleccionar, sostener, y posicionar. Esta secuencia aplica a 4 modelos según la tabla 4.3.

TIPO DE ENSAMBLE: RUEDA - HERRAJE			
Therbligs	Mano 1 - Izquierda	Mano 2 - Derecha	Therbligs
Inefectivo	SELECCIONAR rueda	SELECCIONAR herraje	Inefectivo
Efectivo	ALCANZAR rueda	ALCANZAR herraje	Efectivo
Efectivo	TOMAR rueda	TOMAR herraje	Efectivo
Efectivo	MOVER rueda	MOVER herraje	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda	SOLTAR herraje	Efectivo
Efectivo	PREPOSICIONAR rueda sobre herraje	SELECCIONAR tornillo	Inefectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda y herraje	ALCANZAR tornillo	Efectivo
Inefectivo	POSICIONAR los orificios de rueda y herraje	TOMAR tornillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda y herraje	Mover tornillo	Efectivo
		POSICIONAR tornillo en orificios de rueda y herraje	Inefectivo
Efectivo	TOMAR rueda-herraje-tornillo	ENSAMBLAR rueda y herraje con tornillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda-herraje-tornillo	SOLTAR ruda y herraje con tornillo	Efectivo
		SELECCIONAR tuerca	Inefectivo
		ALCANZAR tuerca	Efectivo
		TOMAR tuerca	Efectivo
		MOVER tuerca	Efectivo
		POSICIONAR tuerca en extremo de tornillo	Inefectivo
		ENSAMBLAR tuerca con tornillo	Efectivo

Este es el diagrama bimanual del tipo de ensamble rueda-buje-herraje, que tienes 5 therbligs efectivos: alcanzar, tomar, mover, ensamblar, y soltar; y 3 therbligs inefectivos: seleccionar, sostener, y posicionar. Esta secuencia aplica a 9 modelos según la tabla 4.3.

TIPO DE ENSAMBLE: RUEDA - BUJE - HERRAJE			
Therbligs	Mano 1 - Izquierda	Mano 2 - Derecha	Therbligs
Inefectivo	SELECCIONAR rueda	SELECCIONAR buje y anillo	Inefectivo
Efectivo	ALCANZAR rueda	ALCANZAR buje y anillo	Efectivo
Efectivo	TOMAR rueda	TOMAR buje y anillo	Efectivo
Efectivo	MOVER rueda	MOVER buje y anillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda con buje y anillo	POSICIONAR buje	Inefectivo
		ENSAMBLAR buje y anillo	Efectivo
		SELECCIONAR herraje	Inefectivo
		ALCANZAR herraje	Efectivo

		TOMAR herraje	Efectivo
Inefectivo	POSICIONAR los orificios de rueda y herraje	MOVER herraje	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda con buje y anillo	SOLTAR herraje	Efectivo
		SELECCIONAR tornillo	Inefectivo
		ALCANZAR tornillo	Efectivo
		TOMAR tornillo	Efectivo
		MOVER tornillo	Efectivo
		POSICIONAR tornillo en orificios de rueda y herraje	Inefectivo
		ENSAMBLAR rueda y herraje con tornillo	Efectivo
		SELECCIONAR tuerca	Inefectivo
		ALCANZAR tuerca	Efectivo
		TOMAR tuerca	Efectivo
		MOVER tuerca	Efectivo
		POSICIONAR tuerca en extremo de tornillo	Inefectivo
		ENSAMBLAR tuerca con tornillo	Efectivo

Este es el diagrama bimanual del tipo de ensamble rueda-polveras-herraje, que tienes 5 therbligs efectivos: alcanzar, tomar, mover, ensamblar, y soltar; y 3 therbligs inefectivos: seleccionar, sostener, y posicionar. Esta secuencia aplica a 3 modelos según la tabla 4.3.

TIPO DE ENSAMBLE: RUEDA - POLVERAS - HERRAJE			
Therbligs	Mano 1 - Izquierda	Mano 2 - Derecha	Therbligs
Inefectivo	SELECCIONAR rueda	SELECCIONAR polveras	Inefectivo
Efectivo	ALCANZAR rueda	ALCANZAR polveras	Efectivo
Efectivo	TOMAR rueda	TOMAR polveras	Efectivo
Efectivo	MOVER rueda	MOVER polveras	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda	POSICIONAR polveras	Inefectivo
		ENSAMBLAR polveras	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda y polveras	SELECCIONAR herraje	Inefectivo
		ALCANZAR herraje	Efectivo
		TOMAR herraje	Efectivo
		MOVER herraje	Efectivo
		SOLTAR herraje	Efectivo
		SELECCIONAR tornillo	Inefectivo
		ALCANZAR tornillo	Efectivo
		TOMAR tornillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda con buje y anillo	MOVER tornillo	Efectivo
		POSICIONAR tornillo en orificios de rueda y herraje	Inefectivo
		ENSAMBLAR rueda y herraje con tornillo	Efectivo
		SELECCIONAR tuerca	Inefectivo
		ALCANZAR tuerca	Efectivo
		TOMAR tuerca	Efectivo
		MOVER tuerca	Efectivo
		POSICIONAR tuerca en extremo de tornillo	Inefectivo
ENSAMBLAR tuerca con tornillo	Efectivo		

Este es el diagrama bimanual del tipo de ensamble rueda-buje-polveras-herraje, que tiene 5 therbligs efectivos: alcanzar, tomar, mover, ensamblar, y soltar; y 3 therbligs inefectivos: seleccionar, sostener, y posicionar. Esta secuencia aplica a 13 modelos según la tabla 4.3.

TIPO DE ENSAMBLE: RUEDA - BUJE - POLVERAS - HERRAJE			
Therbligs	Mano 1 - Izquierda	Mano 2 - Derecha	Therbligs
Inefectivo	SELECCIONAR rueda	SELECCIONAR buje y anillo	Inefectivo
Efectivo	ALCANZAR rueda	ALCANZAR buje y anillo	Efectivo
Efectivo	TOMAR rueda	TOMAR buje y anillo	Efectivo
Efectivo	MOVER rueda	MOVER buje y anillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda	POSICIONAR buje	Inefectivo
		ENSAMBLAR buje y anillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda y buje	SELECCIONAR polveras	Inefectivo
		ALCANZAR polveras	Efectivo
		TOMAR polveras	Efectivo
		MOVER polveras	Efectivo
		POSICIONAR polveras	Inefectivo
		ENSAMBLAR polveras	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda - buje y polveras	SELECCIONAR herraje	Inefectivo
		ALCANZAR herraje	Efectivo
		TOMAR herraje	Efectivo
		MOVER herraje	Efectivo
		SOLTAR herraje	Efectivo
		SELECCIONAR tornillo	Inefectivo
		ALCANZAR tornillo	Efectivo
		TOMAR tornillo	Efectivo
		MOVER tornillo	Efectivo
		POSICIONAR tornillo en orificios de rueda y herraje	Inefectivo
		ENSAMBLAR rueda y herraje con tornillo	Efectivo
Inefectivo	SOSTENER rueda - buje - polveras y tornillo	SELECCIONAR tuerca	Inefectivo
		ALCANZAR tuerca	Efectivo
		TOMAR tuerca	Efectivo
		MOVER tuerca	Efectivo
		POSICIONAR tuerca en extremo de tornillo	Inefectivo
		ENSAMBLAR tuerca con tornillo	Efectivo



## Anexo B. Datos de corridas experimentales

Sujeto	Rafael Rios				
Ensamble	Dispositivo				
T. Ensamble	2.5"				
Pieza	1-10	11-20	21-30	31-40	41-43
1	24	17	17	16	15
2	23	14	15	12	20
3	13	14	21	16	17
4	19	14	15	13	
5	17	17	16	16	
6	20	14	15	15	
7	17	22	20	20	
8	14	16	14	16	
9	19	18	22	18	
10	13	14	17	18	
R <sup>2</sup>	0.059				
b	-0.047				
a	18.92				
TA (%)	96.8				

Donde:

- R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinación
- a = Coeficiente de valor de inicio
- b = Coeficiente de potencia
- TA = Tasa de aprendizaje (%)
- $\hat{y}$  = Tiempo estimado de realización

$$\hat{y} = a * x^b$$

Para esta última prueba experimental sería

$$\hat{y} = 18.92 * x^{-0.047}$$

La tasa de aprendizaje se obtiene así:

$$TA = 100 * 2^b = 100 * 2^{-0.047} = 96.8\%$$

R<sup>2</sup> = es el porcentaje de variación explicada por el modelo

R<sup>2</sup> = 0.059 o 5.9% de la variación es explicada en el modelo generado



Sujeto	José Juan Álvarez															
Ensamble	Manual			Dispositivo												
T. Ensamble	2"	2"B	2.5"	2"								2"B				
Pieza	1-22	1-22	1-15	1-25	26-50	51-75	76-100	101-125	126-150	151-175	176-190	1-25	26-50	51-75	76-100	101-103
1	28	51	86	31	19	14	16	11	13	13	11	66	32	25	30	28
2	25	44	83	23	20	15	13	17	13	15	12	47	45	28	35	36
3	27	43	84	18	16	15	12	22	17	14	13	35	38	27	29	31
4	25	38	77	30	13	14	12	11	13	14	12	40	33	31	36	
5	19	35	82	19	11	14	14	14	15	13	13	39	46	32	39	
6	30	32	84	19	18	15	12	11	14	12	10	30	30	28	28	
7	38	32	89	19	17	18	13	12	13	14	13	33	38	31	30	
8	23	29	78	18	17	16	18	11	17	10	10	31	37	41	33	
9	25	55	79	22	18	17	13	10	11	22	11	40	45	42	30	
10	24	31	80	17	16	19	12	14	11	16	13	52	36	43	44	
11	25	37	82	21	15	14	13	12	14	13	12	49	36	28	31	
12	25	29	60	20	19	13	9	18	13	16	12	34	40	28	36	
13	25	39	77	22	15	15	13	9	15	17	14	34	40	50	34	
14	21	37	81	17	15	12	11	11	16	13	13	32	32	37	30	
15	27	31	87	20	15	17	12	13	15	12	10	30	36	34	31	
16	17	39		17	17	14	16	14	12	13		31	40	34	29	
17	20	32		19	14	13	11	16	12	10		34	34	35	32	
18	22	33		20	11	13	12	10	11	12		44	27	33	23	
19	23	37		17	13	14	12	13	14	11		38	35	29	33	
20	24	35		21	19	12	21	12	12	16		31	27	26	31	
21	25	28		17	19	12	21	13	14	12		29	66	29	37	
22	23	29		23	17	14	17	12	15	13		41	34	32	30	
23				19	15	17	12	10	14	12		35	28	29	27	
24				15	14	27	13	13	11	15		35	69	34	37	
25				17	12	15	14	14	13	12		28	34	43	27	
R <sup>2</sup>	0.126	0.329	0.101	0.428								0.135				
b	-0.071	-0.126	-0.037	-0.153								-0.079				
a	28.36	46.99	86.07	27.58								45.98				
TA (%)	95.2	91.6	97.4	89.9								94.7				

Sujeto	José Juan Álvarez				Joel Vásquez											
Ensamble	Dispositivo				Manual			Dispositivo								
T. Ensamble	2.5"				2"	2"B	2.5"	2"			2"B			2.5"		
Pieza	1-25	26-50	51-75	76-93	1-21	1-9	1-15	1-25	26-50	51-54	1-25	26-50	51-54	1-25	26-50	51-53
1	81	28	28	40	35	39	82	24	15	23	29	29	23	38	40	28
2	41	31	27	27	21	46	79	18	18	16	26	26	25	37	21	41
3	47	28	28	36	33	40	68	28	23	15	34	27	24	34	28	27
4	37	33	40	27	24	32	70	19	22	12	28	30	19	29	33	
5	43	34	30	40	33	41	50	19	18		38	30		40	22	
6	39	25	42	35	31	38	48	20	15		30	24		26	30	
7	35	44	38	36	54	29	68	19	14		24	32		47	29	
8	38	32	28	41	35	37	64	17	15		27	30		37	27	
9	33	37	27	44	34	47	66	16	14		29	27		39	32	
10	45	26	29	29	28		63	15	17		27	25		31	26	
11	49	25	28	38	24		65	16	13		27	28		30	24	
12	42	42	37	46	41		61	25	15		25	23		36	32	
13	21	30	37	28	24		63	18	16		30	23		27	23	
14	49	29	26	29	19		68	20	17		28	20		32	25	
15	27	27	30	34	17		65	17	14		29	22		40	34	
16	37	36	45	35	40			21	14		27	25		28	24	
17	34	31	30	25	28			18	18		26	19		38	37	
18	45	34	42	33	27			19	16		27	21		28	28	
19	31	36	37		28			16	16		40	19		25	22	
20	44	36	46		31			16	16		28	18		32	29	
21	43	29	48		26			18	14		29	22		25	24	
22	28	23	50					20	15		27	22		38	24	
23	32	35	37					15	20		24	23		41	27	
24	29	29	49					15	15		25	24		38	25	
25	33	44	34					18	13		26	18		36	20	
R <sup>2</sup>	0.093				0.020	0.035	0.198	0.284			0.289			0.202		
b	-0.072				-	-	-	-0.105			-0.101			-0.103		
a	44.84				32.17	40.64	75.02	23.46			34.97			41.28		
TA (%)	95.1				96.8	97.2	94.7	93.0			93.2			93.1		

Sujeto	Víctor Mercado															
Ensamble	Manual			Dispositivo												
T. Ensamble	2"	2"B	2.5"	2"				2"B					2.5"			
Pieza	1-20	1-21	1-15	1-25	26-50	51-75	76-99	1-25	26-50	51-75	76-100	101-107	1-25	26-50	51-75	76-100
1	28	36	83	18	17	14	14	36	25	30	33	31	32	40	62	38
2	32	32	83	20	14	12	14	31	29	37	23	27	34	35	32	26
3	22	50	78	21	15	15	11	29	38	27	35	28	42	34	27	29
4	20	34	81	18	19	14	21	29	23	25	35	24	92	46	37	28
5	21	39	76	21	16	14	19	47	39	30	26	29	30	40	50	27
6	26	44	79	22	15	17	14	32	28	34	38	23	35	31	27	28
7	19	45	76	18	18	15	16	32	24	28	22	21	40	27	37	37
8	22	35	77	19	18	17	14	29	20	24	28		47	64	60	47
9	18	45	69	20	13	16	13	29	29	45	29		41	30	43	69
10	27	48	79	22	18	13	16	26	25	23	31		49	23	32	42
11	26	30	74	18	20	15	15	32	34	30	25		32	29	30	54
12	24	29	76	14	14	19	16	29	23	39	24		29	28	29	31
13	22	29	74	17	14	17	14	38	28	29	26		51	45	33	66
14	20	47	75	23	20	19	13	29	27	32	23		30	35	29	24
15	26	30	70	18	13	15	14	41	45	23	27		32	33	36	37
16	33	30		14	16	15	15	29	41	20	31		40	38	35	28
17	22	22		16	15	15	13	29	40	26	25		36	36	25	32
18	21	46		15	17	14	13	24	33	21	34		43	27	38	27
19	24	34		16	14	15	18	23	33	21	22		52	44	41	30
20	24	40		14	21	17	19	26	36	23	28		26	40	66	33
21		42		18	15	15	18	23	25	34	21		30	34	48	53
22				19	17	15	16	30	24	31	27		35	42	63	40
23				18	15	15	16	29	31	23	35		33	32	40	35
24				19	13	15	13	26	26	26	34		38	27	37	56
25				13	13	16		41	22	32	27		52	50	30	31
R <sup>2</sup>	0.032	0.020	0.574	0.229				0.058					0.022			
b	-0.036	- 0.038	- 0.052	-0.080				-0.050					-0.043			
a	25.41	39.77	84.74	21.32				34.46					42.41			
TA (%)	97.5	97.4	96.5	94.6				96.6					97.1			

Sujeto	V.M.	Fernando Quintanar														
Ensamble	Dispo	Manual			Dispositivo											
T. Ensamble	2.5"	2"	2"B	2.5"	2"					2"B				2.5"		
Pieza	100-122	1-20	1-18	1-15	1-25	26-50	51-75	76-100	101-106	1-25	26-50	51-75	76-96	1-25	26-50	51-75
1	34	21	42	72	38	17	20	21	20	30	30	33	29	49	52	25
2	31	37	34	70	22	18	17	18	17	34	34	32	36	45	34	47
3	30	16	34	60	22	20	19	18	17	33	37	27	30	42	39	45
4	27	18	29	61	22	19	16	19	16	28	30	28	37	43	37	43
5	27	17	32	63	20	20	14	18	16	29	33	29	27	29	39	43
6	23	19	38	63	19	20	21	16	16	33	27	24	30	30	36	45
7	28	23	40	63	22	20	25	18		34	33	37	26	44	36	36
8	27	21	41	64	20	17	21	17		32	30	27	38	38	30	34
9	39	22	32	66	18	18	15	19		32	26	38	29	45	55	32
10	36	20	32	67	39	19	18	18		28	31	31	29	37	40	31
11	23	14	34	60	21	22	20	17		32	31	28	30	41	34	35
12	41	16	34	57	20	25	17	20		31	30	27	31	45	37	30
13	46	23	35	58	18	17	21	18		26	28	36	29	37	55	43
14	44	16	35	54	19	18	18	25		29	35	32	34	43	47	41
15	26	20	34	53	22	18	29	27		41	37	33	32	48	47	46
16	25	13	34		22	21	16	20		30	33	29	27	31	37	55
17	29	20	37		20	18	15	20		31	32	39	29	40	39	41
18	54	19	27		20	18	21	20		29	31	29	28	43	37	42
19	38	23			19	20	21	20		39	31	27	27	39	43	28
20	28	17			19	18	14	17		35	33	31	35	36	48	33
21	32				18	20	18	25		32	35	33	33	37	34	48
22	33				16	17	21	18		33	33	36		29	34	43
23					17	19	20	19		38	32	32		44	46	55
24					15	18	20	17		29	35	30		34	40	40
25					19	22	16	20		35	26	29		35	39	40
R <sup>2</sup>		0.116	0.088	0.517	0.136					0.006				0.002		
b		-0.09	-0.04	-0.080	-0.064					-0.009				-0.009		
a		23.49	37.48	71.79	24.32					32.32				40.58		
TA (%)		93.7	97.2	94.6	95.7					99.4				99.4		

Sujeto	F.Q.	Guillermo Chávez												Alfredo Delgado		
Ensamble	Dispo.	Manual					Dispositivo						Manual			
T. Ensamble	2.5"	2"		2"B		2.5"	2"		2"B		2.5"		2"		2"B	
Pieza	76-85	1-25	26-32	1-25	26-33	1-15	1-25	26-48	1-25	26-50	51-55	1-25	26-45	1-25	26-48	1-25
1	50	32	19	34	30	84	26	19	61	39	32	63	52	19	10	26
2	39	33	19	38	29	84	33	18	67	32	35	62	38	18	16	17
3	48	25	22	26	30	81	26	18	37	34	31	41	53	14	17	18
4	41	28	23	35	32	76	33	20	51	48	33	47	40	12	13	15
5	41	22	23	35	28	75	25	23	57	43	36	42	38	14	13	18
6	34	23	16	43	27	80	35	18	39	39		40	42	16	16	20
7	34	18	16	37	28	75	37	20	41	33		46	33	18	13	20
8	35	19		52	34	65	23	28	43	35		35	46	11	12	19
9	38	19		35		82	33	23	50	36		41	28	14	12	15
10	33	26		33		63	36	23	27	41		25	50	17	13	14
11		29		35		70	21	26	33	40		58	50	15	11	17
12		27		31		62	23	23	37	34		39	40	12	16	20
13		24		26		70	25	17	38	39		37	35	11	12	18
14		26		30		65	37	18	46	37		70	35	17	12	19
15		30		33		66	24	21	30	37		64	34	17	13	22
16		24		35			33	25	39	36		44	46	14	12	21
17		27		32			17	22	35	39		32	34	10	13	17
18		21		35			21	17	39	36		47	44	15	15	19
19		19		33			24	16	35	28		34	37	12	11	22
20		17		40			35	21	35	32		54	27	13	10	17
21		22		33			30	19	32	36		38		12	12	22
22		19		25			23	20	31	38		31		12	13	15
23		19		25			30	18	43	31		43		14	14	16
24		18		27			24		40	37		40		17		21
25		18		36			36		33	28		59		16		19
R <sup>2</sup>		0.370		0.132		0.596	0.282		0.390			0.113		0.167		0.002
b		-0.143		-0.068		- 0.107	-0.146		-0.126			-0.089		-0.078		- 0.006
a		31.89		38.53		88.82	36.66		55.10			54.07		17.00		18.89
TA (%)		90.6		95.4		92.9	90.4		91.6			94.0		94.8		99.6

Sujeto	Alfredo Delgado											Víctor Hugo Torres				
Ensamble	Manual				Dispositivo							Manual				
T. Ensamble	2"B	2.5"			2"		2"B		2.5"			2"		2"B		
Pieza	26-41	1-25	26-50	51-56	1-25	26-44	1-25	25-49	1-25	26-50	51-57	1-25	26-48	1-25	26-50	51-52
1	17	39	30	22	22	15	23	22	46	31	27	21	11	24	22	27
2	19	38	30	25	20	19	19	29	22	24	28	23	14	27	24	21
3	19	26	29	20	18	14	20	20	55	26	27	20	16	25	27	
4	17	28	34	31	17	15	29	19	38	23	23	22	12	27	18	
5	22	27	35	31	15	15	26	20	26	29	23	21	16	25	18	
6	21	27	26	24	15	12	22	20	32	20	28	18	12	21	20	
7	16	47	30		18	15	25	18	21	19	32	16	17	23	21	
8	18	37	36		13	14	27	22	25	27		19	11	27	27	
9	21	33	20		19	18	25	22	23	22		16	12	22	18	
10	20	31	29		11	13	26	24	23	24		20	15	32	22	
11	17	29	23		17	14	25	26	27	24		16	16	17	20	
12	21	36	22		20	14	32	26	25	25		21	16	29	17	
13	19	30	30		13	18	23	27	31	19		18	13	27	17	
14	14	30	27		12	13	27	26	32	19		23	16	22	21	
15	22	24	30		11	11	20	25	27	19		15	10	22	24	
16	18	21	29		18	14	20	18	31	19		12	12	23	18	
17		24	32		16	14	21	18	27	29		18	12	23	22	
18		24	37		15	11	20	22	48	31		15	14	25	19	
19		18	25		14	14	28	21	28	20		17	14	26	23	
20		22	23		17		19	19	21	32		14	14	30	22	
21		25	32		16		30	16	26	22		13	13	30	23	
22		21	29		12		19	22	23	26		16	10	26	26	
23		30	23		14		23	27	23	29		13	14	27	27	
24		31	18		15		20	19	22	22		15		24	24	
25		29	24		15		19		21	31		12		25	26	
R <sup>2</sup>		0.128			0.241		0.041		0.158			0.526		0.072		
b		-0.080			-0.097		-0.037		-0.100			-0.178		-0.047		
a		35.49			19.66		25.06		35.39			25.49		26.81		
TA (%)		94.6			93.5		97.5		93.3			88.4		96.8		

Sujeto	Víctor Hugo Torres											Jorge Cano				
Ensamble	Manual			Dispositivo								Manual				
T. Ensamble	2.5"			2"			2"B		2.5"			2"			2"B	
Pieza	1-25	26-50	51-57	1-25	26-50	51-54	1-25	26-44	1-25	26-50	51	1-25	26-50	51-52	1-25	26-49
1	24	27	22	14	15	16	35	39	24	25	17	14	15	15	26	19
2	31	27	34	28	18	11	27	30	78	16		16	14	13	20	17
3	32	22	29	29	14	11	31	32	38	20		15	15		23	19
4	58	20	42	21	11	12	28	42	40	36		17	11		23	17
5	48	24	25	21	22		38	29	26	23		18	13		20	17
6	29	21	37	21	17		31	32	24	47		14	11		27	19
7	39	27	30	22	14		28	22	25	21		12	19		19	18
8	49	50		19	18		25	27	29	30		12	17		18	23
9	41	26		22	14		31	24	21	23		20	15		22	17
10	38	25		16	15		30	33	23	26		16	12		21	18
11	56	24		18	14		29	33	32	30		12	14		21	16
12	36	24		17	16		36	23	25	46		13	14		18	19
13	39	23		23	17		35	31	22	24		12	16		15	21
14	29	29		16	17		32	42	24	19		11	11		19	21
15	24	28		13	16		22	19	40	19		15	10		25	20
16	27	27		16	11		47	26	27	46		17	11		18	20
17	43	21		17	14		29	25	22	20		12	9		19	20
18	28	27		18	13		30	32	22	20		14	12		19	16
19	27	18		16	13		28	26	18	20		12	11		21	20
20	27	27		19	14		29		19	17		13	12		23	16
21	25	24		21	17		30		28	16		10	16		21	20
22	50	18		18	16		33		27	21		10	12		18	13
23	24	34		18	21		29		25	42		15	13		19	17
24	23	30		17	13		38		25	21		13	12		22	19
25	31	33		19	13		29		31	25		10	14		17	
R <sup>2</sup>	0.130			0.338			0.019		0.116			0.093			0.244	
b	-0.111			-0.145			-0.028		-0.122			-0.061			-0.077	
a	41.71			25.58			32.63		36.95			15.93			24.29	
TA (%)	92.6			90.5			98.1		91.9			95.8			94.8	



Sujeto	Jorge Cano												Heriberto García			
Ensamble	Manual			Dispositivo									Manual			
T. Ensamble	2.5"			2"			2"B			2.5"			2"		2"B	
Pieza	1-25	26-50	51-53	1-25	26-50	51-57	1-25	26-50	51	1-25	26-50	51-63	1-25	26-47	1-25	25-50
1	41	27	19	21	9	13	18	18	19	61	23	22	13	14	19	20
2	45	22	21	13	12	11	38	26		26	21	16	16	15	22	19
3	46	28	30	18	12	16	29	15		23	19	21	15	13	23	21
4	32	24		12	12	12	23	19		38	26	18	12	13	22	20
5	39	23		13	11	16	21	23		25	23	27	16	17	22	19
6	27	24		16	12	15	23	20		26	22	38	10	11	19	18
7	24	18		15	11	11	23	22		21	26	20	15	13	19	19
8	30	21		14	15		18	21		31	22	20	15	12	19	18
9	36	18		9	13		19	20		24	19	26	12	15	17	23
10	24	20		11	14		21	27		31	21	20	18	13	19	15
11	23	25		14	16		26	23		26	21	20	11	11	19	24
12	22	19		14	10		24	21		41	21	25	14	12	20	17
13	21	24		10	12		22	22		42	21	18	12	11	17	22
14	30	22		16	10		21	18		28	21		16	14	29	23
15	20	23		19	15		20	23		32	21		12	16	16	26
16	18	27		14	13		22	17		23	22		12	14	20	24
17	26	19		11	14		18	20		20	32		13	12	20	21
18	21	20		12	16		19	22		19	22		11	13	19	18
19	26	18		12	15		27	25		19	19		14	12	15	20
20	20	27		14	16		18	27		26	21		14	11	21	20
21	20	21		10	12		28	20		21	25		16	11	19	18
22	34	28		12	10		20	17		22	20		10	11	17	21
23	27	24		13	13		21	27		20	25		11		21	21
24	29	19		13	16		20	19		18	18		12		19	19
25	22	17		12	14		19	18		22	18		13		23	17
R <sup>2</sup>	0.458			0.047			0.065			0.301			0.058		0.260	
b	-0.181			-0.044			-0.048			-0.146			-0.040		-0.112	
a	42.17			14.92			24.72			37.32			14.58		24.68	
TA (%)	88.2			97.0			96.7			90.4			97.3		92.5	

Sujeto	Heriberto García										Alejandro Wintergerts					
Ensamble	Manual		Dispositivo								Manual					
T. Ensamble	2.5"		2"			2"B			2.5"		2"		2"B		2.5"	
Pieza	1-25	26-42	1-25	26-50	51-53	1-25	25-50	51	1-25	26-40	1-25	26-47	1-25	26-36	1-25	26-45
1	28	17	15	11	14	19	20	16	22	21	15	13	20	18	25	26
2	23	15	21	14	15	22	19		18	23	16	15	20	20	34	30
3	21	18	13	17	15	23	21		24	24	15	13	20	16	31	19
4	23	16	15	14		22	20		19	23	10	17	22	21	42	25
5	19	15	17	11		22	19		25	23	13	16	37	19	27	21
6	26	21	19	11		19	18		15	23	15	13	17	17	34	29
7	18	19	18	10		19	19		21	21	15	17	23	20	32	17
8	20	19	18	11		19	18		18	19	17	14	18	26	27	31
9	19	25	15	12		17	23		22	21	18	16	25	19	36	21
10	19	15	17	17		19	15		23	18	15	13	14	19	32	23
11	19	22	14	15		19	24		18	22	11	17	19	21	43	22
12	15	15	17	13		20	17		26	21	14	15	18		33	23
13	23	17	20	16		17	22		20	17	15	14	20		37	25
14	23	18	12	15		29	23		21	18	15	11	17		30	34
15	22	25	12	13		16	26		25	20	13	12	25		39	31
16	18	18	12	14		20	24		19		16	12	19		25	23
17	19	22	18	13		20	21		20		14	14	19		26	17
18	19		12	15		19	18		18		18	12	22		27	19
19	15		13	12		15	20		23		13	16	16		39	27
20	16		12	14		21	20		18		14	16	24		35	25
21	19		17	11		19	18		18		13	16	26		24	
22	23		14	17		17	21		25		13	15	23		37	
23	21		13	13		21	21		22		13		19		24	
24	15		14	17		19	19		19		14		18		26	
25	20		15	13		23	17		22		14		18		29	
R <sup>2</sup>	0.175		0.136			0.006			0.000		0.002		0.019		0.194	
b	-0.080		-0.071			-0.011			0.000		-0.007		-0.028		-0.115	
a	24.12		17.66			0.39			20.71		14.54		21.64		38.61	
TA (%)	94.6		95.2			99.2			100		99.5		98.1		92.3	

Sujeto	Alejandro Wintergerts						Rafael Rios									
Ensamble	Dispositivo						Manual						Dispositivo			
T. Ensamble	2"		2"B		2.5"		2"		2"B		2.5"		2"		2"B	
Pieza	1-25	26-45	1-25	26-32	1-25	26-46	1-25	26-50	1-25	26-42	1-25	26-50	1-25	26-47	1-25	26-47
1	17	12	26	20	61	22	12	9	13	15	43	19	11	11	22	14
2	11	12	27	20	23	20	10	8	17	18	20	13	15	8	26	13
3	17	13	31	25	44	23	10	10	16	13	19	13	9	8	15	17
4	19	14	25	17	23	25	15	11	15	15	18	18	13	8	15	21
5	22	10	29	26	25	35	13	12	14	12	18	16	10	13	16	17
6	13	14	22	20	25	27	22	7	11	15	18	17	11	10	19	14
7	16	13	21	26	21	22	18	10	14	16	27	21	12	11	14	16
8	13	15	28		22	28	13	12	12	13	20	16	13	12	12	19
9	13	12	18		42	20	12	7	13	14	18	16	12	8	12	15
10	12	15	28		42	20	9	10	15	17	21	26	10	7	12	14
11	15	13	21		23	23	9	10	13	14	17	18	9	8	17	15
12	13	13	24		42	31	6	11	19	17	23	25	13	12	15	16
13	10	13	32		25	23	7	10	15	14	24	21	11	11	16	13
14	10	12	26		25	21	8	12	15	12	18	16	9	10	11	17
15	12	12	21		20	32	7	9	16	10	19	25	11	10	17	18
16	14	17	22		22	21	7	10	15	13	21	19	10	12	16	17
17	14	15	27		18	23	11	9	14	14	23	14	12	13	16	12
18	11	14	24		22	18	10	8	18		17	14	8	10	18	19
19	16	17	24		24	15	9	8	13		16	24	13	11	19	16
20	13	15	21		22	16	10	12	15		19	18	11	9	17	13
21	16		25		19	27	10	9	13		18	22	8	8	18	19
22	14		22		20		10	8	15		18	19	8	9	16	19
23	13		20		21		11	7	16		19	20	12		14	
24	12		20		22		9	10	15		16	26	10		21	
25	11		24		22		9	7	14		14	18	12		18	
R <sup>2</sup>	0.054		0.172		0.246		0.146		0.002		0.106		0.097		0.021	
b	-0.044		-0.075		-0.155		-0.106		-0.007		-0.078		-0.064		-0.029	
a	15.38		28.49		38.08		13.35		14.65		24.05		12.40		17.47	
TA (%)	97.0		94.9		89.8		92.9		99.5		94.8		95.7		98.0	

## Bibliografía

- Allen , T. (2006). *Introduction to engineering statistics and six sigma*. London: Springer-Verlag.
- Anderson, D., Sweeney, D., y Williams, T. (2008). *Estadística para administración y economía* (10° ed.). México: Cengage Learning.
- Barnes, C. (2011). Understanding Disability and the importance of Design for All. *Journal of Accesibility and Design for All*, 55-80.
- Camara de Diputados. (1917). *Constitución política de los estados unidos mexicanos*. México: Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Camara de Diputados. (1970). *Ley Federal del Trabajo*. México: Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Camara de Diputados. (2003). *Ley Federal para Prevenir y Eliminar la Discriminación*. México: Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Camara de Diputados. (2011). *Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad*. Mexico: Camara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- Cameron, R. (2014). Honoring the experience of disability. *Phi Kappa Phi Forum*, 16-18.
- CONADIS. (2014). *Programa Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad 2014-2018*. México: CONADIS - Secretaria de Salud.
- CONADIS-CONAPRED. (2012). *Encuesta Nacional sobre Discriminación en México*. México: CONADIS-CONAPRED.
- Erlandson, R., Noblett, M., y Phelps, J. (1998). Impact of a Poka-Yoke Device on Job Performance of Individuals with Cognitive Impairments. *IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering*, 269-276.
- Fernández Rios, M. e. (1998). *Diseño de puestos de trabajo para personas con discapacidad*. Getafe: INMERSO.
- Flujas Leal, M. (2006). *Protocolo accesible para personas con discapacidad*. Madrid: Fundación ONCE.
- Garcia Criollo, R. (1998). *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. Puebla: Mc Graw-Hill.
- Hernández Sampieri, R., Fernandez Collado, C., y Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw-Hill.
- INEGI. (2010). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. México: INEGI.
- INEGI. (2013). *Las personas con discapacidad en México, una visión al 2010*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

- Jaber, M. (2011). *Learning curves – Theory, models, and applications*. Florida: CRC Press.
- John W. M., P. (1990). *Statistical method in engineering and quality assurance*. New York: John Wiley & Sons.
- Juran, J., y Blanton, G. (1999). *Juran's Quality Handbook* (5° ed.). New York, EUA: Mc Graw-Hill.
- Kanawaty, G. (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: OIT.
- Kogyo Shumbun, N. (1991). *Poka Yoke – Mejorando la calidad del producto evitando los defectos*. Madrid: Productivity Press.
- Krawjewski, L., Ritzman, L., y Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones – Procesos y cadenas de valor*. Naucalpan: Pearson Educación.
- Kume, H. (1992). *Statistical methods for quality improvement*. Tokyo: 3A Corporation.
- Miralles, C., Holt, R., Marin-Garcia, J., y Canos-Daros, L. (2011). Universal design of workplaces through the use of Poka-Yokes: Case study and implications. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 436 – 452.
- Montgomery, D. (2009). *Introduction to statistical quality control* (6° ed.). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Montgomery, D., y Runger, G. (2003). *Applied Statistic and Probability for Engineers* (3° ed.). Phoenix: John Wiley & Sons.
- Niebel, B., y Freivalds, A. (2005). *Ingeniería industrial – Métodos, estándares y diseño de trabajo*. México: Alfaomega.
- OMS – Banco Mundial. (2011). *Informe mundial sobre la discapacidad*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud*. España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales – INMERSO.
- ONU. (1948). Declaración Universal de los Derechos Humanos. Paris: Organización de las Naciones Unidas.
- ONU. (1986). *Development of statistics of disabled persons: case studies*. New York: United Nations.
- ONU. (1990). *Compendio de datos estadísticos sobre los impedidos*. New York: Naciones Unidas.
- ONU. (1996). *Manual for the Development Of Statistical Information for Disability Programmes And Políticas*. New York: United Nations.
- ONU. (2003). *Directrices y principios para la elaboración de estadísticas de discapacidad*. New York: Naciones Unidas.
- ONU. (2006). *Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad*. EUA: Organización de la Naciones Unidas.

- ONU. (2015). *Objetivos de desarrollo del milenio sobre discapacidad*. Nueva York: ONU.
- Secretaría de Gobernación. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2013–2018*. México: Secretaría de Gobernación.
- Shingo, S. (1990). *Tecnologías para el cero defectos: Inspecciones en la fuente y el sistema poka yoke*. Madrid: Productivity Press.
- Srinagesh, K. (2005). *The Principles of Experimental Research*. Massachusetts: Butterworth Heinemann.
- Stocco da Silva, L., y de Abreu Rodríguez, L. (2011). A Poka Yoke design Approach for the social inclusion of hearing impaired workers on an assembly line of a car manufacturing industry at Curitiba region. Natal: Proceeding of COBEM.
- STPS. (2014). *Programa Nacional de Trabajo y Empleo para las Personas con Discapacidad 2014–2018*. México: Secretaría del Trabajo y Previsión Social.
- Thompson, J., y Koronacki, J. (2002). *Statistical process control – The Deming paradigm and beyond* (2° ed.). Florida: Chapman & hall/CRC.
- Tortuosa, L., et al., (1997). *Ergonomía y Discapacidad*. Getafe: INMERSO.
- Treurnicht, N., et al., (Mayo de 2011). Using Poka–Yoke Methods to Improve Employment Potential of Intellectually. *South African Journal of Industrial Engineering*, 22(1), 213–224.
- Ulrich, K., y Eppinger, S. (2012). *Diseño y desarrollo de productos*. México: Mc Graw–Hill.
- Wieland, K., y Schütte, M. (1985). Concept of ergonomic and systematic work design for disabled workers. *International Journal of Rehabilitation Research*, 143–151.
- Young II, W. (2005). *Learning rates with confidence limits for jet engine manufacturing processes and part families from noisy data*. Ohio: College of Engineering and Technology of Ohio University.