

# 1er Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica para la Discapacidad



Facultad de Ingeniería Eléctrica



**ENITED 2017**

6 - 8 de Diciembre  
Morelia Michoacán México

## MEMORIA EN EXTENSO

Diciembre, 2017

## PRESENTACIÓN

Las personas que padecen alguna discapacidad son un sector de la población muy valioso para la sociedad. Sin embargo, por lo general conforman uno de los grupos más vulnerables, pues suelen presentar índices de escolaridad más bajos, participar menos en la economía y tener mayores gastos en comparación con las personas sin discapacidad. De acuerdo con informes de la Organización Mundial de la Salud y a reportes de los últimos censos nacionales, el número de personas con discapacidad (ya sea de nacimiento, por enfermedad, por accidente o por efectos de la edad) va en aumento. Esto muestra lo necesario y urgente que es promover el desarrollo científico y tecnológico que ellas requieren.

Las personas que sufren alguna discapacidad tienen problemas y necesidades específicas que pueden ser atendidos por quienes se dedican a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el país. Por un lado, se requiere investigación científica para prevenir, en lo posible, la discapacidad. También se requiere investigación e innovación tecnológica para ayudar a las personas con alguna discapacidad a superar los obstáculos a los que se enfrentan en su diario vivir y, a la vez, ayudarlos a lograr su inclusión social, laboral y educativa.

Este Primer Encuentro Nacional de Innovación Tecnológica para Personas con Discapacidad (ENITED 2017) es un foro donde se muestran los avances y resultados de la investigación científica y tecnológica a favor de las personas con alguna discapacidad (física o intelectual) en tres Ejes Temáticos:

1. Ingeniería
2. Ciencias de la Salud
3. Educación y Cultura.

ENITED 2017 ha reunido a investigadores, profesionales y estudiantes (de diferentes instituciones y disciplinas) interesados en el desarrollo de tecnología que beneficie a las personas con discapacidad. Esperamos que este encuentro promueva más proyectos de investigación y el desarrollo de más tecnología para las personas con discapacidad, con el fin de favorecer su autonomía física y económica y mejorar las condiciones de vida tanto de ellos como de sus cuidadores, maestros y familias.

Los trabajos expuestos en este Encuentro forman parte de estas memorias y muestran el gran interés que tienen los investigadores de las instituciones educativas en el desarrollo científico y tecnológico a favor de las personas con discapacidad. Agradecemos a todos ellos su valiosa participación.

## **COMITÉ ORGANIZADOR**

Coordinador General:

M.I. Miguel Ángel García Trillo

Trámites administrativos:

M.C. Diana Itzel Sepúlveda Jáuregui

Logística:

Ing. Wendolin Jacinto Díaz

Ing. Bertha Georgina Flores

Cursos y Talleres:

Enrique de Jesús Robledo Camacho

Alojamiento, turismo y eventos culturales:

M.C. Diana Itzel Sepúlveda Jáuregui

Web, apoyo técnico:

M.I. Salvador Daniel Pelayo Gómez

Enrique De Jesús Robledo Camacho

Registro y constancias:

M.C. Antonio Ulises Sáez Trujillo

Encuestas, Exposición Comercial y enlace con ONG's:

C.P. Carolina Mateo Mejía

Personal de Staff y edecanes:

C.P. Carolina Mateo Mejía

Comité Científico:

Dra. Ma. Martha Marin Laredo

Dr. Francisco Loeza Becerra

Dra. Josefina Valenzuela Gandarilla

Mtra. Marisol Morales Rodriguez

M.T.I. José Juan Herrera García

Comité Científico de Prototipos Tecnológicos:

M.I. Rosalia Mora Juárez

M.C. Antonio Ulises Saez Trujillo

# ÍNDICE

## PONENCIAS

### INGENIERÍA

6

### SALUD

122

### MULTIDISCIPLINARIA

149

## CARTELES

251

## RESUMENES

390



## PONENCIAS

<b>ÁREA DE INGENIERÍA .....</b>	<b>6</b>
DESARROLLO DE UNA MAQUINA CORTADORA LÁSER CON UNA PERSPECTIVA INCLUYENTE .....	7
DISPOSITIVO DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE.....	13
DEFINICIÓN DE MODELO DE PRODUCCIÓN CON CALIDAD DE APLICACIONES MÓVILES PARA DESARROLLO DE HABILIDADES PSICOMOTRICES .....	21
MANUFACTURA DE PRÓTESIS PERSONALIZADA CON IMPRESIÓN TRIDIMENSIONAL .....	41
DISEÑO MECANICO - ELECTROMAGNETICO Y CONTROL DE FASES DE MOVILIDAD PARA PROTESIS DE EXTREMIDAD INFERIOR .....	45
DESARROLLO DE EXOESQUELETO PARA REHABILITACIÓN .....	58
SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE LA DISLEXIA.....	76
SISTEMA DE APERTURA DE PUERTAS AUTOMÁTICO EDOS: GARANTIZANDO ACCESIBILIDAD A PERSONAS EN SITUACIÓN DE DISCAPACIDAD.....	87
ACCESIBILIDAD WEB Y CONTENIDOS DIGITALES. EVALUACION DE PRINCIPALES OPERADORES DE TELECOMUNICAICONES NACIONALES E INTERNACIONALES .....	93
DISLEXPACE” .....	97
VIDEOJUEGO SERIO PARA NIÑOS CON DISLEXIA .....	97
LAS TIFLOTECNOLOGÍAS COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA INCLUSIÓN EDUCATIVA DE LOS ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL.....	104
APLICACIÓN MÓVIL DE TRADUCCIÓN DE IMÁGENES DE LA LENGUA DE SEÑAS A SONIDOS .....	112
<b>ÁREA DE SALUD .....</b>	<b>123</b>
CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES QUE RECIBEN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN.....	124
CONOCIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA SOBRE LA CONTENCIÓN MECÁNICA .....	131
DISCAPACIDADES QUE LIMITAN LA INDEPENDENCIA DEL ADULTO MAYOR E INTERVENCIÓN DE ENFERMERÍA EN LA REHABILITACIÓN .....	139
<b>ÁREA MULTIDISCIPLINARIA .....</b>	<b>149</b>
PERCEPCION DE APOYO EN PAREJAS CON UN HIJO CON SÍNDROME DE DOWN	150

EQUINOTERAPIA COMO ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD.....	166
EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA INCLUYENTE Y PROBLEMÁTICA PARA DISCAPACITADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE JIQUILPAN.....	178
MÚSICA COMO ESTRATEGIA TECNOLÓGICA APLICADA AL DESARROLLO DE HABILIDADES EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD.....	204
APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA DETECTAR DISLEXIA EN LA VOZ .....	222
DISEÑO DE AYUDAS TÉCNICAS PARA DISCAPACIDAD VISUAL Y MOTORA: UNA CONTRIBUCIÓN A LA EDUCACIÓN INCLUSIVA .....	239

## **CARTELES.....253**

APLICACIÓN WEB PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE MANEJO DE DINERO EN PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN .....	254
APOYO INTELIGENTE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.....	268
BASTÓN ELECTRÓNICO PARA INVIDENTES .....	272
DISEÑO DE PROTOTIPO DE VEHÍCULO MÓVIL DE TRANSMISIÓN MANUAL PARA PERSONAS CON CAPACIDADES DIFERENTES.....	288
DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA LA PRUEBA DE POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS .....	298
SILLA DE RUEDAS CONTROLADA POR COMANDOS DE VOZ E INTERFACE GRAFICA (EASY CHAIR VOICE).....	305
ENSEÑANZA DE LA ESCRITURA PARA NIÑOS CON ESPECTRO AUTISTA, ESCRIBIENDO SIN LAGRIMAS.....	318
IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE RIESGOS PSICOSOCIALES LABORALES EN TRABAJADORES EN UNA TIENDA DE AUTOSERVICIO, 2017.....	323
PREVALENCIA DE LESIONES MUSCULO ESQUELETICOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS DE AGUASCALIENTES, ENERO A DICIEMBRE DE 2016.....	344
DESARROLLO DE PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA HABILITAR LA COMUNICACIÓN EN PERSONAS CON PARALISIS CEREBRAL SEVERA.....	361
TOXOPLASMOSIS OCULAR BILATERAL. REPORTE DE UN CASO DE ENFERMEDAD DE TRABAJO .....	369
RIESGOS DE DISCAPACIDAD EN EL PERSONAL DE ENFERMERIA DE UN HOSPITAL PÚBLICO.....	378

<b>RESUMENES .....</b>	<b>390</b>
MEJORANDO LA DISFEMIA MEDIANTE EL RECONOCIMIENTO COMPUTARIZADO DE SILABAS DEL HABLA.....	391
ESPACIOS EDUCATIVOS ACCESIBLES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD....	392
PROFESIONALIZACIÓN DE LOS ACTORES DE LA EDUCACIÓN INICIAL PARA UNA INCLUSIÓN EDUCATIVA.....	393
LA DISCAPACIDAD EN LOS CENSOS MEXICANOS DE POBLACION.....	395
DISPOSITIVO DE MARCHA SOLAR CON ELECTROESTIMULACIÓN .....	396

## ÁREA DE INGENIERÍA



ENITED 2017

## DESARROLLO DE UNA MAQUINA CORTADORA LÁSER CON UNA PERSPECTIVA INCLUYENTE

Rodolfo Villalobos Martínez, [rvillalobosma@ipn.mx](mailto:rvillalobosma@ipn.mx), Omar Valle Beltrán, [jvalle@ipn.mx](mailto:jvalle@ipn.mx), Sony Salvador Bonilla Tapia, [sonysalvadorice@gmail.com](mailto:sonysalvadorice@gmail.com) Paola Reyes Pérez  
[aloap\\_rp08@hotmail.com](mailto:aloap_rp08@hotmail.com)  
Instituto Politécnico Nacional. Escuela Superior de Ingeniería Textil

**Resumen.** Para el diseño de una maquina cortadora láser se utilizaron las necesidades de un integrante del proyecto que sufre de movilidad reducida de miembros inferiores que ha trabajado en la industria de la confección con máquinas convencionales de corte, las cuales, por su condición son incómodas de operar, además se hicieron consideraciones energéticas y de enseñanza. Se determinó la cinemática directa e indirecta, así como la dinámica del sistema. Posteriormente se utilizó un programa de simulación de circuitos electrónicos para diseñar y construir una interfaz para poder operar el dispositivo. El prototipo se encuentra en construcción, se han hecho pruebas satisfactorias al controlar los tres motores del sistema desde una Tablet lo que permite que la persona pueda trabajar sentado a distancia de la máquina, reduciendo el riesgo laboral. Se pretende que la falta de movilidad no sea un factor que reduzca la competitividad laboral de la persona al implementar esta tecnología.

**Palabras clave:** Textiles, movilidad, corte, láser, confección

### Introducción.

La tendencia desde la era industrial hacia la automatización de procesos ha permitido que hoy en día sea conocido “el proceso evolutivo de la manufactura” (Schwarz, 2014, p. 1). México ha empezado la transición hacia la manufactura 4.0, esta tendencia a la automatización de los procesos industriales tiene que ser realizada considerando la inclusión de personas con capacidades diferentes.

Las instituciones educativas tienen una gran responsabilidad para educar sobre la inclusión y una de las mejores formas de enseñar es reflejando una actitud que permita integrar a los estudiantes y personal con capacidades diferentes. El presente desarrollo tecnológico que se ha llevado a cabo, considera las necesidades propias de uno de los integrantes del equipo de investigadores que sufre de reducción de movilidad de miembros inferiores.

### Justificación

El cortador láser es una máquina que en sus inicios se empleaba en diversas aplicaciones no industrias, ahora se ha comenzado a implementar en la industria textil para realizar cortes exactos sobre diferentes tipos de materiales textiles.

Una de las desventajas del corte mecánico de textiles es el contacto que existe entre la herramienta de corte y la fibra. Al aplicar la fuerza para realizar el corte, las fibras se doblan y se desplazan resultando en cambios de posición que no son deseados. Además, la naturaleza abrasiva de algunos materiales como las fibras de carbón causa desgaste en la herramienta de corte, por tanto, la herramienta de corte tiene que ser frecuentemente cambiada y como resultado se incrementa el costo de producción. La calidad del corte decrece con la vida útil de la herramienta. El corte de textiles con procesos mecánicos como tijeras o cortadoras de cuchillas rectas carecen de precisión (A.N. Fuchs et al., 2013, 374).

El corte láser tiene algunas ventajas de acuerdo a W.M. Steen & J. Mazumder (2010). El proceso es flexible, se pueden hacer cortes en diversas direcciones. El corte láser es completamente automatizable, se pueden encontrar programas comerciales para planear las rutas de corte y se logra utilizar para fusionar materiales.



Fig. 1. Operación de una cortadora de telas.

En la Fig. 1 se observa cómo se realiza el corte de una tela usando una máquina semiautomática. Durante el proceso, es necesario que el operario utilice equipo de seguridad, guantes para proteger los dedos de la navaja de corte y mascarilla o cubre bocas para protegerse de la fibrilla que desprende la tela al ser cortada.

El operario empuja manualmente la máquina que se desliza sobre la superficie y con la otra mano sostiene y acomoda la tela. Aunque existen sujetadores para telas, generalmente intervienen las manos y el operario tiene que estar de pie en todo momento.



Fig. 2. Operación de una cortadora de telas.

Existen máquinas cortadoras automáticas como la que se observa en la Fig.2. Al emplear la máquina no es necesario que el operario utilice guantes de seguridad ni cubre bocas, pero sí tiene que estar de pie para controlar el panel de control. Se puede observar que para nuestro profesor es una posición incómoda ya que se sujeta con una mano de su bastón.

La Escuela Superior de Ingeniería Textil, fomenta el aprendizaje de sus estudiantes con proyectos de innovación y es importante que los alumnos se familiaricen con las nuevas tecnologías que se presentan en el mercado. El desarrollo de éste proyecto involucra estudiar el comportamiento de las fibras cuando entran en contacto con el láser y al mismo tiempo determinar los parámetros fundamentales para hacer un corte adecuado.

## Desarrollo.

### 3.1 Diseño.

El diseño partió de las consideraciones energéticas siguientes:

En la manufactura de prendas usualmente se utilizan máquinas que tienen un mecanismo de cizalla parecido al de las tijeras. En este tipo de corte la fricción y tipo de transmisión generan que la potencia necesaria de la herramienta de corte sea por lo general mayor a 200 watts, al compararse con la potencia requerida para activar un láser para corte de solo 5 watts, podemos advertir la viabilidad del proyecto. Al reducir el consumo energético pretendemos reducir los costos en el proceso de manufactura de prendas.

También se consideró la necesidad de hacer investigación básica sobre el comportamiento de los textiles cuando son cortados por láser, además, la máquina estará disponible en el Laboratorio de Confección para futuras investigaciones y por lo tanto tiene que ser lo suficientemente robusta para soportar el posible uso inadecuado y en su caso, ser reparada con facilidad.

Las necesidades propias de las personas con movilidad de miembros inferiores fueron propuestas por el profesor investigador integrante del proyecto, siendo las siguientes:

Posibilidad de operarse a distancia.

Portabilidad del mando con una mano, ya que posiblemente con la otra requieran sujetarse.

Posibilidad de variar la altura a la que se coloque el dispositivo sin tener que hacer un gran esfuerzo.

Colocación y sujeción del material a cortar con facilidad.

La dificultad de manipular las maquinas cortadoras convencionales por el peso y la robustez, pueden incrementar los problemas físicos y se incrementa el riesgo de pérdida de dedos.

La máquina deberá contar con un espacio de trabajo suficientemente grande para ser usada con el tamaño más común de las telas que es 1.4m de ancho.

### 3.2 Cálculos

La matriz de transformación homogénea correspondiente a la máquina es:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & q_1 \\ 0 & 1 & 0 & q_2 \\ 0 & 0 & 1 & q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Por lo tanto, la cinemática directa e indirecta queda respectivamente:

$$x = q_1 \quad (2)$$

$$y = q_2 \quad (3)$$

$$z = q_3 \quad (4)$$

La velocidad es:

$$\dot{x} = \dot{q}_1 \quad (5)$$

$$\dot{y} = \dot{q}_2 \quad (6)$$

$$\dot{z} = \dot{q}_3 \quad (7)$$

La dinámica de forma simplificada sin considerar los efectos viscosos y Coriolis fue obtenida utilizando el método de Euler-Lagrange y es descrita por las siguientes ecuaciones.

$$F_x = (m_1 + m_2 + m_3)\ddot{q}_1 \quad (8)$$

$$F_y = (m_2 + m_3)\ddot{q}_2 \quad (9)$$

$$F_z = (m_3)\ddot{q}_3 + m_3g \quad (10)$$



En donde  $F_x$ ,  $F_y$  y  $F_z$  coinciden con la fuerza que cada actuador correspondiente a cada eje, tendrá que proveer para mover el láser en las 3 direcciones.

### 3.3 Simulación y construcción.

Se utilizó el programa Proteus® para la simulación del sistema electrónico, de potencia y de control.

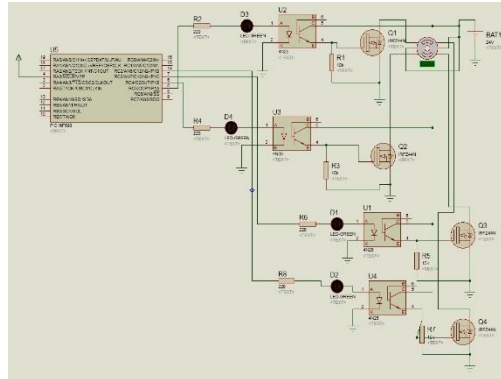


Fig. 3. Simulación del control de potencia.

En la Fig. 3 se puede ver la simulación del sistema de potencia. El sistema utiliza un Pic 16f690 para enviar los pulsos necesarios y controlar los giros de los motores a pasos. La señal del microcontrolador es conectada a través de unos optoacopladores 4N25 para mantener aislado al microcontrolador, posteriormente se usa un HEXFET MOSFET IRFZ44N para suministrar la potencia necesaria a los motores a paso, un aproximado de 36W por motor. Se utilizan dos fuentes de poder de la marca Dell® para alimentar al sistema de potencia.



Fig. 4 Integración del sistema en gabinete de computadora.

Después de diseñar y simular el sistema de control y potencia de la maquina cortadora, se construyeron las tarjetas electrónicas de forma manual. En la Fig. 4 se puede observar la integración de las tres tarjetas de control de potencia para los motores a pasos del sistema (color amarillo) y las dos fuentes de poder extra, todo dentro del mismo gabinete de la computadora que se utiliza para hacer la interface entre el usuario, modem y Tablet para operar la máquina. Se utilizó Labview® como base para la interface.

## Resultados

Se integró el sistema electrónico de control de potencia dentro de un Gabinete de tamaño estándar. Debido a la cantidad de energía disipada en forma de calor, se agregó un ventilador para enfriar las tarjetas de potencia. El ventilador se mantiene encendido todo el tiempo, aunque los motores no se estén usando.

Para encender el sistema es necesario activar por separado las fuentes de poder de los motores usando un pequeño interruptor colocado en la parte posterior del gabinete. Fue necesario hacerlo para probar la comunicación sin que hubiera ruido por parte de la etapa de potencia.

En las pruebas piloto se ha logrado controlar con éxito la velocidad y la dirección de los motores a paso de forma inalámbrica empleando una Tablet como control. El programa se desarrolló usando funciones de Labview®.



Fig. 5. Simulación del control de potencia

Se pudo operar el dispositivo electrónico utilizando una Tablet a una distancia máxima de 5 metros sin tener problemas con la comunicación por wifi como se muestra en la Fig. 5. El operario logra sentarse o buscar una posición más cómoda para realizar el corte. El guante para la mano ya no es necesario.

## Conclusiones

Al utilizar los requerimientos de una persona con problemas de movilidad en miembros inferiores que ha trabajado en la industria de la confección, hemos podido diseñar y simular un sistema que pudiera permitir a la persona trabajar desde una posición cómoda de forma remota y más segura.

La máquina se encuentra en desarrollo. Se pretende que para diciembre del año en curso se cuente con el sistema mecánico para realizar pruebas de corte en textiles.

La tecnología permite que las empresas puedan abrir sus puertas a personas que antes no podían ser contratadas para ciertos trabajos. La automatización de las empresas podría incrementar la inclusión en la industria de la confección tal y como se ha podido constatar en este trabajo.

En el proyecto han participado 6 estudiantes y 2 profesores investigadores de la carrera de Ingeniería Textil de la Escuela Superior de Ingeniería Textil y un estudiante de la Escuela Superior Mecánica y Eléctrica unidad Zacatenco.

## Referencias

Schwarz, M. (2014). Tendencias de innovación en los procesos actuales de manufactura. *Alma Phy*, 1(2).

A.N. Fuchs, M. Schoeberl, J. Tremmer, M.F. Zaeh, Láser Cutting of Carbon Fiber Fabrics, *Physics Procedia*, Volume 41, 2013, Pages 372-380, ISSN 1875-3892.

W.M. Steen, J. Mazumder, Láser material processing, 4th ed., Springer, London; New York, 2010.

P. Bamforth, K. Williams, M.R. Jackson, Edge quality optimisation for CO2 laser cutting of nylon textiles, In *Applied Thermal Engineering*, Volume 26, Issue 4, 2006, Pages 403-412, ISSN 1359-4311.

Alexander N. Fuchs, Michael F. Zaeh, Efficiency of Laser Cutting of Carbon Fiber Textiles, In *Physics Procedia*, Volume 83, 2016, Pages 1037-1043, ISSN 1875-3892.

## **DISPOSITIVO DE RECONOCIMIENTO DE MOVIMIENTOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD AUDITIVA Y DE LENGUAJE**

Omar Estrada Jiménez [omar.estrada@itsna.edu.mx](mailto:omar.estrada@itsna.edu.mx), Díaz Mar Gustavo [Gustavo.Diaz.Mar@hotmail.com](mailto:Gustavo.Diaz.Mar@hotmail.com), Pablo Pascual Escalante [pablo.escalante1996@gmail.com](mailto:pablo.escalante1996@gmail.com), José Arturo Diego García Arturo.110297@gmail.com, Edgar Antonio Pecero Ramírez [edgar.pecero@itsna.edu.mx](mailto:edgar.pecero@itsna.edu.mx), Fernando García Isidro [fernando.garciaisidro@gmail.com](mailto:fernando.garciaisidro@gmail.com)  
Instituto Tecnológico Superior de Naranjos

**Resumen.** La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece las condiciones que se deberá promover, proteger y asegurar el pleno ejercicio de los derechos humanos y libertades fundamentales de las personas con discapacidad, asegurando su plena inclusión a la sociedad en un marco de respeto e igualdad de oportunidades, es así como en México no se han desarrollado dispositivos que permitan la inclusión de personas en las instituciones públicas o privadas que ofrezcan algún servicio y estas tenga un contacto físico. El dispositivo de reconocimiento de movimientos, ayudara a interpretar el lenguaje de señas mexicano, traducirlo en lenguaje escrito para ayudar a personas con discapacidades auditivas y de lenguaje a comunicarse. Este software tendrá la función de traducir de forma escrita los gestos y movimientos capturados por el sensor.

**Palabras Clave:** Sensor, Discapacidad Auditiva, Población.

## Introducción

La discapacidad auditiva y de lenguaje es una característica que rara vez otros perciben, hasta el punto en que hay personas que sin saberlo conocen ya a alguno de los 1, 147,854 sordomudos que habitan en México, según datos del INEGI a 2010. La discapacidad auditiva y de lenguaje es considerada como invisibles ya que no aparece con características físicas evidentes y se hace notoria al momento de tener que realizar la comunicación o interacción con otras personas. Las personas sordomudas tienen a su disposición el sentido de la vista, por este motivo su lengua natural es visual-gestual como la lengua de señas y no la auditiva-verbal, como el lenguaje oral. (INEGI, 2010).

En México no se ha desarrollado tantas alternativas para que las personas con este tipo de caracterizas puedan interactuar plenamente como las demás, y por consecuencia tienen repercusiones en lo cognitivo, educativo, laboral, psicológico, etc [7].

La inclusión de personas con problemas auditivos y de lenguaje ha sido desatendida, de acuerdo con datos del último Censo de Población y Vivienda del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), de 5 millones 739 mil 270 personas con discapacidad que hay en la República Mexicana, 20 por ciento son sordomudos. (INEGI, 2010)

Los lenguajes de signos o lenguajes de señas, son usados por las personas sordas o mudas en muchas partes del mundo. En México se usa un lenguaje de signos por casi todo el país. En español se le dan varios nombres, tales como “lenguaje de signos mexicano” y “lengua de señas mexicana”, y se conoce en inglés como “Mexican Sign Language”.

Con el avance de la tecnología y el desarrollo de nuevos software y aplicaciones, la vida de las personas se ha facilitado de una manera significativa. Es por eso que surge el este software, el cual permite la comunicación de personas con discapacidades auditivas y de lenguaje con personas que desconozcan el lenguaje de señas mexicano, esto a través de un sensor que es capaz de detectar el movimiento y los gestos para procesar información y realizar la traducción de lo que capta [7].

## Método

El sensor Kinect es un dispositivo de reconocimiento de movimientos, los componentes que lo integran es un sensor de profundidad que sirve para medir la distancia que hay entre la persona y el dispositivo, cuenta con una cámara RGB que permite obtener una imagen a color, además de un sensor infrarrojo que captura el esqueleto humano para poder reconocerlo posicionándolo en el plano.

Una de las principales limitaciones que presentan las personas con discapacidad auditiva y de lenguaje está directamente relacionada con la dificultad para interactuar y comunicarse con otras personas, ya sea de forma verbal o a través de otros sistemas auxiliares basados en voz y audio. La práctica y el uso de lenguaje de señas obstaculizan establecer una comunicación por parte de las personas con estas discapacidades.

La sociedad mexicana ignora la mayoría de los problemas de las personas con estas características. Por consecuencia, se propone un software interactivo por medio de un sensor de movimientos que ayuda a interpretar el lenguaje de señas y sea traducido en lenguaje escrito para que la información pueda ser recibida por el receptor y vencer estas barreras que impiden la comunicación.

Para la programación del software se basa en el modelo de cascada, que consiste en el análisis de requerimientos, el diseño, la implementación, la integración y las pruebas [6].

Es el enfoque metodológico que ordena rigurosamente las etapas del ciclo de vida del software, de forma tal que el inicio de cada etapa debe esperar a la finalización de la inmediatamente anterior. De esta forma, cualquier error de diseño detectado en la etapa de prueba conduce necesariamente al rediseño y nueva programación del código afectado, aumentando los costos del desarrollo.

El más conocido, está basado en el ciclo convencional de una ingeniería, el paradigma del ciclo de vida abarca las siguientes actividades: [6]

### Imagen 1.- Modelo en Cascada

**Ingeniería y Análisis del Sistema:** Debido a que el software es siempre parte de un sistema mayor el trabajo comienza estableciendo los requisitos de todos los elementos del sistema y luego asignando algún subconjunto de estos requisitos al software.

**Análisis de los requisitos del software:** el proceso de recopilación de los requisitos se centra e intensifica especialmente en el software. El ingeniero de software (Analistas) debe comprender el ámbito de la información del software, así como la función, el rendimiento y las interfaces requeridas.

**Diseño:** el diseño del software se enfoca en cuatro atributos distintos del programa: la estructura de los datos, la arquitectura del software, el detalle procedimental y la caracterización de la interfaz. El proceso de diseño traduce los requisitos en una representación del software con la calidad requerida antes de que comience la codificación.

**Codificación:** el diseño debe traducirse en una forma legible para la máquina. El paso de codificación realiza esta tarea. Si el diseño se realiza de una manera detallada la codificación puede realizarse mecánicamente.

**Prueba:** una vez que se ha generado el código comienza la prueba del programa. La prueba se centra en la lógica interna del software, y en las funciones externas, realizando pruebas que aseguren que la entrada definida produce los resultados que realmente se requieren.

**Mantenimiento:** el software sufrirá cambios después de que se entrega al cliente. Los cambios ocurrirán debido a que hayan encontrado errores, a que el software deba adaptarse a cambios del entorno externo (sistema operativo o dispositivos periféricos), o debido a que el cliente requiera ampliaciones funcionales o del rendimiento [6].

### **Determinación de los requerimientos**

Las aplicaciones desarrolladas con el SDK de Kinect deben ejecutarse en máquinas con Windows nativo, no en máquinas virtuales, porque el driver PCKinect y la SDK deben estar instaladas en el ordenador donde se ejecuta la aplicación [2,3].

Sistema operativo:

- Funciona en Windows 7, tanto x86 como x64

Hardware:

- El sensor de Kinect para Xbox360
- Ordenador con doble núcleo, 2.66GHz o superior
- Tarjeta gráfica que soporte Microsoft DirectX® 9.0c
- 2 GB de RAM, 4 GB recomendada

Software:

- Microsoft Visual Studio 2010 Express o cualquier versión de Visual Studio 2010
- Windows Software Development Kit for Windows 7
- Microsoft .NET Framework 4.0

- Para los ejemplos:
- Microsoft DirectX Software Development Kit, Junio 2010 o superior
- La actual versión de DirectX End-User Runtime Web Installer
- Para los ejemplos de reconocimiento de voz (sólo para x86):
- Microsoft Speech Platform Runtime, versión 10.2 (x86)
- Microsoft Speech Platform – Server Runtime Languages, versión 10.2  
(Versión US-English, etiquetada como MSSpeech\_SR\_en-US\_TELE.msi)
- Microsoft Speech Platform – Software Development Kit, versión 10.2 (x86)

#### Requerimientos para instalación del software

##### Mínimos

Sistema operativo Windows 7 , 8.1 64 bits o 32 bits

Procesador Intel Celeron 2.16 GHz

Memoria RAM 4 GB

Disco duro 500 GB

##### Recomendado

Sistema operativo Windows 8.1, 7 de 64 bits o 32 bits

Procesador de 1.7 GHz Intel Core i5-4210U.

RAM es DDR3 de 8 GB

Disco duro 1 TB

Tabla 1.- Requerimientos para la instalación del software [fuente propia].

#### **Fragmento de código**

Programa ejecutado en Visual Studio para conectarse con el sensor Kinect y hacer el reconocimiento de los movimientos del cuerpo humano [1].

```
using Microsoft.Kinect;
```

```
namespace camaragesto
```

```
{ /// <summary>
    /// Lógica de interacción para MainWindow.xaml
    /// </summary>
    public partial class MainWindow : Window {
        KinectSensor mikinect;

        public MainWindow()
        {
            InitializeComponent();

        }

        private void Window_Loaded_1(object sender, RoutedEventArgs e)
        {
            if (KinectSensor.KinectSensors.Count == 0)
            {
                MessageBox.Show("Ningun Kinect detectado", "Visor de posicion de Articulaciones");
                Application.Current.Shutdown();
                return;
            }
            mikinect = KinectSensor.KinectSensors.FirstOrDefault();

            try
            {
                mikinect.SkeletonStream.Enable();
                mikinect.Start();
            }
            catch
            {
            }
```



```

        MessageBox.Show("Fallo en la iniciacion de Kinect", "Visor de posicion de
        Articulaciones");

        Application.Current.Shutdown();

    }

```

### Resultados o propuesta

Para el funcionamiento del software es necesario que una persona con discapacidad auditiva y de lenguaje se coloque frente al sensor, para ello el software se encargara de determinar la distancia adecuada que existirá entre los dos, esto dependerá de la estatura de la persona que se desee captar, una vez colocado correctamente empezara a interactuar con el sensor quien se encargara de captar las señas que la persona con la discapacidad auditiva y de lenguaje realice,

Una vez que el sensor capte movimientos los datos se enviaran al software, que se encargara de comparar la información obtenida con las plantillas establecidas, después de determinar la posición en la cual se encuentra se realizara la traducción al lenguaje escrito que permanecerá por un tiempo determinado en el pantalla, y por medio de un avatar podrá devolver la respuesta de la traducción.

Imagen 2.- Detección de una postura

Imagen 3.- Detección de Esqueleto

### Comentarios finales

Como resultado de la investigación obtenida se determinó que es favorable utilizar el sensor Kinect, lo cual ayuda a que el software realice la traducción de una manera más directa en tiempo real, esto ayudara a mejorar la interacción y la inclusión de estas personas, para ello se realizaron pruebas determinando la posición del cuerpo, de tal manera que ayude a desarrollar un prototipo de traducción, sin embargo se cuenta con algunas plantillas que dependiendo de su posición y los movimientos se logra establecer una comunicación. Para la etapa de culminación del software se requiere de recabar información que mejore la forma de captura de los gestos así como nuevos algoritmos y plantillas que contribuyan a la elaboración.

Para posteriores investigaciones se recomienda tomar esta disertación como base medular para sus trabajos dado que es un espectro muy amplio en el que se pueden realizar diversas intervenciones, inclusive con la información recaba pudiera, si algún grupo de investigadores lo desea realizar una monografía de la comunidad. Es una área fértil para la investigación científica y no explotada, pues no existen materiales o documentación de algún proyecto realizado en dicha comunidad.

## Referencias

- [1] David catuhe, Programming with the Kinect for Windows Software Development Kit, Washington, Megan Smith-Creed, 2012.
- [2] Jared St. Jean, Kinect Hacks, United States of America, O'Reilly, 2013.
- [3] Greg Borenstein, Making Things See, Canada, O'Reilly, 2012.
- [4] Roger S. Pressman, ingeniería del software: un enfoque práctico, México, Mc Graw Hill, 2010.
- [5] Rob Miles, Start Here! Learn the Kinect API, O'Reilly, 2012.
- [6] Ingeniería del Software: Un enfoque práctico, Roger S. Presuman, 3ra Edición.
- [7] Instituto Nacional de Estadística y geografía, Censo de población 2010.

## Notas biográficas

Gustavo Díaz Mar, alumno de 8° Semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la información y comunicaciones del Instituto Tecnológico Superior de Naranjos. Gustavo.Diaz.Mar@hotmail.com

Juan Carlos Gámez García, alumno de 8° Semestre de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la información y comunicaciones del Instituto Tecnológico Superior de Naranjos. Juan\_Carlos\_Gamez\_Garcia@hotmail.com

José Oscar Cruz Torres, alumno de 8° Semestre de la carrera de Ingeniería en Logística, del Instituto Tecnológico Superior de Naranjos. Ozkrcruz@hotmail.com

M.C.A. Omar Estrada Jiménez , Docente Asociado “A”, Maestría en Ciencias Administrativas con especialidad en relaciones industriales por la Universidad del Golfo, Licenciatura en Administración por el Instituto Tecnológico de Cerro Azul, Profesor-Investigador en la carrera de Ingeniería en gestión Empresaria en el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Veracruz, México. Coordinador de Emprendedores en el ITSNa.

omar.estrada@itsna.edu.mx(autor corresponsal)

L.I. Edgar Antonio Pecero Ramírez Docente con Asignatura B de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la información y comunicaciones en el Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Veracruz, México. edgar.pecero@itsna.edu.mx

Ing. en TIC's Fernando García Isidro Egresado del Instituto Tecnológico Superior de Naranjos, Técnico Superior Universitario en Mantenimiento Industrial por la Universidad Tecnológica de Tamaulipas Norte, Tres veranos de investigación científica por parte de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) y el Instituto Nacional de Electricidad y Energías Limpias (INEEL), Publicación de un artículo en el libro “Implementation of intelligent optimization

solutions for logistics problems in the north-east of Veracruz: a multidisciplinary approach” año 2016, fernando.garciaisidro@gmail.com

## DEFINICIÓN DE MODELO DE PRODUCCIÓN CON CALIDAD DE APLICACIONES MÓVILES PARA DESARROLLO DE HABILIDADES PSICOMOTRICES

Alma Esparza<sup>1</sup> alma.es.uv@gmail.com, Francisco Álvarez<sup>2</sup> fjalvar@correo.uaa.mx, Edgard Benítez-Guerrero<sup>3</sup> edbenitez@uv.mx, Teresita Álvarez<sup>4</sup> [alvarez88.t@gmail.com](mailto:alvarez88.t@gmail.com)  
<sup>1, 3, 4</sup> Universidad Veracruzana, <sup>2</sup> Universidad Autónoma de Aguascalientes

**Resumen.** Actualmente con el desarrollo y uso de las nuevas tecnologías, el tener un dispositivo móvil al alcance de cualquier integrante de la familia es muy común. Lo que se presenta en este documento es una experimentación sobre el modelo propuesto por Esparza et al., (Esparza Maldonado, Álvarez Rodríguez, Benítez Guerrero, & Ponce Gallegos, 2014-2016) para construir aplicaciones móviles que ayuden a desarrollar habilidades de psicomotricidad fina viso-manual de niños con discapacidad; así como determinar la calidad que se tiene al generarlas y la calidad en el grado de accesibilidad para el usuario. El construir aplicaciones con calidad es importante, ya que para personas con discapacidad, puede mejorar el grado de accesibilidad a las tecnologías (dispositivos móviles). Para determinar la calidad es necesario conocer las características que debe de tener este tipo de aplicaciones, como lo son: pantalla grande, teclado adecuado, ergonomía, entre otras (Schrott, Revista de la OMPI, & División de Comunicaciones, 2009), es decir se debe de caracterizar la aplicación para poder determinar cómo desarrollar la aplicación y como medir la calidad. La principal aportación de este trabajo es mostrarle al lector la calidad que se obtiene al generar aplicaciones siguiendo un proceso y definir un modelo para mejorar la calidad al observar los resultados obtenidos en base a las diferencias al desarrollar las aplicaciones con diferentes tipos de equipos de desarrollo.

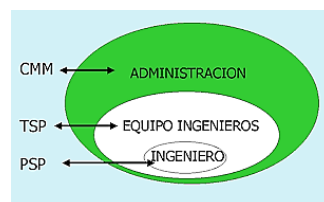
**Palabras clave:** Modelo Inspirado en el desarrollo en espiral, psicomotricidad fina, Calidad.

### Introducción

En este trabajo nos interesamos en generar con calidad un tipo particular de aplicaciones que permitan a sus usuarios (niños con discapacidad cognitiva) desarrollar distintas habilidades dentro de las cuales se encuentra la Psicomotricidad. La historia de la psicomotricidad como disciplina es muy reciente y aparece ligada, por una parte, al papel de la infancia en las sociedades actuales y a la consideración de la actividad del niño y la niña como fuente esencial para sus aprendizajes. Consecuentemente la psicomotricidad, como parte básica para su

desarrollo, propone una multitud de situaciones a partir de movimientos sencillos de acuerdo con el desarrollo psicológico del niño. Recordemos la importancia que tiene la postura, el equilibrio y la coordinación motriz como bases para la adquisición de dichos aprendizajes. Normalmente, la integración de estas actividades neuromotrices deben "automatizarse" antes de que los fenómenos integrativos superiores, incluyendo el lenguaje, puedan desarrollarse (Universidad Pedagógica Nacional, 1997). Por otro lado, la psicomotricidad fina viso-manual es específicamente la capacidad de realizar ejercicios con la mano de acuerdo a lo que vemos. En esta intervienen el brazo, antebrazo, muñeca, mano y ojo. (Ideaspropias, 2004).

El desarrollo de aplicaciones, especialmente para dispositivos móviles, debe adecuarse a las necesidades del usuario limitadas por tres restricciones: calidad, tiempo y requisitos (Jiménez Sanchez, Laguna Serrano, & González Baixauli, 2005). La calidad del software se refiere al conjunto de cualidades que lo definen. (Fernández Carrasco, García León, & Beltrán Benavides, 1995) mencionan que "La calidad es sinónimo de eficiencia, flexibilidad, corrección, confiabilidad, mantenibilidad, portabilidad, usabilidad, seguridad e integridad." Lemus Olalde (Lemus Olalde, 2007) va más allá, mencionando que lo que influye en la calidad del producto es la calidad del proceso de desarrollo del mismo. Además dice que el proceso se mejora con el fin de reducir los defectos en el producto. Dentro del mejoramiento de procesos de software se encuentran técnicas como lo es el TSP (Team Software Process), el PSP (Personal Software Process), seis Sigma Software. En la Fig. 5 se pueden observar los niveles de calidad: el primero es PSP, es decir, con el ingeniero a nivel personal; el siguiente nivel es el TSP refiriéndose al equipo de ingenieros que lo integran y, finalmente, el CMM refiriéndose a la administración del software.



**Fig. 1** Nivel de Calidad del proceso de desarrollo de Software (Samuel, 2009).

El presente documento habla de dos aplicaciones desarrolladas en base a un modelo inspirado en el desarrollo en espiral, en el cual se diseñó, desarrolló y construyó, la aplicación, una de ellas terminando con la intervención de una sola persona en las primeras dos iteraciones y en la tercera iteración un equipo de dos personas. La segunda aplicación fue desarrollada por un equipo de tres personas en el área de computación, este equipo finalizó hasta la primera iteración de dicho modelo También se habla de las diferencias entre realizar la aplicación una sola persona y el realizarla por equipos ya sea integrantes de diferentes áreas y de la misma área. ya que la

finalidad de dichas aplicaciones es el desarrollo de habilidades, específicamente en psicomotricidad fina viso-manual implementando las técnicas de desplazamiento y picado con punzón, puesto que los niños pueden aprender y desarrollar de manera correcta las actividades motoras básicas como, tomar o seleccionar un objeto.

En el caso de las personas con limitaciones funcionales, la adaptación de las herramientas que este tipo de personas utiliza es especialmente necesaria dado que dependen más de su entorno inmediato que una persona que no tiene limitaciones funcionales. Si el entorno no se ajusta a sus características, necesidades y limitaciones, repercutirá no sólo en el confort, facilidad de uso y eficiencia a corto plazo, sino también en su salud, seguridad, independencia, bienestar social y en definitiva en su calidad de vida (Instituto de Biomédica de Valencia, 2008-2013).

Este documento está organizado de la siguiente manera. En la metodología se habla de calidad, la caracterización del sistema, el modelo con el que se experimentó y los productos obtenidos durante el experimento. Después de la metodología se encuentra Experimentación y Resultados, en la primera se habla de cómo fue desarrollada, los participantes y los productos obtenidos. En los resultados se observa las diferencias al utilizar distintos tipos de equipos de desarrollo al realizar las pruebas según la caracterización de la aplicación para personas con discapacidad. Finalmente se tiene el apartado de Conclusión la cual se analiza los resultados definiendo un modelo para el desarrollo con calidad y se explica cuál será el trabajo a futuro en base a los resultados y conclusión.

## Metodología

La calidad está cuantificada por el valor que se le da al conjunto de propiedades seleccionadas. La calidad dice James Bach “es circunstancial y subjetiva” (Bach & ST Labs Inc, 1997): Subjetiva porque depende de los atributos elegidos para medirla y circunstancial porque el conjunto de atributos elegidos puede variar en situaciones diferentes (Vargas & Biagioli, 2009). Por tal motivo es importante caracterizar la aplicación para el desarrollo de habilidades que será utilizada por personas con discapacidad, para conocer cuáles son los atributos necesarios que requiere dicha aplicación, cuál será la forma de atacar el problema y de esta manera se conoce los puntos o atributos que serán objeto de medición en la calidad del producto.

Para poder caracterizar la aplicación móvil que será utilizada por personas con discapacidades realizó un estudio en el entorno de discapacidad el cual dice que los sistemas operativos incorporan servicios que facilitan su acceso a las personas con discapacidad. Los tipos de servicios de accesibilidad suelen coincidir en todos los sistemas operativos variando en su alcance y características (Gil González, 2013). Los requisitos que se requiere para los sistemas operativos en personas con discapacidad son los siguientes.

Magnificador.

Alto contraste.

Lector de pantallas.

Lectura de textos.

Reconocimiento de habla.

Avisos sonoros, visuales y hápticos.

Estos puntos anteriores permiten caracterizar las aplicaciones para personas con discapacidad en tres factores que influyen en la predisposición a las TIC: el grado de accesibilidad, el grado de independencia y el grado de minusvalía (Fundación Auna, 2004). La accesibilidad es la condición que deben cumplir los procesos y productos, así como los objetos instrumentos herramientas y dispositivos para ser comprensibles, utilizables en condiciones de seguridad y comodidad de la forma más autónoma y natural posible. En cuanto al grado de independencia se refiere a la capacidad de desarrollar habilidades sin la necesidad de que otra persona intervenga en sus actividades, por último se tiene el grado de minusvalía que se refiere al grado de discapacidad que presenta la persona.

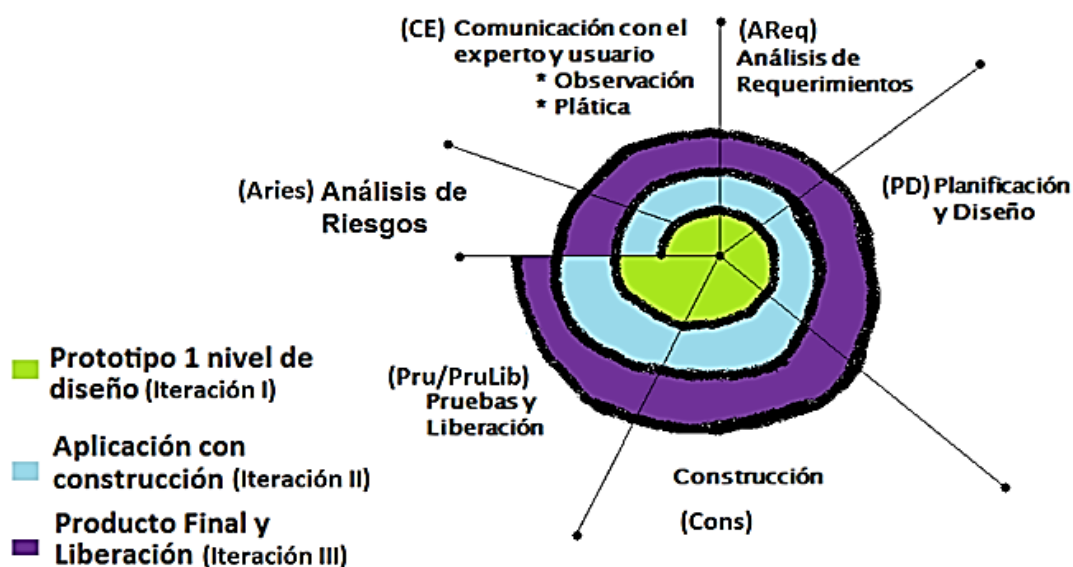
En la Tabla 1 se presentan algunos problemas característicos de la accesibilidad de las aplicaciones para personas con discapacidad (la cual permitirá ayudar a medir la calidad con respecto al grado de accesibilidad), que presentan algunas aplicaciones con respecto a las discapacidades: visual, auditivo, psíquica y física.

**Tabla 1** Problemas que presentan las aplicaciones en distintas discapacidades (Schrott, Revista de la OMPI, & División de Comunicaciones, 2009).

Problemas	Visual	Auditivo	Psíquica	Física
Pantalla	X		X	X
Teclas	X		X	X
Funciones y Menú	X			
Ergonomía				X
Lenguajes de signos		X		
Traducción de voz a Datos		X		
Exceso de funciones			X	X

de difícil acceso

Para el desarrollo de aplicaciones y determinar la calidad con la que son producidas, se utilizó el modelo inspirado en el desarrollo en espiral (ver Fig. 2) propuesto por Alma Esparza, et. al. (Esparza Maldonado, Álvarez Rodríguez, Benítez Guerrero, & Ponce Gallegos, 2014-2016) Ya que este es un modelo evolutivo de proceso de software que se acopla a la naturaleza iterativa de hacer prototipos con aspectos controlados, mediante el desarrollo de una serie de entregas evolutivas, específicamente para personas con discapacidad.





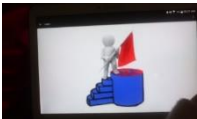



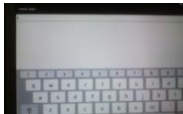


**Fig. 2.** Modelo inspirado en el desarrollo en Espiral propuesto por Esparza, et. al. (Esparza , Álvarez, Benítez-Guerrero, & Ponce, 2016).

Para determinar la calidad en el proceso se debe de verificar el desarrollo del producto, el cual debe de tener toda la documentación de la construcción y además cubrir con los factores del grado de accesibilidad en base a las características mostradas en la Tabla 1. A continuación, se explicarán los productos obtenidos al finalizar cada iteración del modelo propuesto, durante el

proceso de construcción de cada aplicación por las diferentes personas y equipos, esto permitirá realizar puntos de comparación y determinar la accesibilidad en los diferentes procesos.

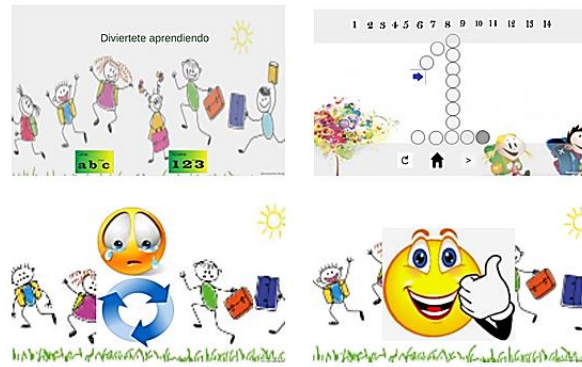
Iteración I - Aplicación 1. El producto obtenido en la primera iteración se puede observar en la Tabla 2, el cual fue realizado sólo por una persona y no en equipo, en esta aplicación se busca el desarrollar la psicomotricidad fina viso-manual utilizando técnicas de gamificación.

**Tabla 2.** Productos obtenidos al finalizar la iteración 1 del modelo inspirado en el desarrollo en espiral utilizando las técnicas de gamificación.

Entrada	Salida
1	  
2	  
3	  

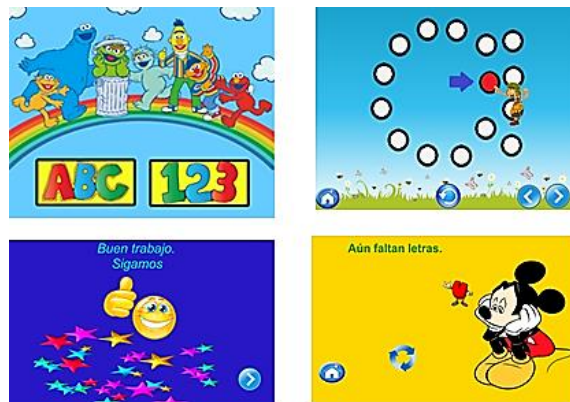
Iteración II - Aplicación 1. El producto obtenido en la segunda iteración se puede observar en la Fig. 4, este prototipo cuenta tanto con las técnicas de psicomotricidad y gamificación.





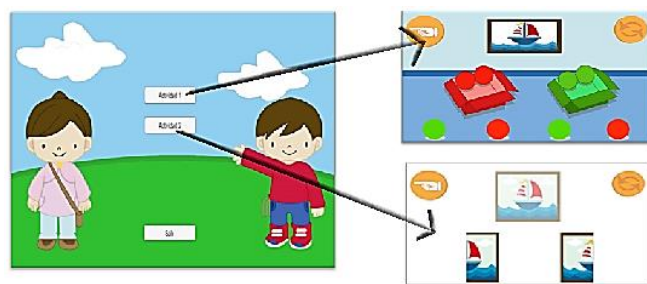
**Fig. 4.** Producto obtenido de la iteración II, utilizando técnica de gamificación y picado con punzón.

Iteración III - Aplicación 1 La iteración III fue desarrollada por un equipo conformado por dos personas, una de ellas es perteneciente a la carrera de Ingeniería Industrial y la otra a la carrera de sistemas.



**Fig. 5** Producto obtenido por el Equipo 1 al finalizar la iteración 3 del modelo inspirado en el desarrollo en espiral, para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual utilizando la misma técnica de picado con punzón.

Iteración I - Aplicación 2. Primer prototipo de aplicación (ver Fig. 6) utilizando la técnica de desplazamiento, construida bajo el modelo inspirado en el desarrollo en espiral. Esta aplicación fue construida por un equipo constituido por personas del área de ingeniería de software.



**Fig. 6** Primer prototipo de la aplicación utilizando la técnica de desplazamiento para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual.

## Experimentación y Resultados

Para medir la calidad de los productos obtenidos se tiene que visualizar la documentación realizada durante la creación de los productos; así como los resultados de las pruebas realizadas a los usuarios al utilizar las aplicaciones y analizar si cubren con las características específicas para las personas con discapacidad.

### 3.1 Experimentación.

La experimentación se realizó tanto al modelo inspirado en el desarrollo en espiral, la cual consiste en que dos equipos construyan, cada uno, una aplicación para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual, así como a las aplicaciones generadas para determinar el grado de accesibilidad generada en cada una de estas aplicaciones construidas y de esta manera comparar la calidad obtenida de ambos equipos para poder definir cuál es la manera idónea de construir la aplicación, es decir, si es mejor que sólo una persona construya la aplicación o si es mejor en equipo y si es mejor en equipo qué tipo de integrantes deben de conformarlo.

La aplicación de la Figura 4 fue desarrollada por una persona siguiendo el proceso y presentando los productos al finalizar las fases de cada iteración; a continuación se observan los productos más relevantes de las fases de cada iteración.

Aplicación 1 con técnica de picado con punzón.

Iteración I-Análisis de requerimientos.

**Tabla 2.** Tabla de Requerimientos Funcionales de la aplicación en base a las características del usuario.

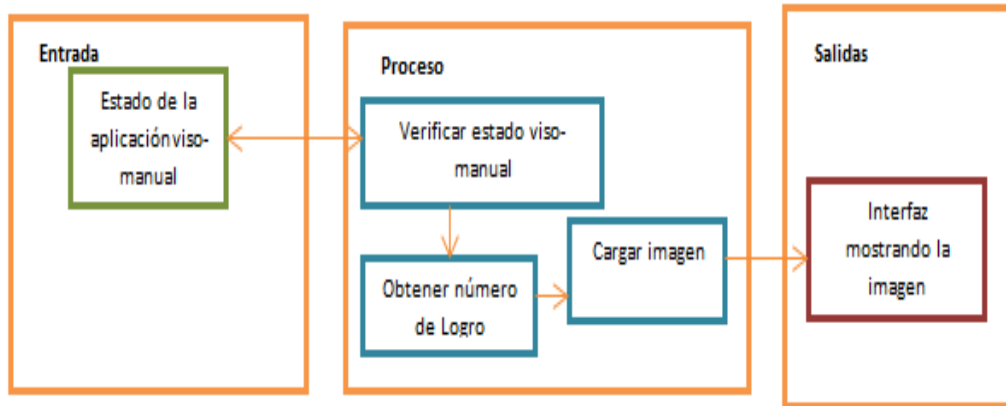
No. Requerimiento Funcional	Requerimientos Funcionales
-----------------------------------	----------------------------

1	Interfaz gráfica eficiente para móviles, para el usuario.
2	Utilizar como técnica de gamificación el logro, nivel.
3	Catálogo de logros, y Niveles.
4	Identificador de estado del logro obtenido o por obtener.
5	Utilizar como técnica de psicomotricidad fina viso-manual Ensartar un cordón, Encajar y desencajar objetos, Picado con punzón.
6	Catálogo de actividades con técnica de psicomotricidad fina viso-manual
7	Verificador de estado de la actividad de psicomotricidad

Tabla 3. Requerimientos no Funcionales de la aplicación en base a las características del usuario.

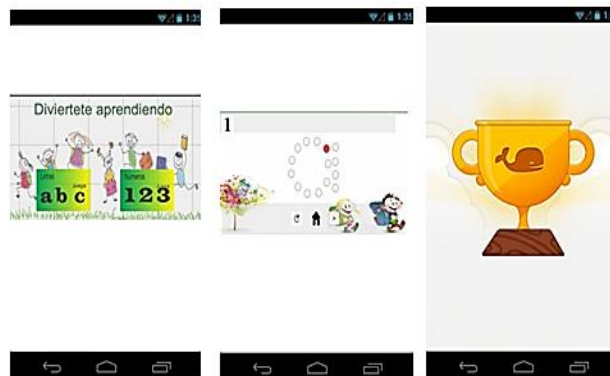
No. Requerimientos No Funcionales	Requerimientos No Funcionales
1	El componente está basado en java.
2	El componente es independiente e íntegro.

Iteración I-Planificación y Diseño. Se definió la arquitectura a utilizar, el diagrama de bloques, el diagrama de descomposición modular (ver Fig. 6).



**Fig. 6** Diagrama de descomposición modular. Recibe como entrada el estado en el que se encuentra la aplicación, en el proceso se verifica en qué actividad se encuentra y el resultado obtenido al finalizarla para mandar a llamar un resultado y en salida mostrarlo.

Iteración I-Construcción. En la construcción de la primera iteración se realizó el mockup, el diseño de interfaz (ver Fig. 7) y el desarrollo de la técnica de gamificación Logro.



**Fig. 7** Diseño de Interfaz de usuario

Iteración I-Pruebas. Las Pruebas se realizaron al funcionamiento interno así como a la técnica de gamificación. En la prueba se daba como entrada un número y este a su vez generaba una salida dependiendo del número de entrada. El número de entrada representa el resultado obtenido al finalizar la actividad de psicomotricidad (Tabla 4).

**Tabla 4.** Prueba de la técnica de gamificación

Entrada	Salida
2	  
3	  
4	  

Iteración II. A continuación se muestran los productos obtenidos al finalizar cada fase del modelo en la segunda iteración; esta iteración integra el Análisis de Riesgos.

Iteración II - Análisis de Riesgos. Nos dice que se tiene que mejorar el diseño de la aplicación para de esta forma cumplir con los requisitos del usuario.

Tabla 5. Análisis de riesgos de la aplicación obtenida en la primera iteración para determinar las actividades a realizar en la segunda iteración.

No. Riesgo	Riesgo	Probabilidad	Efectos
1	La aplicación no cumple el objetivo de su realización	Muy Bajo	Catastrófico
2	Los métodos utilizados en la aplicación no cumplen con el objetivo de la aplicación.	Bajo	Serio
3	El diseño de la aplicación no sea la adecuada.	Moderado	Insignificante
4	Tiempo de respuesta lenta de la aplicación al realizar una acción	Moderado	Serio
5	La aplicación no cumple con los requisitos del usuario.	Alto	Serio
6	El tiempo establecido de desarrollo para la entrega	Bajo	Tolerable

no se logró.

7	La aplicación requiere otros recursos que no contemplaron.	Muy Bajo	Serio
8	La aplicación requiere de rediseño.	Muy Bajo	Catastrófico

Tabla 6. Tabla para el clasificador de riesgos según su probabilidad y efectos.

	Insignificante	Tolerable	Serio	Catastrófico
Muy Alto				
Alto			5	
Moderado	3		4	
Bajo		6	2	
Muy Bajo			7	1, 8

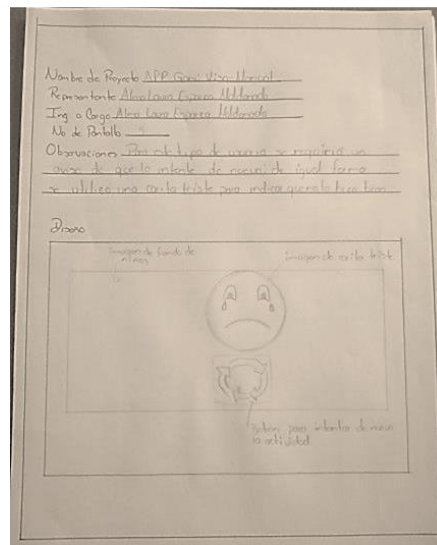
Iteración II - Análisis de Requerimientos. Durante la entrevista con el experto, considerando el análisis de riesgos, se modificaron los requerimientos para obtener una mejor aceptabilidad del usuario.

**Tabla 7.** Nueva tabla de requerimientos funcionales en base al análisis de riesgos.

No. Funcional	Requerimiento Funcional
1	Interfaz gráfica eficiente para móviles, para el usuario.
2	Utilizar cómo técnica de gamificación el logro y nivel.
3	Catálogo de logros, y Niveles.
4	Identificador de estado del nivel obtenido o por obtener.

- |   |  |
|---|--|
| 5 | Utilizar cómo técnica de psicomotricidad fina viso-manual Ensartar un cordón, Encajar y desencajar objetos, Picado con punzón. |
| 6 | Catálogo de actividades con técnica de psicomotricidad fina viso-manual  |
| 7 | Verificador de estado de la actividad de psicomotricidad   |
| 8 | La Interfaz Gráfica deberá ser llamativa para el menor.  |
- 

Iteración II - Planificación y Diseño. Se modificó el diseño de la técnica de gamificación y se realizó los mockup que muestran la nueva interfaz de dicha técnica (ver Fig. 8), se realizó el control de cambios.



**Fig. 8** Nuevo diseño de técnica de gamificación

Iteración II-Construcción. Se implementó el nuevo diseño de la técnica de gamificación (ver Fig. 9), y se construyó la técnica de psicomotricidad fina viso-manual (ver Fig.3).



**Fig. 9** Construcción del diseño de interfaz de la técnica de gamificación.

### Iteración III

Dentro de esta iteración se realizó el análisis de riesgos que tiene dicha aplicación, se rediseñó la aplicación en cuestión de técnica de psicomotricidad y gamificación y se reconstruyó la técnica de psicomotricidad. Esta iteración se desarrolló bajo un equipo conformado por una persona de sistemas y otra persona de ingeniería industrial, buscando la mejor manera de que la aplicación fuera ergonómica para el tipo de usuario al cual hace referencia y es creada la aplicación.

Iteración III-Análisis de requerimientos. En este punto no se modificaron los requerimientos ya que solo se tiene que rediseñar la aplicación para que sea llamativa al usuario.

Iteración III-Planificación y Diseño. En el diseño de la tercera iteración se realizó el rediseño de la aplicación como se observa en la Fig. 3.

Iteración III-Construcción. En la Fig. 3 se puede observar el producto obtenido al finalizar la Iteración III, dando una mejor presentación a la aplicación y una mejor funcionalidad a la aplicación ya que en este punto la aplicación muestra los pasos que debe de seguir el usuario.

Aplicación 2 con técnica de desplazamiento.

El producto 2 fue desarrollado por un equipo conformado por tres personas del área de Computación, el cual alcanzó a desarrollar la primera iteración del modelo inspirado en el desarrollo de psicomotricidad.

Iteración I- Análisis de requerimientos. Durante el análisis de requerimientos realizaron un estudio previo y se obtuvo la información en base a una encuesta realizada (ver Tabla 8).

**Tabla 8.** Encuesta realizada a maestras y tutores del niño con discapacidad.

No	Pregunta	Respuesta
----	----------	-----------



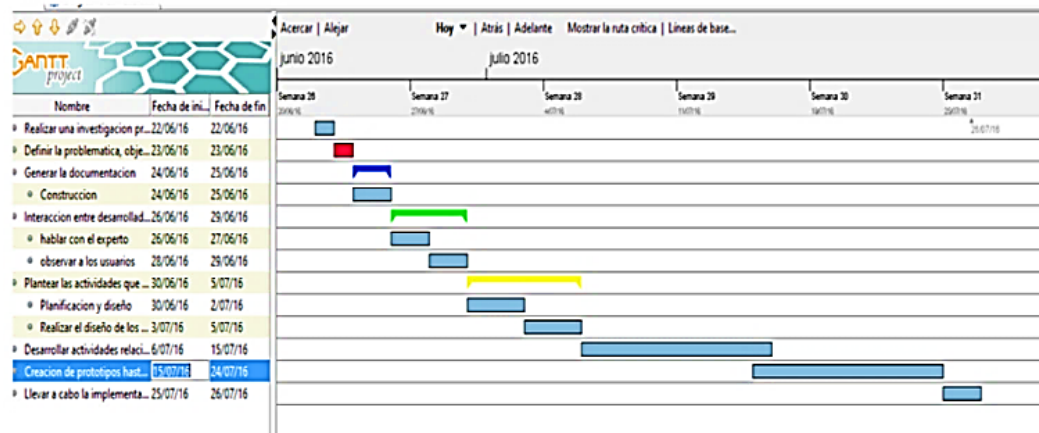
1	¿Qué color atrae más al niño?	Rojo, azul, morado, colores vivos
2	¿Qué figura le atrae más?	Pelotas, peluches
3	Actividades favoritas (movimientos de las manos)	Moldear o armar objetos
4	¿Cómo impulsarlos a que realicen las actividades?	Ejemplos o indicaciones precisas
5	En escala de 1 a 10 (10 más alto) ¿Cuál es la movilidad que el niño tiene en las manos?	El promedio de los movilidad de los niños tiene un 7
6	¿Qué música lo relaja?	Música movida o infantil

Iteración I- Análisis de Requerimientos. Se realizó un análisis de requerimientos en base a la entrevista obteniendo la Tabla 9.

**Tabla 9.** Requerimientos Funcionales de la aplicación dos.

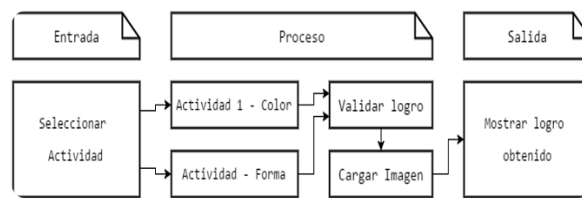
Numero	Requerimiento Funcional
1	Botones del tamaño adecuado
2	Colores vivos
3	Dificultad moderada
4	Objetos familiares

Iteración I- Planificación y diseño. Dentro de la planificación y diseño se creó un plan de trabajo (ver Fig. 11) para el desarrollo de la aplicación utilizando la técnica de desplazamiento.



**Fig. 11** Plan de trabajo para el desarrollo del primer prototipo utilizando la técnica de desplazamiento.

Iteración I- Construcción. Se desarrolló los diagramas de descomposición modular (ver Fig. 12) así como la construcción del prototipo obteniendo un producto beta como se puede observar en la Fig. 4.



**Fig. 12** Diagrama de descomposición modular.

Iteración I-Pruebas. El proceso de pruebas se realizó con la actividad 1 del prototipo la cual consiste en ordenar pelotas de acuerdo al color de la caja. Esta prueba se realizó con cinco niños, a los cuales les fue indicando los pasos que debían seguir para poder realizar la actividad. Se observó el comportamiento de los niños, los cuales al ver la interfaz tuvieron una reacción favorable puesto que mostraron la factibilidad de la aplicación y no fue necesario indicarles cómo se debía realizar la actividad. De igual manera ellos mostraron gran entusiasmo cuando obtenían un logro y solo un par de niños mostraron frustración ya que obtuvieron errores al realizar dicha actividad, pero en cuanto lograron resolver dicha actividad los niños mostraron una actitud totalmente distinta ya que se mostraron divertidos y con ganas de seguir avanzando.

Dentro del experimento se puede observar que tanto la persona que desarrolló la aplicación hasta la iteración II así como los equipos (el primer que finalizó la tercera iteración y el segundo que construyó una nueva aplicación) siguieron de manera adecuada el proceso de construcción. En resultados se expresa el grado de accesibilidad que se tiene en cada aplicación para medir la calidad del producto.

Estas aplicaciones fueron probadas en personas con trisomía 21 (síndrome de Down) en edades de 3 a 6 años.

## Resultados

En este apartado se reportan los resultados obtenidos al probar las dos aplicaciones (técnica picado con punzón y técnica desplazamiento) en personas con trisomía 21 (síndrome de down) para el desarrollo de psicomotricidad fina viso-manual en niños entre las edades de 3 a 6 años obtenidos por los diferentes equipos de desarrollo de las aplicaciones tomando como base las características que debe tener una aplicación para personas con discapacidad (ver Tabla 1). Las dos aplicaciones (Técnica picado con punzón y Técnica desplazamiento) fueron instaladas en Tablet de 10.1" bajo las condiciones de explicar el funcionamiento al menor una sola vez y observar su comportamiento.

En la Tabla 10 se observa los resultados obtenidos al realizar las pruebas con la aplicación de la Técnica de picado con punzo al finalizar su segunda iteración (Ver Fig. 4) construcción realizada por personas de una misma disciplina. En la Tabla 11 se puede observar los resultados al evaluar la aplicación de la Técnica picado con punzón en la Iteración III (Ver Fig. 5) desarrollado por personas de distintas disciplinas.

**Tabla 10.** Porcentaje de aceptabilidad de la aplicación desarrollada bajo la técnica de picado con punzón al finalizar la segunda iteración.

Problemas	Porcentaje de aceptabilidad
Pantalla	70%
Teclas	50%
Funciones y Menú	20%
Ergonomía	15%
Lenguajes de signos	N/A
Traducción de voz a Datos	N/A
Funciones de difícil acceso	30%

**Tabla 11.** Porcentaje de aceptabilidad de la aplicación desarrollada bajo la técnica de picado con punzón al finalizar la tercera iteración.

Problemas	Porcentaje de aceptabilidad
Pantalla	90%
Teclas	80%
Funciones y Menú	50%
Ergonomía	90%
Lenguajes de signos	N/A
Traducción de voz a Datos	N/A
Funciones de difícil acceso	60%

En base a la observación de las pruebas realizadas a la aplicación de la técnica desplazamiento (Ver Fig. 6) desarrollada por personas de un área en común se obtienen los resultados de la Tabla 12.

**Tabla 12.** Porcentaje de aceptabilidad de la aplicación desarrollada bajo la técnica de desplazamiento, al finalizar la primera iteración.

Discapacidades Problemas	Porcentaje de aceptabilidad
Pantalla	80%
Teclas	80%
Funciones y Menú	20%
Ergonomía	30%
Lenguajes de signos	N/A
Traducción de voz a Datos	N/A
Funciones de difícil acceso	40%

## Conclusiones y trabajos a futuro

De los resultados obtenidos de las dos aplicaciones se puede observar que, en cuanto a ergonomía y al tamaño de la pantalla, se encuentra con mayor porcentaje de aceptabilidad la aplicación de la técnica de picado con punzón al finalizar la tercera iteración (ver Tabla 11) a comparación de terminar la aplicación en su segunda iteración (ver Tabla 10) y la aplicación que utiliza la técnica de desplazamiento (ver Tabla 12). Esto se debe a que la técnica de picado con punzón de la Tabla 11 fue rediseñada por una persona de la carrera de ingeniería Industrial la cual mejoró la Ergonomía, permitiendo mejorar funciones y vistas como lo son las teclas o botones, la ergonomía, entre otros aspectos. En comparación de la Tabla 10, donde el producto fue diseñado y construido por una sola persona del área de computación, la Tabla 12 muestra un mejor desempeño y aceptabilidad por parte del usuario y esta aplicación fue desarrollada por un equipo de tres personas del área de ingeniería de software. Por tal motivo se puede decir que al utilizar un equipo para el desarrollo de este tipo de aplicaciones mejora la calidad de la aplicación a comparación de cuando solo es desarrollada por una persona. Con respecto al desarrollo en equipos, el que se encuentra integrado por personas de distintas áreas de conocimiento mejora la calidad del producto en comparación a utilizar a un equipo de la misma área de conocimiento el cual sigue generando ciertas deficiencias. En tal caso se propone el utilizar el modelo TSP (Team Software Process) para la construcción de este tipo de aplicaciones y de esta manera mejorar la calidad del producto que ya se tiene con respecto a la accesibilidad.

Para el trabajo a futuro se analizará si el utilizar la aplicación ayudo al niño en el desarrollo de la psicomotricidad fina viso-manual, y crear un modelo adecuado de TSP para mejorar la calidad de la aplicación.

## Referencias

- Bach, J., & ST Labs Inc. (1997). *Good Enough Quality: Beyond the Buzzword*. IEEE Computer Society, 3.
- Díaz Durán, M. (2015). *Gamificación y Síndrome de Down*. Málaga, España: Universidad de Málaga.
- Esparza , A. L., Álvarez, F. J., Benítez-Guerrero, E., & Ponce, J. C. (2016). *Modelo Inspirado en el Desarrollo en Espiral con Técnicas de Gamificación Aplicandolo a la creación de APPs en Apoyo a la Discapacidad: Caso de Estudio Psicomotricidad Fina Viso-Manual para niños con Discapacidad. La tecnología como instrumento para potenciar el aprendizaje* (págs. 86-93). México: Ciata.
- Esparza Maldonado, A. L., Álvarez Rodríguez, F. J., Benítez Guerrero, E. I., & Ponce Gallegos, J. C. (2014-2016). *Propuesta de Modelo Basado en Espiral para la Elaboración de Aplicaciones en Dispositivos Móviles Dirigidas a Niños con Discapacidad Utilizando técnicas de Gamificación: Desarrollo de Psicomotricidad Fina Viso-Manual*. Aguascalientes, Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes.

Fernández Carrasco, O. M., García León, D., & Beltrán Benavides, A. (Septiembre de 1995). Un enfoque actual sobre la calidad del software. Recuperado el 23 de Agosto de 2016, de [http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3\\_3\\_95/aci05395.htm](http://www.bvs.sld.cu/revistas/aci/vol3_3_95/aci05395.htm)

Fundación Auna. (Enero de 2004). Las personas con Discapacidad frente a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en España. España, Europa.

Gil González, S. (2013). Cómo hacer "Apps accesibles". Madrid: CEAPAT--IMERSO.

Ideaspropias, R. P. (2004). Psicomotricidad: Desarrollo Psicomotor en la Infancia . Vigo, España: Ideas Propias.

Instituto de Biomédica de Valencia. (2008-2013). Universidad de Valladolid. Recuperado el 02 de Septiembre de 2016, de Accesibilidad Arquitectónica: [http://www.uva.es/export/sites/uva/6.vidauniversitaria/6.11.accesibilidadarquitectonica/\\_documentos/Ergonomia.pdf](http://www.uva.es/export/sites/uva/6.vidauniversitaria/6.11.accesibilidadarquitectonica/_documentos/Ergonomia.pdf)

Jiménez Sanchez, J. C., Laguna Serrano, M. A., & González Baixaulli, M. Á. (2005). Análisis de Componentes Software Reutilizables en el Dominio de la Informática para Discapacitados. Recuperado el 28 de Agosto de 2016, de Grupo de Investigación en Reutilización y Orientación a Objeto (GIRO): <http://www.giro.infor.uva.es/ProyectosFinCarreraLista.html>

Lemus Olalde, C. (Septiembre de 2007). Centro de Investigación en Matemáticas . Recuperado el 1 de Septiembre de 2016, de <http://www.cimat.mx/Eventos/seminariodetecnologias/handout-CLemus.pdf>

Samuel, J. (11 de Noviembre de 2009). TSP (Team Software Process). Recuperado el 30 de Abril de 2016, de <http://ingsistemascalidad.blogspot.mx/>

Schrott, H., Revista de la OMPI, & División de Comunicaciones. (Septiembre de 2009). Revista de la OMPI. Recuperado el 30 de Abril de 2016, de Diseñar para los Discapacitados: [http://www.wipo.int/wipo\\_magazine/es/2009/05/article\\_0009.html](http://www.wipo.int/wipo_magazine/es/2009/05/article_0009.html)

Universidad Pedagógica Nacional. (1997). Elementos Base de la Psicomotricidad. En U. P. Nacional, El Desarrollo de la Psicomotricidad en la Educación Preescolar (págs. 10-12). México : SEP.

Vargas, C. G., & Biagioli, G. (Junio de 2009). Sistema para auditar el cumplimiento de CMMI-SW nivel 2. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de la Plata.

## MANUFACTURA DE PRÓTESIS PERSONALIZADA CON IMPRESIÓN TRIDIMENSIONAL

Alejandra Alicia Silva Moreno<sup>1</sup>[aa.silva@ugto.mx](mailto:aa.silva@ugto.mx), Jose Maria Alcala Silva<sup>2</sup>  
[jasealcala@yahoo.com.mx](mailto:jasealcala@yahoo.com.mx)

<sup>1</sup> Universidad de Guanajuato, Campus Celaya Salvatierra División de Ciencias de la Salud e Ingenierías. <sup>2</sup> Universidad Iberoamericana León.

**Resumen.** Las personas que presentan discapacidades motrices de las extremidades superiores o inferiores, por la carencia de una de ellas ya sea por un accidente, o enfermedad, presentan limitaciones en las actividades que puede realizar en su vida cotidiana, además de percibirse incompletos e incluso enfermos. Las nuevas tecnologías de impresión tridimensional son una buena herramienta en el desarrollo de prótesis personalizadas, de buena calidad y bajo costo para apoyar a las personas que requieran de una prótesis ya sea estética o funcional.

**Objetivo:** Desarrollo de prótesis personalizada empleando tecnología de impresión tridimensional.

**Método:** Primeramente se realizaron medidas antropométricas de la extremidad superior de una persona, con las medidas obtenidas se diseñó una mano utilizando el software Inventor posteriormente se manufacturo una prótesis de mano utilizando una impresora de impresión en tres dimensiones y material polimérico ácido poliláctico conocido como PLA.

**Resultados:** Se manufacturo una prótesis de mano en impresión 3D, todo el proceso de desarrollo de la prótesis se realizó en menos de 24horas, además la persona usuaria puede personalizarla aún más, proponiendo su propio diseño, acabado y color.

**Conclusiones:** Es posible realizar prótesis personalizada de buena calidad en poco tiempo y con pocos recursos económicos, ya sean estéticas o funcionales integrando un control mecánico o mioeléctrico.

**Palabras clave:** prótesis de mano, prótesis personalizada, impresión tridimensional.

### Introducción

Algunas personas carecen de alguna extremidad o parte de ella, esto puede ser debido a, amputación, enfermedad o accidente. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía en 2014, la prevalencia de la discapacidad en México es del 6%, según los resultados de la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica, en México el 14.1% de las discapacidades relacionadas con las extremidades superiores y el 16.2% de las extremidades inferiores se deben a un accidente (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2016).

Las personas sin una de extremidad inferior o superior o parte de ella, algunas veces se llegan a sentir incomodas e incompletas, sobre todo cuando otros los observan de manera diferente y hacen comentarios o preguntas acerca de su condición.

Por lo que para compensar la pérdida de una parte del cuerpo las personas puede optar por el uso de prótesis estéticas o funcionales y así sentirse más cómodos. Las prótesis pueden ayudar a mejorar la función motora, la postura, proteger la piel y evitar la aparición de nuevas lesiones, además corregir la deformidad o ausencia de alguna parte del cuerpo humano.

Las primeras prótesis de las que se tiene conocimiento estaban hechas de madera o materiales de la época (Perry Clements), hoy en días las prótesis son hechas con diferentes materiales, desde silicona, policloruro de vinilo, polietileno, polipropileno, acero, titanio, aluminio, fibra de carbono (R.G.E. Clement, 2011).

Existen varias compañías que realizan prótesis estéticas y funcionales, entre más estéticas son más costosas, además del proceso tradicional de manufactura puede ser de varios días y además como resultado de la manufactura dejar diversos materiales de desecho que contaminan el ambiente, con las nuevas tecnologías el desarrollo de las prótesis también se puede mejorar (García & Espinoza, 2014).

Con las impresoras en tres dimensiones se consigue generar impresiones de alta calidad en poco tiempo a un costo moderado por lo que pueden resultar una buena opción para impresión de prótesis estéticas o la estructura de prótesis funcionales.

En este trabajo se realizó el diseño y manufactura de una prótesis estética de mano utilizando software de diseño e impresión tridimensional.

## Desarrollo

El desarrollo de tecnologías de impresión tridimensionales ha permitido el desarrollo de elementos mecánicos y la realización de prototipos de manera más rápida, considerando las necesidades de los usuarios de prótesis de mano (Cordella, 2016).

Se realizó una investigación exploratoria, participaron dos personas sanas del género masculino y femenino con edades de 20 y 43 años respectivamente, con índice de masa corporal normal, se les dio información acerca de los riesgos y beneficios de la presente investigación, estuvieron de acuerdo en participar y firmaron el consentimiento informado.

Para tomar las medidas de las manos se realizó manualmente utilizando un vernier y cinta métrica especial para medir los dedos. Se colocó a la persona el sedestación apoyando el brazo sobre una mesa y se procedió a tomar las medidas, las medias obtenidas se utilizaron para realizar el diseño digital de la mano.

Se utilizó el programa INVENTOR 2018 para el diseño de la mano en 3D, primeramente se realizó el diseño de partes de la mano y los dedos como piezas individuales (Figura 1), que posteriormente se ensamblaron utilizando el mismo programa (Figura 2). Una vez completado el diseño de la mano en 3D se procedió a realizar su manufactura, para ello se utilizó una impresora 3D MakerBot Replicator Z18, con volumen de construcción de 30.5 x 30.5 x 47.5cm, resolución de la capa de 100-Micron, con punta para MakerBot Replicator Smart Extruder+, cámara



incorporada con resolución de 320 x 240, la impresión se realizó a través de USB con el software de impresión MakerBot compatible con Windows y Mac.

El material utilizado para la manufactura de la prótesis fue el PLA que es muy fácil de utilizar en la impresión 3D ya que su temperatura de extrusión no supera los 220°C. Todo el proceso de desarrollo de la prótesis incluyendo la manufactura en impresión 3D, se realizó en menos de 24 horas.

## Discusión y conclusiones

Se tiene que tomar en cuenta que en este trabajo se utilizó el PLA que se trabaja a una temperatura inferior comparada con la de su competidor más cercano el Acrilo Nitrilo-Butadieno-Estireno (ABS) cuya temperatura de extrusión es de 230 a 240°C, con lo que cambiaría la velocidad de impresión, además el PLA es un material con menor resistencia mecánica por lo que debe lijarse o taladrarse con cuidado, no resiste altas temperaturas sin embargo la prótesis se podría realizar en material ABS que tiene mayor resistencia y más fácil de agujerar, pintar, pulir, con una velocidad de impresión mayor, pero que permite realizar un acabado como al usuario le guste.

Es posible realizar prótesis personalizada de acuerdo a las necesidades del usuario de buena calidad en poco tiempo y con pocos recursos económicos, ya sean estéticas o funcionales integrando un control mecánico o mioeléctrico.

Con el uso de impresoras en tres dimensiones se pueden desarrollar prótesis estéticas o cosméticas de mano con diferentes diseños y formas, con tatuajes, con forma de la mano de algún superhéroe. Además se puede dar un acabado con color y detalles de alta resolución similares a la piel del usuario, como pecas, arrugas, entre otros. Aunque faltaría que la prótesis tuviera la misma textura que la piel y la funcionalidad como una mano humana es una muy buena aproximación de una extremidad ausente.

Uno de los problemas que presentan las prótesis es el anclaje adecuado a la forma del muñón del paciente. Esto se podría resolver realizando un escaneo en tres dimensiones de la parte del muñón y diseñando el socket de la prótesis alrededor de este, por lo que se requiere más investigación en esta área.

## Referencias

Cordella, F. C. (2016). Literature Review on Needs of Upper Limb Prosthesis Users. *Frontiers in Neuroscience*, 10(209), 1-12. doi:<http://doi.org/10.3389/fnins.2016.00209>

García, D., & Espinoza, M. (2014, Marzo 2). Avances en prótesis: una mirada al presente y al futuro. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 25(2), 281-285. doi:10.1016/S0716-8640(14)70039-2

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). *La discapacidad en México, datos 2014. 2016*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Retrieved Octubre 30, 2017, from [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825090203.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825090203.pdf)

Perry Clements, I. (n.d.). *HowStuffWorks*. Retrieved from <https://science.howstuffworks.com/prosthetic-limb1.htm>

R.G.E. Clement, K. B. (2011, Diciembre). Bionic prosthetic hands: A review of present technology and future aspirations. *The Surgeon*, 9(6), 336-340. doi:<https://doi.org/10.1016/j.surge.2011.06.001>

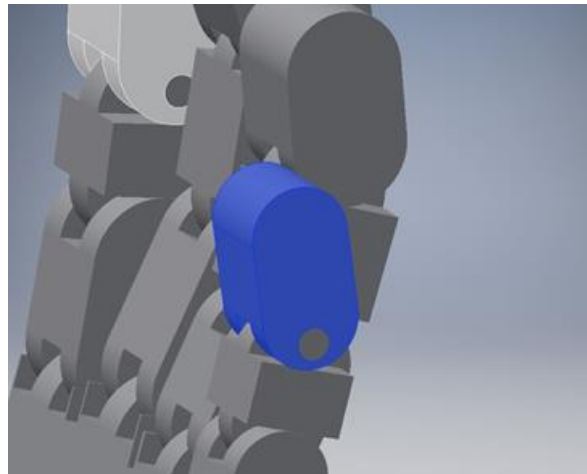


Figura 1. Diseño individual de las partes de la mano

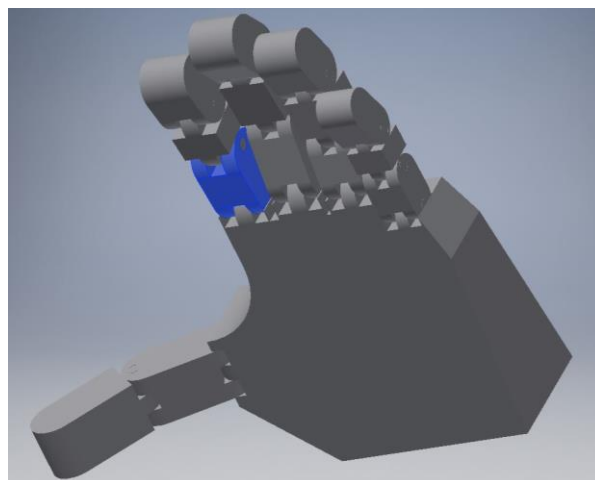


Figura 2. Ensamble de los elementos de la mano

## **DISEÑO MECANICO - ELECTROMAGNETICO Y CONTROL DE FASES DE MOVILIDAD PARA PROTESIS DE EXTREMIDAD INFERIOR**

Alejandro Linares Enríquez <sup>1\*</sup> alejandroing06@hotmail.com, Alan Joab Alvarado

Aragon<sup>1</sup>thedakride@live.com.mx.

<sup>1</sup>Tecnológico de Estudios Superiores de Tianguistenco.

División de Ingeniería Mecánica

**Resumen.** Se presenta el proyecto de una prótesis de extremidad inferior, donde la innovación que se pretende alcanzar con el desarrollo de este trabajo es la fabricación de una prótesis basada en el análisis de movilidad para determinar las etapas del sistema de rodilla, su control de posiciones y establecer en el sistema de tobillo un sistema electromagnético de amortiguamiento, se establece este análisis con materiales plásticos de ingeniería como lo es el ABS mediante la utilización de impresión 3D, de igual forma lo que se pretende es que dicha prótesis sea de bajo costo con un análisis de ingeniería, pero sobre todo funcional, muy importante mencionar que la realización de esta prótesis también está pensada para que sea adaptable a cualquier talla de persona, es decir, que sea una prótesis universal de acuerdo a los aditamentos propuestos en el diseño, se analizan las variables y parámetros de fuerzas, movilidad y equilibrio. Esto beneficia en la parte de producción de la prótesis puesto que teniendo de esta forma un modelo duradero y sobre todo funcional.

Palabras clave: Rodilla, Tobillo, Materiales, Prótesis.

### **Abstract**

The project of a lower limb prosthesis is presented, where the innovation that is intended to be achieved with the development of this work is the manufacture of a prosthesis based on the mobility analysis to determine the stages of the knee system, its control of positions and to establish in the ankle system an electromagnetic damping system, this analysis is established with engineering plastics materials such as ABS by the use of 3D printing, likewise what is intended is that the prosthesis is low cost with a engineering analysis, but above all functional, it is very important to mention that the realization of this prosthesis is also designed to be adaptable to any size of person, ie, that is a universal prosthesis according to the proposed additions in the design,

analyze the variables and parameters of forces, mobility and equilibrium. This benefits in the production part of the prosthesis since having this way a durable and especially functional model.

Key words: Knee, Ankle, Materials, Prosthesis.

## Introducción

Las personas que sufren amputaciones afrontan frecuentemente problemas como: la movilidad, dificultad motriz, pérdida de autoestima, entre otros. Diversos modelos en la actualidad contribuyen a la calidad de vida, pero no mejoran en su totalidad los factores que interrumpen la movilidad, debido a que muchos diseños carecen de elementos importantes en las etapas finales del movimiento.

Este trabajo ofrecerá una alternativa de solución para que las personas puedan recuperar la movilidad a través de los sistemas mecánicos y electromecánicos. En la actualidad existen articulaciones de rodilla y de tobillo automatizadas para que se muevan a una capacidad semejante a un miembro natural, esta situación genera una búsqueda a una solución en la que una persona pueda tener una movilidad por completo en sus fases de desplazamiento y apoyo, brindando un movimiento más natural y armónico.

También existe una controversia sobre cuál es la perspectiva del impacto social de las amputaciones en México, qué se vislumbra en el futuro para ayudar a estas personas a rehabilitarse. Al dar esta perspectiva sobre este tema, se plantea que la relación a este problema es extraordinariamente importante. Otra causa por la que muchas personas padecen de movilidad se debe a sus ingresos económicos, pues diversos modelos protésicos proceden con un alto costo; esto genera inconformidad en las personas de bajos recursos, es por ello que este proyecto pretende ser amigable con el factor económico de la sociedad.

Las prótesis de piernas han sido un elemento que ha ayudado a las personas a volver a tener una vida en la cual pueden caminar, sentarse, subir o bajar escaleras y desarrollar algunas actividades recreativas, pudiendo desplazarse, por lo que el proyecto pretende dar una alternativa para que las personas puedan contar con una prótesis de extremidad inferior con la movilidad adecuada y de bajo costo para facilitar su adquisición y de esta forma la persona que la utilice tenga una mejor calidad de vida. Por lo que el proyecto pretende dar una alternativa para que las personas puedan recuperar la movilidad a través del sistema propuesto.

Se diseña el sistema de rodilla y tobillo proponiendo un modelo de articulación para la rodilla que de la movilidad para establecer los grados de libertad en las diferentes fases de apoyo, así como la cinemática y cinética del mecanismo, por lo que el sistema considera el diseño de forma y el modelado virtual del mecanismo.

Además se establece un sistema de amortiguación electromagnética que permita por medio de dos imanes producir una fuerza igual y opuesta a la de la gravedad y se obtenga una vibración estable, además de integrar un sensor de señales mioeléctricas que se activa a través de un sensor

intermuscular, realizando un estudio de las bioseñales permitiendo determinar un margen de control del sistema mecánico.

## Metodología

### Biomecánica de la marcha del cuerpo humano (Rodilla y Tobillo).

La rodilla transmite cargas, participa en el movimiento, ayuda en la conservación del momento y, proporciona un par de fuerzas para las actividades en las que interviene completamente la pierna. La rodilla humana, la articulación más amplia y quizá la más compleja del cuerpo, es una estructura biarticular compuesta por la articulación biofemoral y la articulación femorrotuliana [4].

La teoría del eje único de la articulación del tobillo y han descrito múltiples ejes de movimiento cuando el tobillo se mueve desde la flexión dorsal a la flexión plantar [1]. La rodilla soporta fuerzas y momentos elevado y se sitúa entre los brazos de palanca más largos del cuerpo humano, el fémur y la tibia, haciéndola particularmente susceptible a una lesión. Aunque el movimiento de la rodilla ocurre simultáneamente en tres planos, es tan grande el movimiento en un plano que prácticamente representa todo el movimiento de la articulación, por ello, los análisis biomecánicos básicos pueden limitarse al movimiento en un solo plano y a la fuerza que produce un grupo muscular aislado.

La biomecánica estudia los efectos de la energía y las fuerzas de los sistemas biológicos mediante la aplicación de las leyes de Newton sobre la mecánica a seres vivos. En ciencias ortopédicas su importancia radica en el desarrollo y diseño tanto de reemplazos articulares como de medios de fijación de osteosíntesis. Los análisis dinámicos biomecánicos avanzados de la articulación de la rodilla incluyen todas las estructuras tisulares, el análisis del movimiento y de las fuerzas de acuerdo a las fases de movilidad del sistema de rodilla y tobillo [4].

Se requiere el uso de datos cinemáticos para el análisis del movimiento de cualquier articulación. La cinemática es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de un cuerpo sin hacer referencia a la fuerza o a la masa. Es necesario el uso de datos cinemáticos y cinéticos para realizar el análisis de las fuerzas y los momentos que actúan sobre la articulación [2].

La cinética es la rama de la mecánica que estudia el movimiento de un cuerpo bajo la acción de fuerzas y/o momentos dados, provocando sobre él cuerpo en análisis un movimiento y deformación. Se estudian los ejes tanto anatómicos como mecánicos, relacionándolos con los ángulos y fuerzas que actúan sobre la rodilla, los análisis cinéticos permiten determinar la magnitud de los momentos y fuerzas sobre una articulación producidos por el peso del cuerpo, la acción muscular, la resistencia de los tejidos blandos y los pesos aplicados externamente en cualquier situación, ya sea de forma estática o dinámica e identificar aquellas situaciones que producen momentos o fuerzas [6].

Para el caso del análisis de la rodilla se usa la técnica de diagrama de cuerpo libre para estimar la magnitud mínima de la fuerza de reacción de la articulación que actúa sobre la articulación tibio femoral de la pierna en carga cuando la otra pierna es elevada durante la subida de un escalón. La pierna se considera como un cuerpo libre, distinto del resto del cuerpo. La fuerza de reacción del suelo tiene una magnitud igual al peso del cuerpo humano, la fuerza del tendón rotuliano tiene un sentido fuera de la articulación de la rodilla, la fuerza de reacción articular tiene un punto de aplicación conocido en la superficie de la tibia [7].

La cinemática es el estudio de las relaciones entre las posiciones, velocidades y acciones de cuerpos rígidos sin preocuparse de cómo son causados los movimientos; por lo tanto la cinemática describe la geometría del movimiento, se analizan varios modelos que se han postulado para describir el movimiento de la rodilla. Estos modelos han evolucionado desde el movimiento en dos planos (o dos grados de libertad) hasta los más recientes con seis grados de libertad [6, 8].

Se puede usar un análisis estático para determinar las fuerzas y los momentos que actúan sobre una articulación cuando no se produce movimiento o en un instante del tiempo durante una actividad dinámica como andar, correr o levantar un objeto. Una de las técnicas más usada para simplificar todo el análisis es la utilización de diagramas de cuerpos libres y el análisis de fuerzas coplanares que actúan sobre la articulación bajo estudio [2].

El conocimiento de la locomoción humana normal es la base del tratamiento sistemático y del manejo de la marcha, especialmente cuando se usan prótesis y órtesis. Al superponer un modelo simplificado sobre el pie real se observa como al iniciar el movimiento, el eje vertical rota hasta alcanzar un ángulo máximo. En ese momento el eje horizontal inicia su rotación, inclinándose hacia adelante mientras el punto de rotación común se eleva impulsando todo el pie y, la pierna hacia arriba y hacia delante [3].

El ciclo de la marcha comienza cuando el pie contacta con el suelo y termina con el siguiente contacto con el suelo del mismo pie. Los dos mayores componentes del ciclo de la marcha son: la fase de apoyo y la fase de balanceo, como se muestra en la figura 1. Una pierna está en fase de apoyo cuando está en contacto con el suelo y está en fase de balanceo cuando no contacta con el suelo [5].

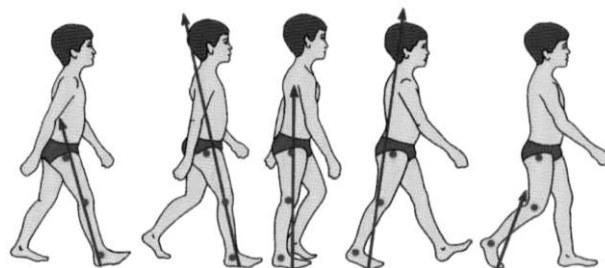


Figura 1. Fases de apoyo en la marcha normal<sup>4</sup>.

La cantidad relativa de tiempo gastado durante cada fase del ciclo de la marcha, a una velocidad normal, es:

1. Fase de apoyo: 60% del ciclo.
2. Fase de balanceo: 40% del ciclo.
3. Doble apoyo: 20% del ciclo.

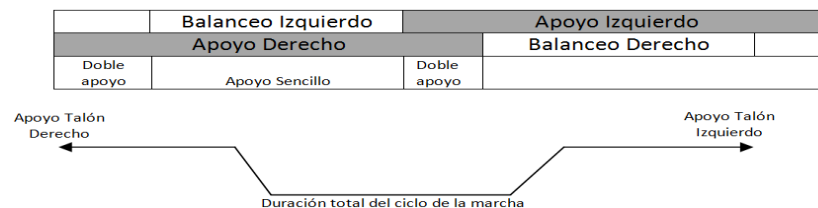


Figura 2. Distribución de apoyos en la marcha normal<sup>4</sup>.

Para el desarrollo del proyecto se trabajará identificando dos etapas principales, las cuales son vitales en el proceso de marcha y apoyo. Al diseñar el sistema de control para los mecanismos de rodilla y tobillo para una prótesis se pretende dar comodidad, flexibilidad, movilidad para brindar una mejor calidad de vida a la persona que utilice este dispositivo.

En la primera etapa se desarrolla el diseño de forma conceptual, se analizan los factores de influencia, criterios de estabilidad, especificaciones de desempeño, criterios de diseño y elementos que conforman la prótesis de rodilla y tobillo. En base a los criterios de funcionamiento y características de la prótesis, establecida con un mecanismo de barras paralelas con una configuración que muestre el ángulo máximo de desplazamiento dimensionada, que permita al amputado un control voluntario durante las fases más críticas del ciclo de marcha normal.

Se analiza la biomecánica derivado de la física que tienen como objetivo estudiar los efectos de las fuerzas mecánicas sobre los sistemas orgánicos de los seres vivos y sus estructuras, para predecir cambios por alteraciones y proponer métodos de intervención artificial que mejoren el desempeño y calidad de vida de las personas, para ello se cuenta con diferentes herramientas y ramas de la ingeniería que ayudan a comprender de forma más explícita como es el comportamiento de un sistema humano, para este caso la ingeniería mecánica y el análisis de estructuras estáticas y en movimiento será la base principal de dicho análisis, pues de esa forma se puede identificar a qué tipo de magnitudes físicas estará sometido el mecanismo de rodilla y



tobillo durante la marcha normal de las personas y con ello establecer un modelo funcional de dichos mecanismos tanto de los elementos que componen el mecanismo de rodilla como el mecanismo del tobillo para la marcha y los elementos de unión donde se presentaran esfuerzos cortantes y de aplastamiento que deben soportar las cargas de la persona.

### Análisis de respuesta del sistema mecánico propuesto.

Las leyes del movimiento de Newton describen el desplazamiento de los mecanismos, durante sus fases de apoyo, el sistema del tobillo y rodilla se establece como un péndulo doble o doble péndulo, que es un sistema compuesto por dos péndulos, con el segundo colgando del extremo del primero, se trata de dos péndulos simples, con el inferior colgando de la masa pendular del superior, nos referimos a un doble péndulo plano, con dos péndulos planos coplanarios. Este sistema físico posee dos grados de libertad y exhibe un comportamiento dinámico. Su movimiento está gobernado por dos ecuaciones diferenciales ordinarias acopladas. Por encima de cierta energía, su movimiento es caótico [8,9].

En la cinemática sólo estamos interesados en encontrar las expresiones de la posición, la velocidad, la aceleración y en términos de las variables que especifican el estado del doble péndulo, sin interesarnos por las fuerzas actuantes. Nos serviremos de las siguientes coordenadas:

$x, y$  = posición horizontal y vertical de la masa de un péndulo

$\theta$  = ángulo de un péndulo respecto a la vertical (0 = vertical hacia abajo, antihorario es positivo)

$l$  = longitud de la varilla (constante)

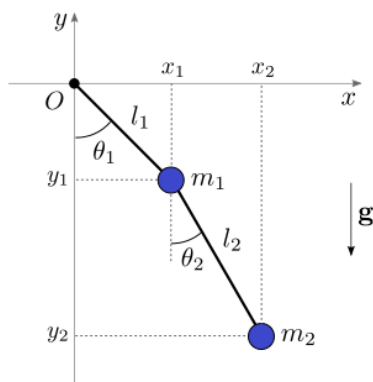


Figura 3. Diagrama del movimiento del sistema péndulo doble

Asociaremos al péndulo superior el subíndice 1, y al de abajo el subíndice 2. Pondremos el origen de coordenadas en el punto de pivote del péndulo superior, el sentido de las ordenadas crecientes



se toma hacia arriba. A partir de consideraciones trigonométricas escribimos las expresiones de las posiciones  $x_1, x_2, y_1, y_2$  términos de los ángulos  $\theta_1$  y  $\theta_2$ .

$$x_1 = l_1 \sin \theta_1 \quad (1)$$

$$y_1 = -l_1 \cos \theta_1 \quad (2)$$

$$x_2 = x_1 + l_2 \sin \theta_2 \quad (3)$$

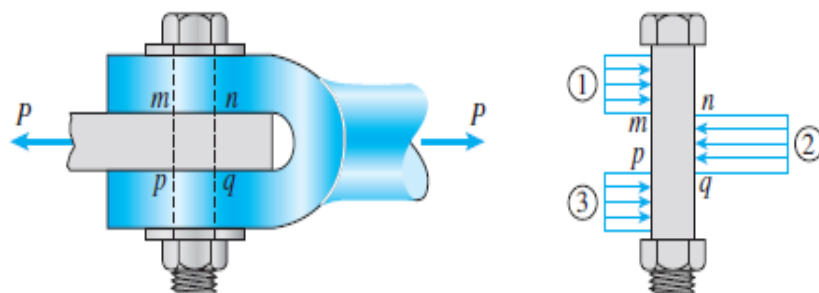
$$y_2 = y_1 - l_2 \cos \theta_2 \quad (4)$$

Con el diagrama de movilidad y el análisis del péndulo doble se establece el desarrollar un modelo que considere las fases de movilidad y apoyo para la prótesis.

$x_1$  y  $y_1$  es la distancia del socket a la rodilla de la prótesis,  $x_2$  y  $y_2$  es la distancia de la rodilla al pie de la prótesis para establecer la posición, la velocidad y la aceleración, considerando las longitudes  $l_1$  y  $l_2$ , las masas  $m_1$  son la masa del socket a la rodilla y la masa  $m_2$  es la masa desde el final de la rodilla al pie.

Dentro del mismo diseño se analiza el modelo considerando la de resistencia de materiales para establecer una relación entre las fuerzas aplicadas a los elementos de la prótesis, las cargas o reacciones, y los esfuerzos y desplazamientos inducidos por ellos. Generalmente las simplificaciones geométricas y las restricciones impuestas sobre el modo de aplicación de las cargas hacen que el campo de deformaciones y tensiones se puedan calcular.

Los esfuerzos presentes son en los pernos que integran el sistema de la prótesis bajo la acción de los esfuerzos cortantes, considere la conexión con perno que se muestra en la figura 4. Esta conexión consiste de una barra plana, una horquilla y un perno que pasa por agujeros en la barra y en la horquilla. Por la acción de las cargas de tensión  $P$ , la barra y la horquilla presionarán contra el perno en compresión y se desarrollarán esfuerzos de contacto, llamados esfuerzos de compresión, esfuerzos en apoyos o esfuerzos de soporte. Además, la barra y la horquilla tienden a cortar el perno, es decir, pasar a través de él, y esta tendencia es resistida por los esfuerzos cortantes en el perno.



**Figura 4. Fuerzas actuantes en un perno.**

Los esfuerzos en los apoyos ejercidos por la horquilla contra el perno se muestran en el lado izquierdo del diagrama de cuerpo libre y se identifican con 1 y 3. Los esfuerzos de la barra aparecen en el lado derecho y se identifican con 2. La distribución real de los esfuerzos de soporte están distribuidos uniformemente. Con base a esta distribución uniforme, podemos calcular un esfuerzo de soporte promedio  $\sigma_b$  dividiendo la fuerza de soporte total  $F_b$  entre el área de soporte  $A_b$ .

En la segunda etapa se establece el modelado virtual, con base a la información que se encontró en la parte del diseño de la forma se va a generar un modelo CAD en Solidworks para determinar si el modelo es completamente funcional y que no exista algún problema con cada una de las piezas que conforman la unidad de prótesis.

El mecanismo completo está formado por 6 piezas, para formar un mecanismo de eslabones de 4 barras que determine el ángulo máximo de giro y las posiciones de apoyo, se contara con un sistema de anclaje para que a través de un sensor intermuscular sea colocado y que el socket interconecte con la pierna y mande la señal para establecer la movilidad de la rodilla y que en la parte de apoyo con el sistema electromagnético para el tobillo se dé la amortiguación del sistema [10,11].

Mediante la utilización de impresión 3D para el desarrollo físico de cada una de las piezas que conforman a la prótesis se pudo realizar un primer prototipo para un estudio mas detallado de las fuerzas que es capaz de soportar todo el sistema de forma real, cabe mencionar que en un analisis de esfuerzos y deformaciones que podría sufrir el dispositivo con cargas maximas (100kg) tiene un comportamiento aceptable puesto que no se experimento algun tipo de ruptura.

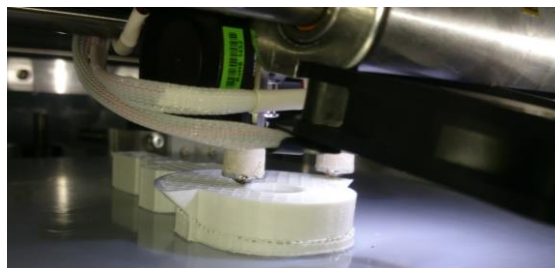


Figura 5. Impresión 3D autoría propia.

También se trabajó con el desarrollo del sistema para analizar el sistema de movilidad a través del control de las fases, se basa en el uso de dispositivos como micro controladores y actuadores eléctricos para controlar las fases de movimiento el sistema mecánico de la rodilla, permitiendo una estabilidad en la flexión del mecanismo, además de establecer el grado permisible para que la

persona no tenga dificultad alguna en sus movimientos, también en el anclaje de la fase de apoyo y retracción.

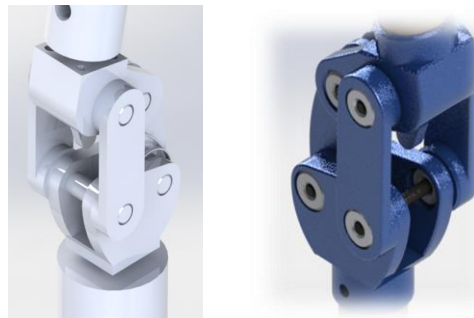
El material elegido es el ABS PC pues es uno de los que más se utilizan dentro del desarrollo de partes protésicas por sus propiedades mecánicas y de bajo impacto ambiental además de su bajo costo de obtención.

## Resultados y discusión

### Sistema de Rodilla.

Para el mecanismo de rodilla se define un sistema de cuatro barras que provee una razonable apariencia cosmética en la flexión a  $90^\circ$ , pero se debe notar que para lograr la funcionalidad del sistema de rodilla, el mecanismo se debe mover hacia abajo y hacia arriba durante la flexión de la rodilla y establecer elementos de posición del sistema, lo cual se convierte en la principal limitante.

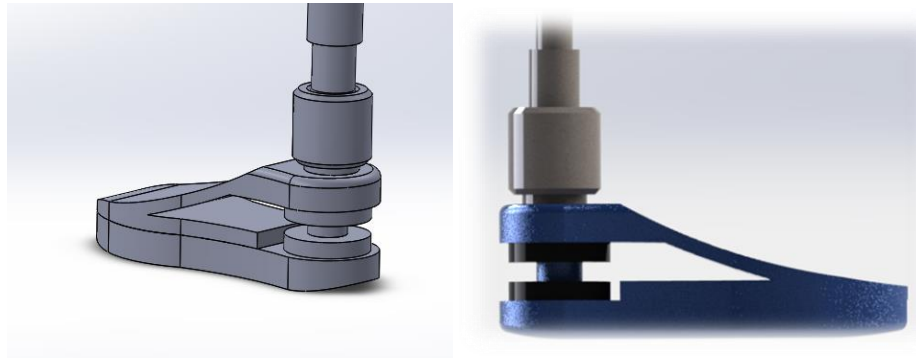
Este movimiento del mecanismo de rodilla no permite al amputado mantener el control de la rodilla al mismo tiempo que soporta el peso y se flexiona pocos grados como resultado de un evento imprevisto. En contraste, un mecanismo de cuatro barras de rodilla con un sensor intermuscular y un circuito integrado estará esencialmente asegurado en la extensión completa y el ángulo máximo.



Mediante la utilización de impresiones 3D se realizaron pruebas de campo utilizando personas con discapacidad. **Figura 6. Mecanismo de Rodilla del Sistema de Prótesis propuesto.** Este rediseño. Se tomara en cuenta al realizarse dichas pruebas que este rediseño es un prototipo, esta impresión se muestra en la figura 6 para análisis del prototipo de rodilla.

### Montaje del pie y tobillo.

En esta unidad, la base del pie se conecta al bloque del tobillo con una junta tipo encaje. Se debe analizar el eje transversal del tobillo permite que el pie haga la flexión plantar y la flexión alrededor de un eje. Mientras el pie realiza la flexión plantar, se comprime un los elementos magnéticos en la parte baja del pie produciendo una acción de fuerzas contrarias que contrarrestan el impacto y la vibración, ofreciendo el amortiguamiento al movimiento, como se muestra en la figura 7.



**Figura 7. Mecanismo del Tobillo y Pie del Sistema de Prótesis.**

El montaje pie-tobillo de eje múltiple permite el movimiento rotacional por la junta tipo encaje, es decir permite la rotación sobre un eje vertical que simula el movimiento del tobillo, también permite cierto grado de aplastamiento por el peso de la persona, este aplastamiento se pasara al pie. Este elemento rotará sobre el eje transversal en la articulación del tobillo, y así puede realizar la flexión plantar y una flexión suave, como se muestra en la figura 8.



**Figura 8. Mecanismo de Tobillo y Pie (acabado final)**

Una ventaja de este montaje pie-tobillo permite movilidad rotacional del tobillo y un cierto grado de movilidad giratoria del pie que se acomoda a cualquier superficie mejor que cualquier otro tipo de pie protésico. También absorbe algunas de las fuerzas de torsión creadas durante la marcha, reduciendo el momento del muñón con el encaje.

Otro motivo es la atención a la estabilidad de los sistemas mecánicos, ya que en ocasiones, las partes móviles presentan consistencias de fallas durante las fases del movimiento, además del alto costo de las prótesis, que en comparación con diferentes modelos, obstruyen la movilidad. Además las prótesis de capacidades biónicas, requiere de muchos elementos eléctricos y electrónicos.

En consecuencia con éste nuevo diseño se pretende obtener beneficios económicos y sociales como: facilitar las ventajas de adquirir una prótesis totalmente funcional, ofrecer un plano de rehabilitación para que la persona obtenga una mejor calidad de vida.

La figura 9 muestra el primer prototipo de la prótesis culminado en la cual se puede observar de forma física como es que se encuentra constituido el sistema en general, y con ello se puede llegar como resultado que el trabajo que se esta realizando tiene aptitudes para ser aplicado de forma real a pacientes que tengan algun tipo de amputación transtibial o en su caso transfemoral.



Figura 9. Prótesis Modelo y Prototipo.

La funcionalidad de la prótesis ofrece sistemas totalmente innovadores, tal es el caso del sistema de amortiguación electromagnética, que ofrece un sistema de reducción de las vibraciones en las fases de movilidad y desplazamiento y puede seguir su análisis.

El control de las fases, se basa en el uso de dispositivos como micro controladores y actuadores eléctricos para controlar las fases de movimiento el sistema mecánico de la rodilla, permitiendo una estabilidad en la flexión del mecanismo, además de establecer el grado permisible para que la persona no tenga dificultad alguna en sus movimientos.

El diseño ofrece una opción muy óptima en cuanto a sus elementos, los cuales pueden someterse a tratamientos de materiales especiales para brindarle mayor resistencia mecánica, además de prolongar y mejorar la vida útil que puede ser analizado y desarrollado.

También para las fases de movilidad se establecieron un servomotor y de los grados en los cuales la prótesis estará trabajando con un sensor de señales mioeléctricas, realizando un estudio de las bioseñales permitiendo determinar un margen de control del sistema mecánico, se muestra el sistema de señales o dispositivo de control de movilidad en la figura 10.

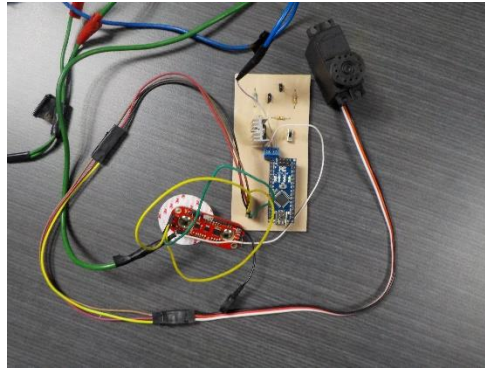


Figura 10. Dispositivo control de movilidad de prótesis.

## Conclusiones

Las dimensiones del prototipo con las que se trabajaron cumplen con los requerimientos de funcionamiento y diseño, todo ello en base a los resultados obtenidos mediante la simulación estática.

La utilización de la impresión 3D y el material plástico evita que exista un sobrepeso de todo el sistema de prótesis, teniendo un peso final estimado de 2000 gr.

El mecanismo de 4 barras establece los grados de movilidad del sistema para la prótesis de extremidad inferior presenta una estabilidad, seguridad y control voluntario durante todo el tiempo de la marcha normal lo que representa el aporte principal de este rediseño.

La continuación de esta investigación es vital para el desarrollo de prótesis de bajo costo en el país, puesto que al generar distintas combinaciones de soluciones protésicas no solo de extremidades inferiores sino que de todo el cuerpo se generará una base muy importante para mejorar la calidad de vida de miles de personas en el país.

El mecanismo de rodilla, tobillo y pie mostrara los beneficios de funcionalidad y movilidad adecuada, el mecanismo dará poco peso y durabilidad, con la estabilidad de la rodilla, similar a las rodillas con seguro, típicos para amputados con problemas físicos. La figura 8 muestra los detalles de ensamble del sistema rodillo, tobillo y pie modelado.

Con el programa solidworks se pudo realizar el primer del prototipo para su fabricación mediante procesos de impresión 3D, permitiendo identificar las partes más críticas del modelo y de esta

forma adecuarlas. De igual forma con este programa se realizaron simulaciones sobre el mecanismo en los cuales se aplicó una fuerza proporcional a la masa de cada persona y de esta forma poder verificar la resistencia del mecanismo, para realizar una simulación más específica sobre toda la superficie e interior de cada elemento que contiene la prótesis.

El rediseño de esta prótesis implica un gran número de variables que se consideran a la hora de analizar la rodilla, el tobillo y el pie, puesto que son elementos del cuerpo humano para que nuevamente una persona pueda volver a caminar.

Este rediseño tiene un amplio campo de aplicación puesto que en la actualidad existe un número increíble de personas que tienen alguna discapacidad en cuanto al miembro inferior, así mismo los costos de una prótesis prefabricada son muy elevados para que todos y cada uno de ellos puedan adquirirlas, por ello el proyecto que aquí se va a desarrollar tiene un alto impacto para la sociedad y genera una oportunidad dentro del campo de la medicina y rehabilitación, donde la ingeniería dará elementos para mejorar en lo que le corresponde la vida de una persona.

## Referencias

Capos padilla Ivette Yadira. Diseño de un Mecanismo Policéntrico para prótesis de Rodilla, Instituto Politécnico Nacional, México.

Jorge Alberto Nájera Castejón, Diseño del control para una prótesis de rodilla tipo policéntrica, tesis, México, d. F. Octubre 2013

Livingston David Castro Valladares. Diseño y Modelado de Mecanismo Policéntrico de una Prótesis de Rodilla. Trabajo de Tesis Guayaquil Ecuador 2012.

Margareta Nordin Biomecánica básica del sistema musculoesqueletico tercera edición

Otto bock, Healthcare, encaje y soporte, [http://www.ottobock.com/cps/rde/xbcr/ob\\_com\\_en/646k1.pdf](http://www.ottobock.com/cps/rde/xbcr/ob_com_en/646k1.pdf)

Vázquez López A. J., Torres San Miguel C. R., Molina Cortez J. A., Urriolagoitia Calderón G. M. Diseño preliminar de una Prótesis de Tobillo de dos Grados de Libertad.

Margareta Nordin, Biomecánica básica del sistema musculoesqueletico, Tercera edición, Mc Graw Hill

G. Budynas, J. Keith Nisbett; Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley; Sexta Edición; Editorial: Mc Graw Hill.

Karsuhito Ogata, Dinámica de Sistema, Tercera Edición, Editorial Prentice Hall.

Manuel Benjamin Ortiz Moctezuma. Sistemas Dinámicos en Tiempo Continuo, Modelado y Simulación, Editorial Scholar, 2015.

Balanchandran y Magrab, Vibraciones, Primera Edición, Editorial Cengage Learning.



## DESARROLLO DE EXOESQUELETO PARA REHABILITACIÓN

M.I. Jorge Curiel Godoy, gimli263@gmail.com Dr. Ignacio Juárez Campos,  
 ijc.uayd@gmail.com Dra. Lucia Márquez Pérez lucia3366@gmail.com Dr. Leonardo Romero  
 Muñoz Iromeromunoz@gmail.com  
 Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**Resumen.** Este trabajo presenta las bases sobre las que se diseñó un nuevo exoesqueleto bípedo no antropomórfico, cuyas piernas se basan en un mecanismo de ocho barras articuladas. La función principal de este exoesqueleto es ayudar a las personas que tienen dificultad para caminar. Cada pierna se basa en el mecanismo de movimiento lineal exacto Peaucellier-Lipkin (P-L), éste utiliza un eslabonamiento de un grado de libertad. Para ser utilizado como una pierna robótica, el mecanismo de Peaucellier-Lipkin se modificó, agregando dos grados de libertad más, así como la adición de un sistema mecánico basado en poleas dentadas y correas de sincronización que proporciona equilibrio y estabilidad al usuario. El uso del mecanismo Peaucellier-Lipkin, su transformación de uno a tres grados de libertad, y la incorporación del sistema de estabilidad son las principales innovaciones y contribuciones de este novedoso exoesqueleto no antropomórfico. Su movilidad y rendimiento también se presentan aquí, a través de un análisis de cinemática directa e inversa, junto con su aplicación en la realización del movimiento de traslación del pie robótico a lo largo de trayectorias con la imposición de leyes de movimiento basadas en funciones lineales de tiempo.

**Palabras clave:** Exoesqueleto, Rehabilitación.

### Introducción

El diseño y desarrollo de exoesqueletos tiene una amplia historia, desde los años 60's cuando el ejército de los EUA desarrollaba gran variedad de equipos para aumentar las habilidades de los soldados al cumplir sus funciones militares. Posterior a esto, se comenzaron a dar nuevas aplicaciones: protecciones (armaduras) para manejar materiales radioactivos o peligrosos, rehabilitación de codos y rodillas que sufrieron alguna lesión de gravedad (Anam & Al-Jumaily, 2012), (Lo & Xie, 2012). Es en esta última aplicación donde se puede generar nuevas tecnologías que resulten en el incremento de la calidad de vida de las personas, enfocando el esfuerzo de la investigación en la rehabilitación de las extremidades inferiores, dado que la sola acción de caminar es altamente recomendada para mejorar la salud individual, sin mencionar el incremento en la confianza individual e independencia (Galle, Malcolm, Derave, & De Clercq, 2013).

La mayoría de los exoesqueletos andantes son dispositivos diseñados a partir de arquitecturas mecánicas tradicionales compuestas por eslabones acoplados por articulaciones rotativas o prismáticas que forman cadenas en serie. Estas arquitecturas antropomórficas tradicionales consisten básicamente en cuatro eslabones, que representan la pelvis, el fémur, la tibia y el pie.



Sin embargo, otras arquitecturas no tradicionales presentan varias ventajas. Un novedoso robot portátil con una arquitectura no antropomórfica, destinada a ayudar a la flexión / extensión de la cadera y la rodilla, se presenta en (Accoto, Sergi, Tagliamonte, & Bion-, 2014; Sergi, Accoto, Tagliamonte, & Carpino, 2010). Los autores explican que esta arquitectura ayuda a mejorar la ergonomía y optimiza las propiedades dinámicas a través de una distribución inteligente de masas oscilantes. El robot portátil resultante muestra baja inercia reflejada, alta capacidad de retroalimentación y tolerancia intrínseca a la desalineación.

Ahora bien, considerando este concepto de arquitectura no-antropomórfica se desarrolla un exoesqueleto basado en el mecanismo de Peaucellier-Lipkin. Este mecanismo está compuesto de ocho barras articuladas, cumpliendo las siguientes restricciones:

**Tabla 1. Conjunto de longitudes y condones**

Longitudes	Condiciones
$\{L_{AD}, L_{AE}\}$	$L_{AD} = L_{AE} = L_1$
$\{L_{CD}, L_{CE}, L_{DF}, L_{EF}\}$	$L_{CD} = L_{CE} = L_{DF} = L_{EF}$ $= L_2$
$\{L_{AB}, L_{BC}\}$	$L_{AB} = L_{BC}$
$L_1 > L_{AB} + L_{BC}$	

Con estas condiciones resulta que al aplicar un movimiento angular  $\theta$  en el punto B del mecanismo respecto a la barra colocada entre A y B, se tendrá como resultado un movimiento lineal exacto en el punto F, figura 1. Este movimiento final se ve limitado por las dimensiones de las barras que lo forman (Dijksman, 1996),(Jain, 2014),(Johnson, 1875),(Liao, 2011).

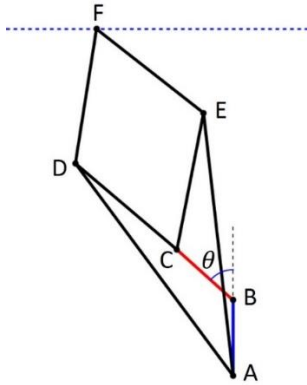


Figura 1. Mecanismo de Peaucellier-Lipkin

El objetivo de este trabajo de investigación es mostrar qué modificaciones sufrió el mecanismo de Peaucellier-Lipkin (cambio de un grado a tres grados de libertad) para que el exoesqueleto pueda imitar distintos tipos de trayectoria y patrones para rehabilitación. A sí mismo, se realiza un análisis cinemático directo e inverso que nos permite conocer en qué forma se ven afectados los elementos variables  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$  y el valor del ángulo  $\theta$  para que el exoesqueleto imite posibles trayectorias. En la misma investigación se presenta una propuesta para las regiones geométricas que regirán el desplazamiento el punto A, así como, una propuesta del perfil de trayectoria que gobierna al movimiento del exoesqueleto respecto del tiempo.

## Desarrollo

### *Diseño conceptual*

Para lograr reproducir el andar humano con este exoesqueleto, basado en un mecanismo de ocho barras articuladas, se entenderá que el andar humano es un movimiento cíclico que se caracteriza por una secuencia de apoyo singular (un pie en contacto con el suelo) y soporte doble (dos pies en el suelo). La etapa de doble soporte representa un 20% de la duración total del ciclo. Para una pierna, el paso está compuesto por una fase de apoyo, representando un 60% de la duración total, y un fase de oscilación con una duración de 40% del tiempo (Steinicke, Visell, Campos, & Lécuyer, 2013), figura 2.

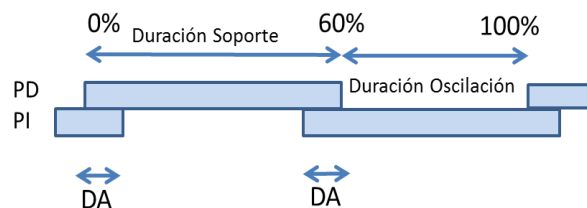


Figura 2. Duración del ciclo de marcha

Para fines prácticos en la aplicación de este exoesqueleto, se definen cuatro etapas que describen el movimiento del exoesqueleto:

Etapa de doble apoyo, ambos pies tocando el suelo, separados los pies a la máxima amplitud posible del exoesqueleto

Etapa de levantamiento, uno de los pies comienza a levantarse, dejando al otro como apoyo

Etapa de oscilación, un pie se desplaza en el aire y el otro continua como apoyo

Etapa de descenso, el pie oscilante comienza a bajar; el otro pie permanece aún como de apoyo

Se repite la secuencia, pero con el otro pie.

Por la naturaleza del mecanismo de ocho barras articuladas (Peaucellier-Lipkin) con su único grado de libertad, éste sólo puede realizar desplazamientos lineales exactos, pero si se aumentan los grados de libertad del mecanismo, puede realizar cada una de las etapas que se mencionaron previamente. Las principales modificaciones que se hicieron al mecanismo tienen que ver con permitir modificar las longitudes  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$ .

Para lograr estos cambios, se incorporan actuadores lineales que sustituyen a las barras AB y BC, figura 3.

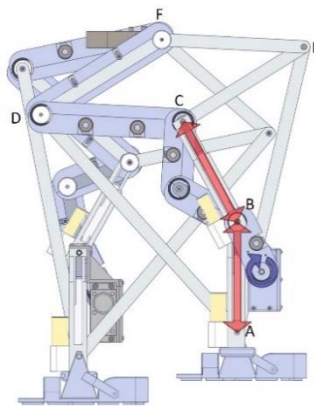


Figura 3. Piernas de Exoesqueleto con actuadores entre los puntos AB y BC

Ahora bien, para asegurar el buen funcionamiento del sistema y se obtenga el resultado esperado, es necesario que se cumpla una condición en el mecanismo, la barra  $L_{AB}$  debe permanecer siempre perpendicular a la línea de desplazamiento, por lo que se incorpora una sistema de bandas y poleas en los puntos B, C, D, F, que mantienen a la barra AB en esta posición, figura 4.

Para asegurar que las poleas cumplan su función, las barras CD y DF son modificadas para se puedan colocar tensores, figura 4 detalle a). Además, dado que la barra AB modifica su longitud, se coloca un arreglo de poleas, bandas y barras que conectan los puntos B y C sin restringir esta variación en la longitud, figura 4 detalle b).

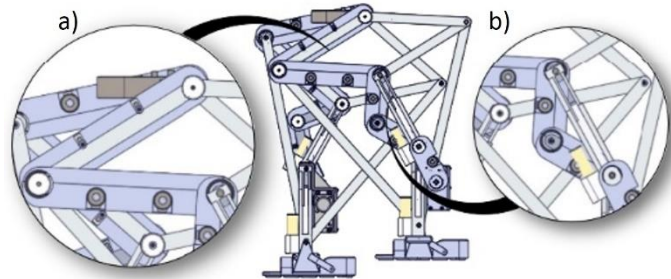


Figura 4. Exoesqueleto, a) puente elementos FD, DC b) puente elemento BC

Con las modificaciones mostradas, el mecanismo tiene la capacidad de trazar líneas de desplazamiento más complejas, permitiendo al exoesqueleto el poder adaptarse a regiones geométricas como base para su desplazamiento y controlarse de acuerdo a un perfil de trayectoria diseñado.

### ***Análisis matemático del exoesqueleto***

En el estudio de los movimientos del exoesqueleto se realiza un análisis cinemático; éste consiste en estudiar los sistemas de movimiento sin considerar las fuerzas que los generan, por lo tanto sólo la interacción entre la geometría y el movimiento del sistema son analizados (Flores, Ambrósio, Pimenta, & Lankarani, 2008).

Como resultado de las modificaciones, se presentan 5 casos específicos en el comportamiento del mecanismo de Peaucellier-Lipkin:

**CASO 1:**  $L_{AB} = L_{BC} = K_1$ , al que se le llama nominal, porque representa la postura natural de la pierna. En este caso la trayectoria seguida por el punto F describe una línea recta exacta, figura 1.

**CASO 2:**  $L_{AB} < L_{BC}$ . Para esta condición, el punto F traza un arco circular cóncavo para un observador que se encuentra en el punto A, figura 5.

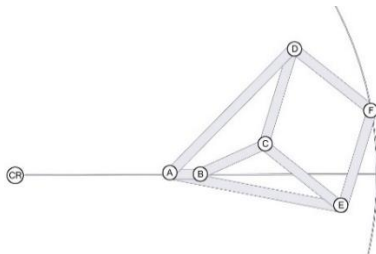


Figura 5. Peaucellier-Lipkin, Caso 2

CASO 3:  $L_{AB} > L_{BC}$ . Para esta condición, el punto F traza un arco circular convexo para un observador que se encuentra en el punto A, figura 6.

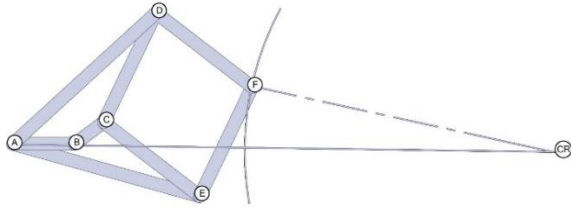


Figura 6. Peaucellier-Lipkin, Caso 3

CASO 4.  $L_{AB} = L_{BC} = K_2$ , donde  $K_2 > K_1$ , para esta condición, aunque el punto F sigue trazando una línea recta, tal como en el caso 1, apreciada también en la figura 7a, se acorta la distancia perpendicular a la línea trazada por el punto F y que pasa por el punto A, figura 7b.

CASO 5.  $L_{AB} = L_{BC} = K_3$ , donde  $K_3 < K_1$ , para esta condición, aunque el punto F sigue trazando una línea recta, tal como en el caso 1, apreciada también en la figura 7a, se incrementa la distancia perpendicular a la línea trazada por el punto F y que pasa por el punto A, figura 7c.

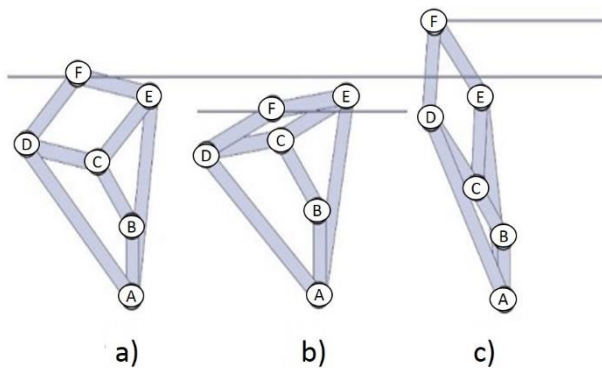


Figura 7. Peaucellier-Lipkin: a) Caso 1, b) Caso 4, c) Caso 5

A través de la interacción entre estos 5 caso, el mecanismo de Peaucellier-Lipkin es capaz de seguir trayectorias complejas, por tanto, para analizar los movimientos que debe realizar el exoesqueleto, se hace un análisis cinemático directo y un análisis cinemático inverso.

### ***Cinemática directa***

La cinemática directa permite conocer las coordenadas de salida en el punto F del sistema, definiendo las longitudes variables  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$  y el ángulo  $\theta$ , permaneciendo como constantes los elementos  $L_{CD}$ ,  $L_{CE}$ ,  $L_{AD}$ ,  $L_{AE}$ ,  $L_{DF}$  y  $L_{EF}$ .

Para poder calcular las coordenadas de salida en las que se encuentra el punto A, es importante definir las ecuaciones que especifican en qué coordenadas (x, y) se encuentran cada una de la posiciones de los puntos A, B, C, D, E y F, esto dependiendo de las longitudes variables de  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$  y el ángulo en que se encuentre  $\theta$ , sin embargo, para estos cálculos se toma como punto de origen las coordenada de la articulación A, para, posteriormente haciendo uso de una trasformada, cambiar el punto de origen de la coordenada A a las coordenadas marcadas para el punto F.

Utilizando la figura 8 como guía para orientar los cálculos, se obtienen las ecuaciones que definen cada uno de los puntos articulares del mecanismo de Peaucellier-Lipkin.

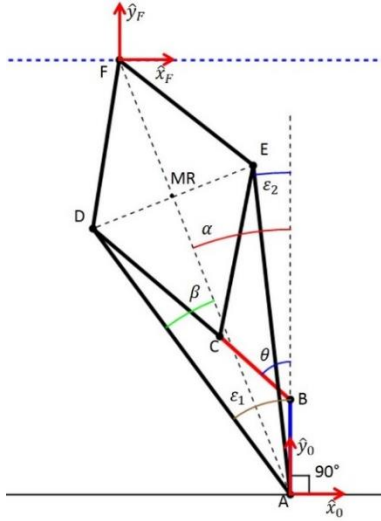


Figura 8. Peaucellier-Lipkin guía con punto de origen fijo en A

Como se puede ver en la figura 8, el punto A está dado por (1a) y (1b).

$$A_{x_0} = 0 \quad (1a)$$

$$A_{y_0} = 0 \quad (1b)$$

Para el punto B, se utilizan (2a) y (2b).

$$B_{x_0} = 0 \quad (2a)$$

$$B_{y_0} = L_{AB} \quad (2b)$$

Las coordenadas del punto C se obtienen con (3a) y (3b).

$$C_{x_0} = L_{BC} \cos\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right) \quad (3a)$$

$$C_{Y_0} = L_{AB} + L_{BC} \text{Sen}\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right) \quad (3b)$$

El punto D define sus coordenadas con (4a) y (4b).

$$D_{X_0} = L_{AD} \text{Cos}\left(\frac{\pi}{2} - \epsilon_1\right) \quad (4a)$$

$$D_{Y_0} = L_{AD} \text{Sen}\left(\frac{\pi}{2} - \epsilon_1\right) \quad (4b)$$

Donde:

$$\epsilon_1 = \alpha + \beta \quad (5)$$

$$\alpha = \text{Tan}^{-1}\left(\frac{L_{BC} \text{Cos}\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)}{L_{AB} + L_{BC} \text{Sen}\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)}\right) \quad (6)$$

$$\beta = \text{Cos}^{-1}\left(\frac{L_{AD}^2 + d_{AC}^2 - L_{CD}^2}{2 L_{AD} d_{AC}}\right) \quad (6)$$

$$d_{AC} = \sqrt{\left(L_{AB} + L_{BC} \text{Sen}\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)\right)^2 + \left(L_{BC} \text{Cos}\left(\frac{\pi}{2} + \theta\right)\right)^2} \quad (7)$$

Para definir las coordenadas del punto E, se utilizan (8a) y (8b).

$$E_{X_0} = L_{AE} \text{Cos}\left(\frac{\pi}{2} - \epsilon_2\right) \quad (8a)$$

$$E_{Y_0} = L_{AE} \text{Sen}\left(\frac{\pi}{2} - \epsilon_2\right) \quad (8b)$$

En donde:

$$\epsilon_2 = \alpha - \beta \quad (9)$$

Finalmente, para las coordenadas del punto F se utilizan (10a) y (10b).

$$F_{X_0} = d_{AF} \text{Cos}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \quad (10a)$$

$$F_{Y_0} = d_{AF} \text{Sen}\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) \quad (10b)$$

Donde:

$$d_{AF} = d_{AMR} + d_{CMR} \quad (11)$$

$$d_{AMR} = L_{AD} \text{Cos } \beta \quad (12)$$

$$d_{CMR} = d_{AMR} - d_{AC} \quad (13)$$

Al tener definida la posición de los puntos A, B, C, D, E y F, se vuelve necesario modificar el punto de origen, trasladándolo de la articulación A hacia la articulación F. De esta forma, se respetan las posiciones originales de los puntos, pero ahora bajo una nueva referencia, la cual es {F}. Para lograr ese traslado es necesario incluir las coordenadas de los puntos A, B, C, D, E y F en una matriz, resultando en (14).

$${}^0P = \begin{pmatrix} A_{X_0} & B_{X_0} & C_{X_0} & D_{X_0} & E_{X_0} & F_{X_0} \\ A_{Y_0} & B_{Y_0} & C_{Y_0} & D_{Y_0} & E_{Y_0} & F_{Y_0} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (14)$$

Lo que sigue es definir la matriz de transformación que transporta los puntos A, B, C, D, E y F medidos en {0} hacia la referencia {F}, ésta es mostrada en (15).

$$T_F^0 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & F_{X_0} \\ 0 & 1 & 0 & F_{Y_0} \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad (15)$$

El último paso consiste en aplicar la ecuación (16), que es la multiplicación de la inversa de transformación del referencial {F} hacia el referencial {0} con la matriz que define la nube de puntos medidos en el sistema de referencia {0} ecuación (14), lo que da como resultado la ecuación (17), que son las coordenadas de nuestros puntos A, B, C, D, E y F con respecto del nuevo sistema de referencia {F}.

$${}^FP = T_F^{0^{-1}} {}^0P \quad (16)$$



$${}^F P = \begin{pmatrix} A_{XF} & B_{XF} & C_{XF} & D_{XF} & E_{XF} & F_{XF} \\ A_{YF} & B_{YF} & C_{YF} & D_{YF} & E_{YF} & F_{YF} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad (17)$$

Como se puede ver, el análisis de la cinemática directa define las coordenadas de salida con el sistema de referencia con su origen colocado en el punto F, basándose únicamente en las dimensiones proporcionadas por  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$ ,  $L_{CD}$ ,  $L_{CE}$ ,  $L_{AD}$ ,  $L_{AE}$ ,  $L_{DF}$ ,  $L_{EF}$  y el ángulo  $\theta$ , que son previamente definidas en el mecanismo de Peaucellier-Lipkin.

Por lo que, al conocer los valores sobre las variables  $A_{XF}$  y  $A_{YF}$ , se sabrá cuáles son las coordenadas en la que se encuentra ubicado el punto A en un plano referenciado  $\hat{x}_F - \hat{y}_F$ .

### ***Cinemática inversa***

La cinemática directa permite conocer la posición de cada uno de los puntos, en especial la salida del sistema, el punto A, al alimentar las ecuaciones. Sin embargo, si se define una trayectoria para que el exoesqueleto pueda moverse, se vuelve indispensable definir de qué forma se tiene que variar la longitud de los elementos AB, BC y el ángulo  $\theta$  dentro del sistema. Es aquí donde se aplica el análisis de cinemática inversa, que permite conocer qué longitudes debe tener cada eslabón variable  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$  con su respectivo recorrido angular en  $\theta$ . Basándose para esto, en las coordenadas del punto de salida del sistema (punto A) en cada pierna dentro de un plano  $\hat{x}_F - \hat{y}_F$ .

Para el desarrollo de este análisis cinemático, se utiliza la figura 9 como apoyo y un par ordenado  $(x, y)$  en el plano que define la posición del punto A respecto de {F}.

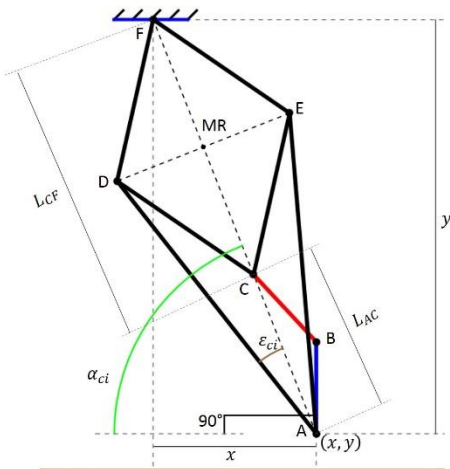


Figura 9. Peaucellier-Lipkin guía para ecuaciones de cinemática inversa

Para comenzar, se inicia con calcular la longitud que existe entre el punto A y el punto F, es decir (18).

$$L_{AF} = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (18)$$

Seguido de calcular el valor del ángulo  $\varepsilon_{ci}$  con (19).

$$\varepsilon_{ci} = \cos^{-1} \left( \frac{L_{AD}^2 + L_{AF}^2 - L_{DF}^2}{2L_{AD}L_{AF}} \right) \quad (19)$$

El valor de  $L_{AMR}$  con (20).

$$L_{AMR} = L_{AD} \cos \varepsilon_{ci} \quad (20)$$

Con los resultados de (18) y (20) se obtiene el valor de (21).

$$L_{AC} = 2 L_{AMR} - L_{AF} \quad (21)$$

Calculamos  $\alpha_{ci}$  con (22).

$$\alpha_{ci} = \sin^{-1} \left( \frac{|y|}{L_{AF}} \right) \quad (22)$$

Con apoyo en la figura 10, se determinan las ecuaciones que dan los valores en base a la posición  $(x, y)$  del punto A, las longitudes de  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$ , así como, el ángulo  $\theta$ .

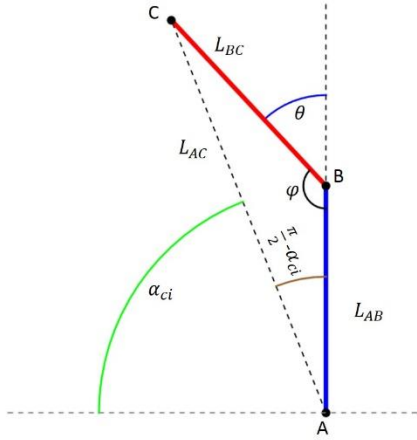


Figura 10. Elementos  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$  guía para ecuaciones de cinemática inversa

Para el cálculo de la longitudes de  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$ , se debe considerar la primicia de que  $L_{AB} = L_{BC}$ . Por consiguiente, se utiliza la ley de los cosenos para conocer las longitudes  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$ , resultando (23) y (24).

$$L_{AB} = \frac{L_{AC} L_{AF}}{2|y|} \quad (23)$$

$$L_{BC} = \frac{L_{AC} L_{AF}}{2|y|} \quad (24)$$

Quedando como último elemento por calcular, el ángulo de  $\theta$ . Para el cual, se utiliza la ley de los cosenos aplicada sobre el triángulo formado por  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$  y  $L_{AC}$  usando como ángulo de inicio a  $\varphi$  en (25) y finalmente  $\theta$  en (26).

$$\varphi = \cos^{-1} \left( \frac{L_{AB}^2 + L_{BC}^2 - L_{AC}^2}{2 L_{AB} L_{BC}} \right) \quad (25)$$

$$\theta = \pi - \varphi \quad (26)$$

Utilizando las ecuaciones definidas en este tema, es posible determinar el valor de los elementos  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$  y el ángulo  $\theta$ , lo que permitirá plantear posibles regiones geométricas definiendo las coordenadas dentro de un plano  $x - y$ .

### ***Planeación de trayectorias***

Las trayectorias son una serie de funciones basadas en el tiempo que permiten definir la manera en que cambian los puntos dentro de una región geométrica, en este caso sobre un plano de 2 dimensiones.

Ahora bien, si se saben las posiciones de los actuadores, tanto lineales como rotacionales, al inicio, se define la ruta y eje de giro, entonces se puede saber la posición final del exoesqueleto correspondiente al desplazamiento recorrido, gobernado por el perfil de trayectoria designado.

Para poder trazar la trayectoria, se utilizan regiones geométricas que regirán el desplazamiento del exoesqueleto. La región geométrica que se utiliza en este análisis se muestra en la figura 11; el uso de líneas con una pendiente específica permite probar un cambio continuo en la variación tanto de los elementos  $L_{AB}$  y  $L_{BC}$ , así como, el ángulo  $\theta$ . De esta forma se comprueba que la pierna del exoesqueleto es capaz de seguir el patrón.

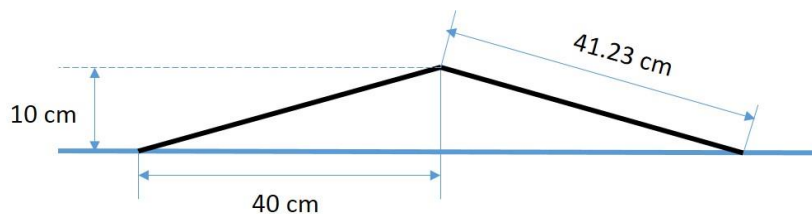


Figura 11 Regiones geométricas

Por cada recorrido se puede determinar que la distancia total recorrida por la pierna del exoesqueleto será de 82.46 cm.

Dada la región geométrica el perfil de trayectoria está definido por una ecuación lineal, de esta forma se comprueba de forma simple la habilidad de la pierna para ajustarse a distintas posiciones con respecto al tiempo dentro en un plano  $\hat{x} - \hat{y}$ .

Ahora bien, es importante definir la división del periodo de tiempo, dado que es en base a éste que actúan las ecuaciones. El dominio de tiempo comprende un intervalo cerrado, que engloba desde un tiempo igual a cero hasta un tiempo final  $[0[T], t_f]$ , lo que indica que el periodo de duración del movimiento es  $t_f$ .

El perfil de trayectoria para este exoesqueleto está representado por una serie de ecuaciones lineales, que definen la posición respecto del tiempo. Una descripción más simple sugiere que esta trayectoria está compuesta de dos periodos contruidos con dos ecuaciones de primer grado. La duración para cada uno de los periodos está dada por  $\frac{t_f}{2}$ .

La ecuación (27) define la posición respecto del tiempo del primer estado ascendente en un intervalo cerrado  $\left[0[T], \frac{t_f}{2}\right]$ . La función en la ecuación (28) determina la ubicación con base en el tiempo para el estado descendente en un intervalo cerrado  $\left[\left(\frac{t_f}{2}\right), t_f\right]$ .

$$y_1 = 0.2538 x - 0.1538 \quad (27)$$

$$y_2 = -0.2538 x + 20.408 \quad (28)$$

Donde la variable  $x$  se define con la ecuación (29).

$$x = 40 t \quad (29)$$

Es a través de estas ecuaciones que se podrá definir de qué manera se mueven los actuadores para cumplir con las geometrías definidas para el desplazamiento.

## Resultados

Habiendo resuelto los componentes que forman parte del diseño final del exoesqueleto, a continuación en la figura 12 se muestra la vista final del exoesqueleto en dos presentaciones: a) sólo exhibe el exoesqueleto, y el inciso b) muestra al usuario interactuando con el sistema.

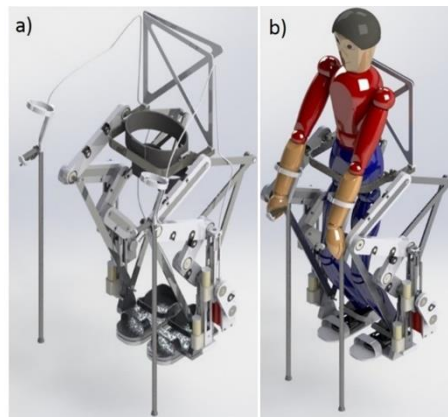


Figura 12. Vistas a) exoesqueleto, b) exoesqueleto con usuario

Con base en el diseño mostrado en la figura 12, se comenzó la construcción del prototipo, dando como resultado lo que se observa en la figura 13.



Figura 13 Prototipo exoesqueleto

En lo que respecta al modelo matemático del movimiento de exoesqueleto y las geometrías con los perfiles de trayectoria, es posible definir la forma en que se quiere mover el exoesqueleto, dando pautas de cómo se tiene que controlar.

Usando la figura 14 como guía se obtienen los parámetros de los valores de  $x$  y  $y$  respecto del tiempo.

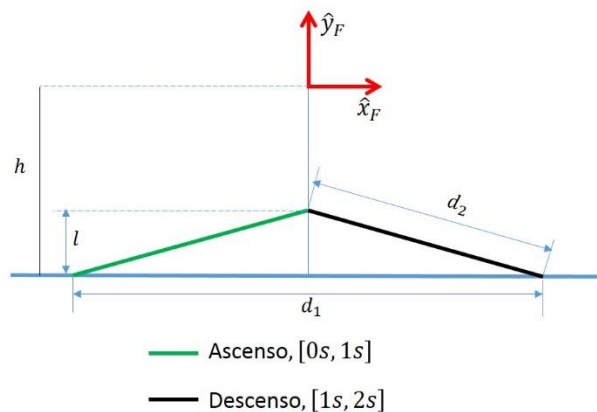


Figura 14 Región geométrica con representación de posición en intervalos

Las condiciones de la trayectoria se muestran en la tabla 2, que incluye desplazamiento total horizontal, vertical y tiempo total.

**Tabla 2.** Descripción de variables figura 15

Descripción	Valor
Desplazamiento horizontal máximo ( $d_1$ )	80 cm
Ascenso, descenso ( $d_2$ )	41.23 cm
Desplazamiento vertical máximo ( $L$ )	10 cm
Duración ( $t_f$ )	2 s

Aplicando las resultantes de las ecuaciones (27), (28) y (29) en las ecuaciones de la cinemática inversa se define la forma en que varía cada elemento. La figura 15 presenta la evolución en el recorrido horizontal y vertical del tobillo de la pierna basada en P-L y las figuras 16 y 17 muestran las variaciones con el tiempo de las longitudes  $L_{AB}$ ,  $L_{BC}$  y el ángulo  $\theta$ , respectivamente.

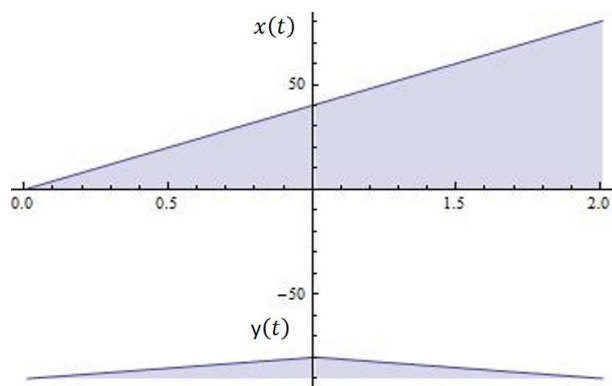


Figura 15 Desplazamiento horizontal y vertical de la pierna del exoesqueleto

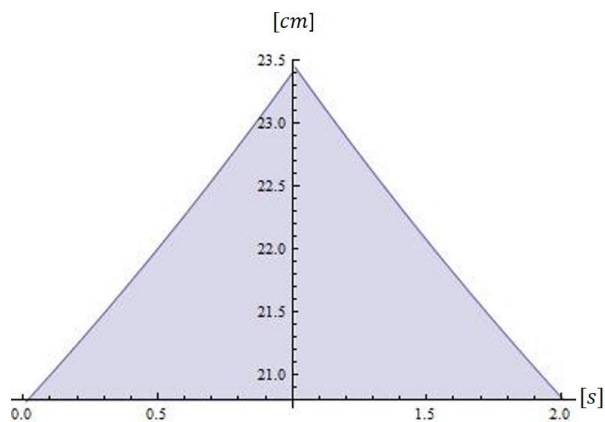


Figura 16 Evolución la longitud variable perteneciente a los elementos colocados entre los

puntos A y B y entre los elementos B y C

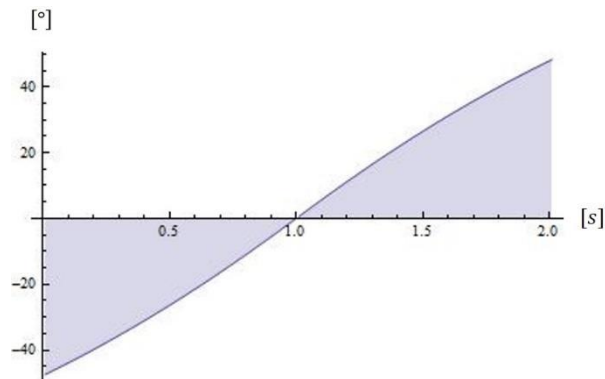


Figura 17 Evolución de la variable  $\theta$

Finalmente, en la figura 18 se muestran seis posturas resultado de la secuencia de animación dinámica de la pierna del exoesqueleto para rehabilitación basada en mecanismo P-L.

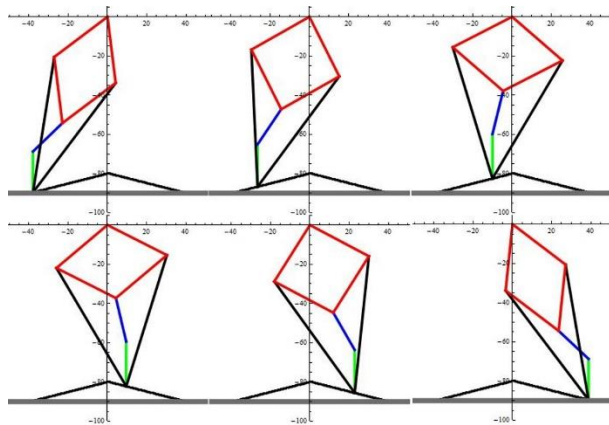


Figura 18 Patrón reproducido por pierna de exoesqueleto

## Conclusiones

Al tener resueltos el comportamiento de los elementos, tanto, variables como fijos, se aprecia que el mecanismo cumple con la función final, que es la de proporcionar terapias de rehabilitación a personas con insuficiencia motriz en las extremidades inferiores, permitiendo al usuario usar distintas trayectorias y obtener mejores resultados. También estos datos proporcionan la información inicial para el diseño del controlador, el cual nos permitirá manipular los actuadores de la forma que se dispuso con las regiones geométricas.



Ahora bien, ya definida la estructura mecánica del exoesqueleto con todos sus elementos, teniendo resueltos de qué forma se mueve y cómo varían los elementos para ese desplazamiento, se torna indispensable determinar si las dimensiones propuestas y los materiales definidos para el exoesqueleto resistirán los esfuerzos que se les apliquen y no exista deformación, asegurando que el paciente se encontrará seguro al utilizar este exoesqueleto bípedo para rehabilitación.

Es importante señalar que este mecanismo imposibilita la acción de sentarse y/o tomar posturas bajas debido a la estructura y rigidez que presenta el mecanismo, como resultado de la configuración de barras que posee. Esto no resta importancia a la rapidez, al excelente soporte y la seguridad que ofrecerá el exoesqueleto durante su uso.

## Referencias

- Accoto, B. D., Sergi, F., Tagliamonte, N. L., & Bion-, R.E.X.R.E.X. (2014). A Nonanthropomorphic Wearable Robot, (December), 45–55.
- Anam, K., & Al-Jumaily, A. (2012). Active exoskeleton control systems: State of the art. *Procedia Engineering*, 41(Iris), 988–994. <http://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.273>
- Dijkman, E. a. (1996). A fourfold generalization of Peaucellier's inversion cell. *Meccanica*, 31(4), 407–420. <http://doi.org/10.1007/BF00429929>
- Flores, Ambrósio, Pimenta, & Lankarani. (2008). *Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics Volume 34 Series Editors Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics* (Vol. 34).
- Galle, S., Malcolm, P., Derave, W., & De Clercq, D. (2013). Adaptation to walking with an exoskeleton that assists ankle extension. *Gait & Posture*, 38(3), 495–9. <http://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.01.029>
- Jain, A. (2014). Formulating Relations between Linkages of Peaucellier Mechanism. *International Journal of Engineering and Technical Research*, 2321–869(Special Issu), 116–117.
- Johnson, W. W. (1875). [7][1875,Wooslet]Introduction to peaucillier.pdf. *The Analyst*, 2(2), 41–45.
- Liao, Y. (2011). Design and Analysis of a Modified Scott Russell Straight-Line Mechanism for a Robot End-Effector. *Journal of Applied Science & Engineering Technology*, 42–49.
- Lo, H. S., & Xie, S. Q. (2012). Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: state of the art and future prospects. *Medical Engineering & Physics*, 34(3), 261–8. <http://doi.org/10.1016/j.medengphy.2011.10.004>

Sergi, F., Accoto, D., Tagliamonte, N. L., & Carpino, G. (2010). A systematic graph-based method for the kinematic synthesis of non-anthropomorphic wearable robots, 100–105. <http://doi.org/10.1007/s11465-011-0206-2>

Steinicke, F., Visell, Y., Campos, J., & Lécuyer, A. (2013). *Human Walking in Virtual Environments*. Springer.

## SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE LA DISLEXIA

Karla Ivette Naranjo Juárez<sup>1</sup> ivette.naranjo@outlook.com, Itzel Moreno Martínez<sup>1</sup> itzel.braun@hotmail.com, Jesús Manuel Olivares Ceja<sup>2</sup> jesus@cic.ipn.mx., Andrés Lucas Bravo<sup>1</sup> andres.lbravo@gmail.com, Benina Velázquez Ordoñez<sup>3</sup> candyv1978@hotmail.com

<sup>1</sup>Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Computación <sup>3</sup>Dirección de Cómputo y Comunicaciones

**Resumen.** El auge de las telecomunicaciones desde finales del siglo XX, principalmente Internet, popularizado desde 1995, ha hecho posible proveer servicios con personal especializado, inclusive a poblaciones ubicadas en lugares remotos.

En este documento se propone el desarrollo de un sistema telemático para el diagnóstico oportuno del trastorno del habla conocido como dislexia que quien la padece cambia letras al leer o escribir, asimismo presentan problemas en el entendimiento de algunas palabras. Esto tiene como consecuencia dificultades para obtener un desempeño escolar adecuado, además quien la padece está sujeto a burlas y marginación social. En la vida adulta las consecuencias son más notorias porque además de marginación, estas personas generalmente tienen salarios muy bajos como consecuencia de su pobre preparación profesional.

El sistema propuesto se desarrolló usando la metodología de cascada. Este permite que las personas ubicadas en lugares remotos, pero con acceso a Internet, puedan grabar ciertas palabras que se conocen como típicas del paciente con dislexia y que estas se envíen a un servidor para su procesamiento y valoración de expertos en problemas del habla.

En caso que se detecten pacientes con algún grado de dislexia, se canalizan para su tratamiento hacia alguna ciudad cercana o en casos leves se pueden indicar los ejercicios que debe realizar.

El sistema está en proceso de pruebas con voces de niños que sus padres dieron su consentimiento para participar. La herramienta telemática es un apoyo a los especialistas y de ninguna manera se considera sustituirlos.

**Palabras clave:** Dislexia, Sistema telemático, Archivos WAV, Arquitectura cliente-servidor.

## Introducción

Con el auge de las telecomunicaciones desde finales del siglo XX, principalmente Internet, popularizado desde 1995, es posible proveer servicios con personal especializado, inclusive a poblaciones ubicadas en lugares remotos.

En este documento se presenta una herramienta telemática que permite a personas ubicadas en lugares remotos acceder a un servicio para la detección oportuna de la dislexia. El trabajo se enfoca principalmente en niños, porque son los que tienen mayores posibilidades para recibir algún tratamiento que les permita incorporarse en actividades laborales y sociales con menores posibilidades de marginación o rechazo.

La dislexia (Jiménez, 2012), es un trastorno del habla que se presenta en las personas desde la infancia y persiste en el tiempo afectando habilidades básicas como la lectura y la escritura repercutiendo en problemas de aprendizaje, aunque tengan capacidades intelectuales normales o incluso superiores. Los síntomas de este padecimiento se pueden notar desde que los infantes comienzan a decir sus primeras palabras, pero usualmente el diagnóstico se realiza hasta que empiezan a leer y escribir.

La detección oportuna de la dislexia le permite a los afectados mejorar su calidad de vida y darles mejores oportunidades para estudiar y completar una carrera, otorgándoles al mismo tiempo la oportunidad de mejorar la interacción con su entorno y así evitarles la marginación social a que se encuentran expuestos.

Un Sistema basado en el reconocimiento de palabras es una herramienta potencial que permite capturar la señal de voz del hablante y procesarla para reconocer la información que contiene dicha señal. El propósito de este trabajo es un Sistema de reconocimiento de voz para la detección oportuna de dislexia, gracias a la creación de un diccionario fonético que cuente con las palabras que se conoce son de difícil pronunciación para las personas con este trastorno, otorgando un resultado validado por un especialista para que los afectados puedan iniciar un tratamiento acorde a sus características.

El trabajo se elaboró mediante la metodología de desarrollo de sistemas de cascada, iniciando con el planteamiento del problema, luego el análisis, diseño, codificación y pruebas.

## Estado del arte

Desde la década de 1950 surgió el interés de procesar el sonido como un medio para interactuar con las computadoras. El grupo de (Schafer & Rabiner, 1975) estableció diferentes modelos para representar la voz en forma digital, mismos que se han utilizado a través del tiempo en diferentes tareas relacionadas con el reconocimiento del habla (Rabiner & Levinson, 1981), entre estas:

Reconocimiento del hablante (Tuninetti et al., 2017), para identificar a personas diferentes con base en su forma de expresarse.

Comprensión del lenguaje independiente del hablante, que actualmente se puede encontrar en la Web y aplicaciones móviles; uno de los proyectos más relevantes es la traducción simultánea en tiempo real.

Auxiliar en el tratamiento de algunos trastornos del habla (Furlong et al., 2017).

En este documento se trata la detección oportuna de la dislexia, enfocando principalmente a niños que comienzan sus estudios de primaria y que articulan palabras para comunicarse con personas adultas. En la literatura existen trabajos en donde se considera el apoyo a personas que fueron diagnosticadas mediante especialistas del habla. Con un programas que ayuda en la terapia del habla basada en computadora donde se busca proveer recursos innovadores para tratar trastornos del habla como disartria, deterioro de la articulación, deterioro fonológico, entre otros, con el fin de solventar la escasez de personal especialista en trastornos de este tipo, así como brindar el acceso a un tratamiento a niños que no tienen recursos para este servicio.

Se ha encontrado en la literatura que este tipo de terapia puede ser un método útil para complementar el manejo de una variedad de trastornos del habla infantil. Por otra parte, una evaluación realizada a distintas aplicaciones con este enfoque considera que el uso de herramientas de reconocimiento de voz aumentaría los beneficios de la terapia al reducir los tiempos de espera y el número de casos.

Sin embargo, la mayoría de estas aplicaciones están enfocadas al tratamiento del habla una vez que ya se realizó un diagnóstico, no obstante personas que desconocen la existencia de estos trastornos y además desconocen que los padecen, no tienen el acceso a alguna de las herramientas anteriores.

### **3. Arquitectura del reconocedor de voz**

El sistema telemático para el diagnóstico de dislexia se dirige principalmente a niños, aunque es posible que adultos puedan acceder a este servicio previa solicitud de un archivo de patrones ad-hoc. La arquitectura del sistema es cliente/servidor, en el lado del cliente debe necesariamente existir un médico, profesor o un terapeuta con conocimientos en trastornos del habla. Esta persona funge como encargado de la interacción con el sistema, mismo que debe ser operado solo por personal calificado. Las acciones que realiza el profesional de trastornos del habla en el sistema, es el registro de sí mismo, así como dar de alta a los pacientes que estará dándoles seguimiento. El diagnóstico se solicita cuando se tienen grabaciones del paciente en archivos con formato WAV que es el de menor pérdida en la calidad de voz. En la Fig. 1 se muestran los principales componentes del sistema de diagnóstico oportuno de la dislexia. En lado del servidor los datos llegan encriptados y solamente son accesibles a los profesionales de trastornos del habla.

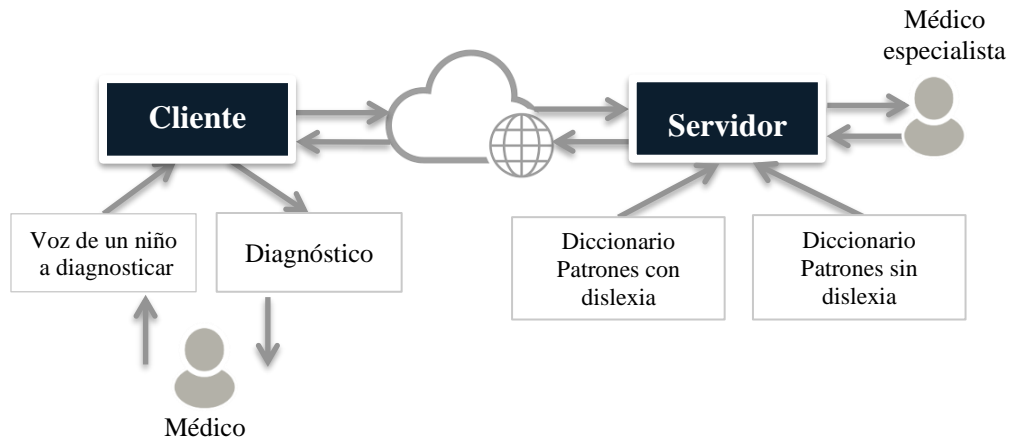


Fig. 1 Arquitectura del sistema

El sistema cliente/servidor tiene varias pantallas en que interactúan los usuarios con conocimientos calificados para manejar los archivos que se utilizan para el diagnóstico. El primer paso para el médico o persona remota encargada del manejo de los archivos es obtener una clave de usuario con su contraseña proporcionadas cuando se han validado sus datos. El ingreso de un especialista requiere necesariamente de un par usuario/contraseña que se obtiene una vez que se registra en la página de inicio (Fig. 2).

Fig. 2 Página de inicio del sistema

Para registrarse en el sistema, el especialista debe ingresar sus datos personales en un formulario (Fig. 3) los cuales serán almacenados en la base de datos del sistema. Ahí mismo deberá indicar el tipo de usuario al que pertenece, es decir, si es profesor, médico o terapeuta con conocimientos en trastornos del habla. El sistema permite validar dicha información mediante la Cédula Profesional del usuario.



Registro usuario

Nombre(s):  
Nombre

Apellido Paterno:  
Apellido P

Apellido Materno:  
Apellido M

Fecha de nacimiento:  
DD/MM/AA

Género:  
Femenino ▼

Tipo de usuario:  
Profesor ▼

Ciudad:  
Ciudad

Correo electrónico:  
Ingresar email

Contraseña:  
Contraseña

Confirma contraseña:  
Contraseña

Guardar Cancelar

Fig. 3 Formulario de registro de usuario

Una vez que el usuario se encuentra registrado, puede iniciar sesión en el sistema y acceder al menú principal que le permite navegar dentro del sitio (Fig. 4), el cual está compuesto con las pantallas Dislexia, Pacientes, Pruebas de voz, Resultados paciente y Descargas.



Fig. 4 Menú de navegación del sistema de información

El objetivo de la pantalla de Dislexia dentro del sitio (Fig. 5), es proporcionar al especialista información importante acerca de este trastorno. En donde se explica que es el trastorno de dislexia, cuales son los síntomas principales que afectan a quien la padece y que sirven como indicadores para realizar un diagnóstico, además resalta quienes son las personas principales a quien afecta y cómo funciona la propuesta de este sistema para realizar un diagnóstico.



Fig. 5 Pantalla información del trastorno de Dislexia.

Cada médico, profesor o terapeuta registrado en el sistema tiene la posibilidad dar de alta a los pacientes que desea diagnosticar (Fig. 6). Esto le permite llevar un control de la información de cada paciente, como datos personales, archivos de voz subidos al sistema y el resultado del diagnóstico realizado.

es ▾ Pruebas de voz ▾ Resultados paciente Descargas Buscar

**Registrar paciente**

Nombre(s):

Apellido Paterno:

Apellido Materno:

Fecha de Nacimiento:

Género:

Grado de escolar:

Ciudad:

Contacto:

Teléfono fijo/celular

Fig. 6 Registrar pacientes en el sistema de información

El diagnóstico del trastorno de dislexia a distancia se realiza al evaluar la lectura de palabras que se conoce sirven para detectar este trastorno, por lo cual es necesario que el usuario envíe grabaciones de sus pacientes leyendo cada palabra.

Es entonces, que la pantalla Pruebas de voz funge como ayuda para explicarle al usuario como realizar una grabación adecuada (Fig.7), por ejemplo expone como utilizar una herramienta de grabación que se provee en la pantalla de Descargas y sugiere el ambiente adecuado para capturar la voz.

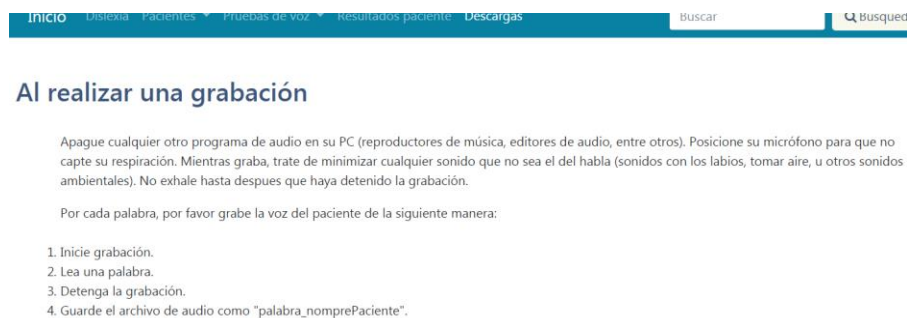


Fig. 7 Ayuda para realizar una grabación de voz

Después de tener los archivos de audio del paciente, el usuario del sistema puede enviarlos al servidor mediante la pantalla Cargar Archivo que se muestra en la Fig. 8. Una vez que estos archivos se encuentran en el servidor, este se encarga de realizar el procesamiento necesario para evaluar la pronunciación de cada palabra y con ello realizar un diagnóstico.



Fig. 8 Subir archivos de audio de cada paciente

El responsable recibe un correo electrónico protegido con una contraseña, con el diagnóstico validado por un grupo de especialistas. En caso en que el paciente presente dislexia se sugiere recibir tratamiento. El sistema funciona entonces como un primer filtro de detección de dislexia.

#### 4. Procesamiento de la voz



El procesamiento dentro del servidor que identifica una señal de voz como una palabra, se realiza mediante la implementación de algoritmos computacionales.

Para lograr esto, el primer paso es capturar la voz para que se realice la conversión de la señal analógica a digital y esta pueda ser procesada e interpretada. La etapa siguiente es el preprocesamiento, el cual consiste en la eliminación de ruido y fluctuaciones que se adhieren durante la grabación, así como la detección del inicio y fin de la palabra en una secuencia de audio.

Filtrar una señal de voz durante el preprocesamiento es de suma importancia en el reconocimiento de voz debido que elimina señales indeseables provenientes de diversas fuentes que se adhieren a la señal, reduciendo su calidad. En este proyecto se implementaron tres filtros, promedio móvil, FIR pasa banda y Preénfasis (Fig. 9). La tarea principal del primer filtro es eliminar el ruido adherido a la señal. El segundo filtro elimina señales cuya frecuencia no se encuentre dentro del rango de frecuencias de la voz humana 100 a 3,700 Hz. La función del último filtro es suavizar el espectro de la señal y dar acentuación a las altas frecuencias con el fin de evitar la pérdida de información durante el procesamiento.

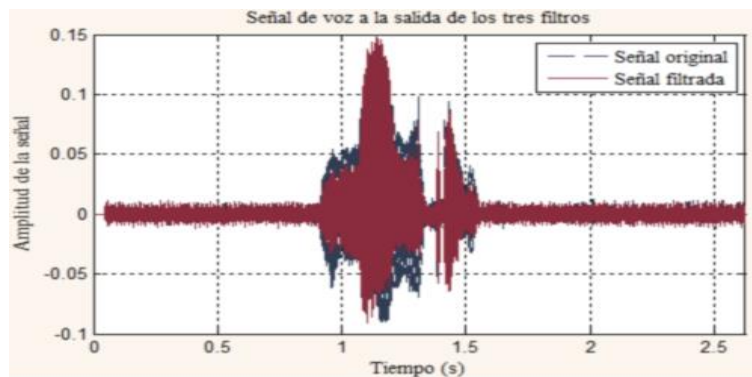


Fig. 9 Señal a la salida de los tres filtros

Es de particular importancia localizar la región del habla a reconocer, por ejemplo, detectar el inicio y fin de una palabra. Para ello se utiliza el algoritmo Rabiner-Sambur (Rabiner, L. R., 1981) el cual detecta el inicio y fin de una palabra adaptándose al entorno acústico de fondo, de donde obtiene los umbrales relevantes para sus criterios de decisión de acuerdo a un intervalo registrado.

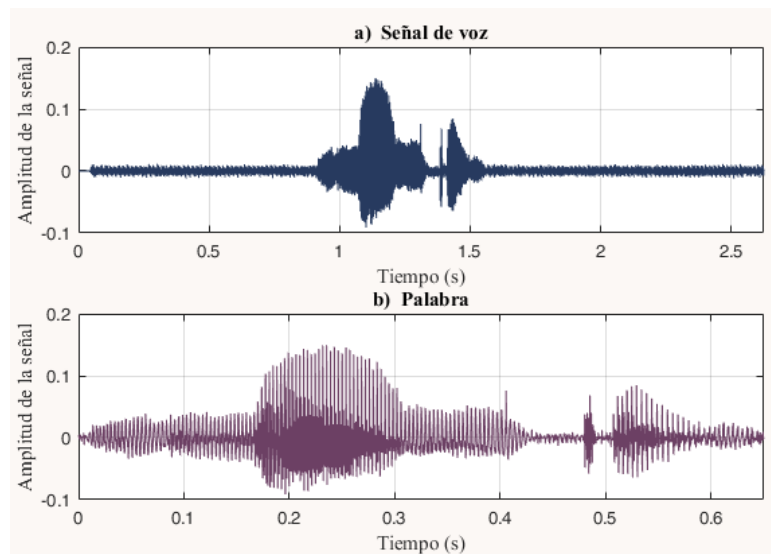


Fig. 10 a) Oscilograma de la señal de voz antes de ser recortada. b) Palabra blanca

Posteriormente en el procesamiento se hace un análisis de predicción lineal y un escalamiento para derivar el vector de características representativas de cada palabra (Fig. 11), dichas características se clasifican en secuencias de patrones y son comparadas con un diccionario previamente aprendido y almacenado, de un modelo acústico conformado por palabras específicas, una vez realizada esta comparación se obtiene el diagnostico.

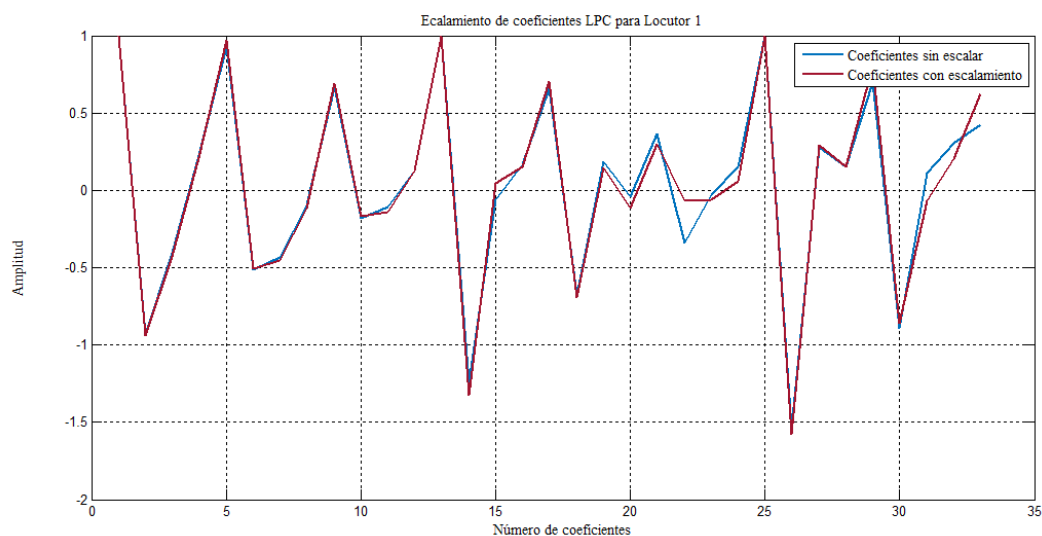


Fig. 11 Coeficientes de predicción lineal (LPC) por segmento de la palabra blanca.

El modelo acústico de este sistema está construido con palabras que se consideran de difícil pronunciación para un niño que presenta el trastorno de dislexia, esto debido a la confusión causada por la semejanza fonética entre sílabas, la posición o dirección de los elementos que conforman las letras o una separación inadecuada de las sílabas de una palabra.

A partir de estas palabras se crearon dos diccionarios fonéticos; el primero contiene palabras pronunciadas por niños sin dislexia y el segundo está conformado por palabras pronunciadas de niños con dislexia. En la Tabla 1 se enlistan algunas palabras recopiladas y la pronunciación teórica correspondiente a un niño con dislexia.

Tabla 1 Palabras recopiladas de difícil pronunciación y su pronunciación teórica correspondiente a un niño con dislexia

Identificador	Palabra	Pronunciación teórica
P 1	Alba	Alda
P 2	Bailar	Dailar
P 3	Bala	Dala
P 4	Blanca	Danca
P 5	Boda	Poda
P 6	Bonito	Ponito
P 7	Broma	Poma
P 8	Bueyes	Pueyes
P 9	Correr	Corer
P 10	Escapó	Escabó
P 11	Gabán	Gapán
P 12	Ladra	Lada

P 13	Mañana	Mallana
P 14	Mapa	Mata
P 15	Otoño	Otollo
P 16	Pañuelo	Palluelo
P 17	Pato	Tato
P 18	Parque	Barque
P 19	Precio	Pecio
P 20	Pregunta	Pegunta

Para la fase de entrenamiento y aprendizaje del sistema se obtuvieron archivos de audio con formato WAV, donde se grabaron palabras de difícil pronunciación leídas por niños entre 6 y 12 años, que no padecen dislexia, así como de aquellos que se conoce la padecen, con el consentimiento firmado de sus padres y un acuerdo de confidencialidad.

El funcionamiento del sistema requiere que los infantes tengan un grado de lectura de nivel primaria, y que las palabras sean clasificadas de acuerdo al grado escolar.

## Conclusiones

Brindar una alternativa para la detección de dislexia a distancia puede mejorar las oportunidades sociales y profesionales de quienes la padecen. Esta es una propuesta que pretende dar acceso a personas que se encuentran lejos de las grandes ciudades y no tienen las posibilidades de acercarse a una clínica del habla.

El desempeño y resultados del sistema cambiaron de acuerdo a la implementación de cada algoritmo de procesamiento y la calidad de la grabación.

Como propuesta de trabajo a futuro se plantea crear diccionarios para las diversas variantes lingüísticas del idioma español, y posteriormente de otros idiomas como el inglés. Al igual que la implementación de otro clasificador para comparar los resultados de ambos.

Es importante mencionar que este sistema no pretende reemplazar al especialista en trastornos del habla, sino apoyarlo en el proceso de la detección.

## Agradecimientos

Este trabajo recibe apoyo del proyecto SIP 20170375 “Desarrollo de servicios de tecnología educativa de última generación” que es parte del proyecto multidisciplinario 1899 “Servicios de tecnología educativa de última generación, basados en buenas prácticas e ITIL para la RED LATE MX”.

## Referencias

- Furlong, L., Erickson, S. & Morris, M. E. (2017). Computer-based speech therapy for childhood speech sound disorders. *Journal of Communication Disorders*, 68 (June), 50–69. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2017.06.007>, 2017
- Jiménez, J. E. (2012). *Dislexia en español*, Madrid: Pirámide, 2012.
- Rabiner, L. R., & Levinson, S. E. (1981). Isolated and Connected Word Recognition-Theory Selected Applications. *IEEE Transactions on Communications*, 29(5), 621–659.
- Schafer, R. W., & Rabiner, L. R. (1975). Digital Representations of Speech Signals. *Proceedings of the IEEE*, 63(4), 662–677.
- Tuninetti, A., Chládková, K., Peter, V., Schiller, N. O., & Escudero, P. (2017). Brain & Language When speaker identity is unavoidable : Neural processing of speaker identity cues in natural speech q. *Brain & Language*, 174, 42–49. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2017.07.001>

## SISTEMA DE APERTURA DE PUERTAS AUTOMÁTICO EDOS: GARANTIZANDO ACCESIBILIDAD A PERSONAS EN SITUACIÓN DE DISCAPACIDAD

Odilia Berenice Peña Almaguer [lic.odilia.berenice@gmail.com](mailto:lic.odilia.berenice@gmail.com)  
Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera

**Resumen.** Para reafirmar el compromiso institucional con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en lo relativo a garantizar las condiciones de accesibilidad para las personas en situación de discapacidad, se inicia con el proyecto EDOS, Sistema de Apertura de Puertas Automático. EDOS está orientado a proporcionar la mayor independencia posible a las personas en situación de discapacidad, a través de un sistema de control instalable en puertas interiores convencionales, facilitando su apertura y cierre. El objetivo es garantizar la accesibilidad a diversos espacios humanos, a las personas en situación de discapacidad motriz, a través de un sistema de apertura de puertas automático denominado EDOS,

instalable en puertas interiores. En EDOS se estructuran una serie de elementos electrónicos que interactúan con un sistema de control, instalado en una puerta interior, con el propósito de realizar la apertura y el cierre automático de la misma, y orientado a proporcionar un libre acceso a espacios a personas en situación de discapacidad motriz, principalmente. El sistema de control descrito, consta de sensores ópticos que envían una señal de presencia a un microcontrolador, permitiendo que éste a través de su programación, active elementos electrónicos denominados servos, que posibilitan el proceso de apertura o cierre de la puerta. Las personas en situación de discapacidad motriz a quienes beneficie el EDOS, tendrán condiciones de accesibilidad similares a quienes no correspondan a este grupo humano con movilidad limitada, a fin de fortalecer la premisa de lograr su independencia y acceso a espacios interiores diversos. Como resultados se encontró que EDOS es un prototipo funcional escalable para ser instalado en puertas interiores correspondientes a casa-habitación, escuelas, hospitales, edificios gubernamentales y lugares de esparcimiento, para garantizar la independencia y facilidad de acceso a los mismos.

El prototipo EDOS contribuye adicionalmente a la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 para la Igualdad Laboral y No Discriminación, propiciando la existencia de condiciones mínimas de accesibilidad.

**Palabras Clave:** Accesibilidad, automático, discapacidad, microcontrolador, inclusión.

## Introducción

“El desarrollo social debe ser la prioridad de un México Incluyente. Muchos mexicanos se enfrentan a una serie de factores que los mantienen en círculos viciosos de desarrollo donde las oportunidades de progreso son escasas”. (PND, 2015)

Uno de los grupos vulnerables que requieren incorporarse a las distintas actividades sociales y económicas para contribuir al desarrollo social del país, lo constituyen las personas en situación de discapacidad.

Las personas en situación de discapacidad son aquellas que, en relación a sus condiciones de salud física, psíquica, intelectual, sensorial u otras, al interactuar con diversas barreras contextuales, actitudinales y ambientales, presentan restricciones en su participación plena y activa en la sociedad. (CNCA, 2017)

Es imperativo por tanto, lograr que los grupos vulnerables participen plenamente en la sociedad de que forman parte, en su calidad de seres humanos.

Para contribuir a esta prioridad de un México incluyente, corresponde el proveer de las condiciones mínimas de accesibilidad a distintos espacios a las personas en situación de discapacidad que así lo requieran, a fin de que éstas participen también en el proceso productivo y gocen de los mismos beneficios sociales que quienes no se encuentran en sus circunstancias.

La accesibilidad universal es la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para

ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas, en condiciones de seguridad y comodidad, de la forma más autónoma y natural posible. (CNCA, 2017)

Terminar con el proceso de dependencia en que las personas en situación de discapacidad se ven inmersas, es una meta que puede alcanzarse de forma gradual a través de distintas estrategias, así como del uso de tecnologías que minimicen las barreras existentes.

Se entiende como dependencia, el estado de carácter permanente en que se encuentran las personas que, por razones derivadas de una o más deficiencias de causa física, mental o sensorial, ligadas a la falta o pérdida de autonomía, requieren de la atención de otra u otras personas o ayudas importantes para realizar las actividades esenciales de la vida. (CNCA, 2017)

Asimismo un México incluyente es asequible por medio de la igualdad de oportunidades, donde todos los seres humanos sean susceptibles de contribuir al desarrollo de su propio país.

La igualdad de oportunidades puede garantizarse a través de la ausencia de discriminación por razón de discapacidad, así como la adopción de medidas de acción positiva orientadas a evitar o compensar las desventajas de una persona con discapacidad para participar plenamente en la vida política, educacional, laboral, económica, cultural y social. (CNCA, 2017)

Generar tecnología que elimine al menos las barreras arquitectónicas, es una de las tareas principales a realizar por parte de las instituciones que fortalecen al gobierno federal.

El Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de la Región Carbonífera, como institución de educación superior tecnológica, reafirma su compromiso con el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, en lo relativo a garantizar las condiciones de accesibilidad para las personas en situación de discapacidad.

Lo anterior a través de su incorporación al Programa para la Inclusión y la Equidad Educativa federal, así como al desarrollo de proyectos de investigación y de desarrollo de tecnología orientada a proporcionar la mayor independencia posible a las personas en situación de discapacidad.

Como parte de sus esfuerzos se desarrolla el prototipo EDOS, que basa su funcionamiento en un sistema de control instalable en puertas interiores convencionales, facilitando su apertura y cierre, mismo que se describe en la siguiente sección.

## **Desarrollo**

Debido a la creciente necesidad de posibilitar la accesibilidad y la inclusión de personas en situación de discapacidad en México, resulta imperativo generar estrategias viables para proporcionarles la mayor independencia posible en la realización de sus actividades humanas.

Comprometidos con el perfeccionamiento y generación de tecnología encaminada a eliminar las barreras de accesibilidad a distintos espacios humanos, el Instituto Tecnológico de Estudios

Superiores de la Región Carbonífera, promueve el desarrollo del prototipo EDOS, Sistema de Apertura de Puertas Automático.

Con dicho proyecto, se pretende proporcionar acceso automático a distintos espacios, especialmente a personas en situación de discapacidad.

Lo anterior debido a que:

Se tienen registros de que la población en situación de discapacidad en 2010 en México era de 5 millones 739 mil 270, que representa 5.1% de la población total. Este número aumentó considerablemente desde el año 2000 cuando dicha población era de

2.3 millones.

Dicho número se ha ido incrementando considerablemente. (INEGI, 2015)

Se calcula que cada año se suman un promedio de 269,400 personas en esta situación vulnerable, razón por la cual en 2011 se implementó una ley para inclusión de las personas en situación de discapacidad, la cual establece que es deber de la sociedad modificar los espacios para tener una mejor accesibilidad.

El gobierno tiene la obligación de brindar ayudas técnicas y generar una igualdad de condiciones con los demás.

Según los datos de la Encuesta Mundial de Salud, los informes de los países que tienen leyes sobre accesibilidad, aún en el caso de que éstas tengan una antigüedad de 20 a 40 años, confirman un bajo nivel de cumplimiento.

En la Tabla 1 se presentan algunas estadísticas relevantes:

Personas en situación de discapacidad			
Zona	Población total	En situación de discapacidad	Porcentaje representativo
Mundial	7.400.000.000,00	1.110.000.000	15
México	127.000.000,00	17.780.000	14
Coahuila	2.954.915,00	132.971	4,5
Región Carbonífera	492.485,00	22.162	4,5

Tabla 1. Personas en situación de discapacidad motriz

El prototipo EDOS, en etapa de diseño y prueba, consta de una serie de elementos electrónicos, que interactúan en un sistema de control, instalado en una puerta interior, con el propósito de realizar la apertura y el cierre automático de la misma y orientado a proporcionar un libre acceso a espacios a personas en situación de discapacidad motriz, principalmente.



El sistema de control descrito, consta de sensores ópticos que envían una señal de presencia a un microcontrolador, permitiendo que éste a través de su programación, active un conjunto de elementos electrónicos llamados servos, mismos que permitan accionar el proceso de apertura/cierre de la puerta.

Lo anterior, a fin de posibilitar que una persona en situación de discapacidad motriz, principalmente, sea beneficiada con la apertura automática de puertas interiores (casa habitación, escuela, hospital, edificio de gobierno, etc.) y tenga libertad y facilidad de acceso con el objetivo final de que logre su independencia en un espacio inclusivo.

El prototipo se encuentra instalado en una maqueta y cumple con la funcionalidad descrita, a escala. Su desempeño es seguro, de acuerdo a las condiciones antes mencionadas.

Se efectuó el cálculo para su traslado a una puerta interior real, así como las adecuaciones necesarias para lograr dicho cometido.

En las Figuras 1 y 2 se incluyen imágenes del prototipo EDOS-Sistema de apertura de puertas automático:

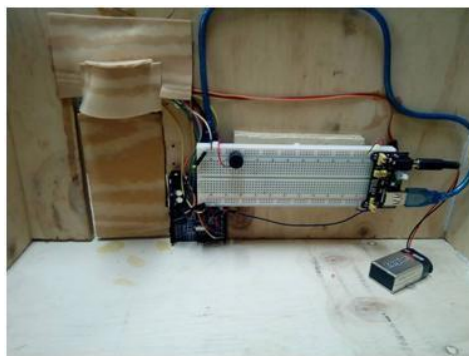


Figura 1- Prototipo EDOS- Sistema de apertura de puertas automático



Figura 2- Vista exterior del prototipo EDOS

Como mejoras al diseño del prototipo pueden mencionarse que a la fecha, se han sustituido algunos de los sensores para asegurar su funcionamiento óptimo y además se pretende que éste atienda a otro tipo de necesidades especiales, como a personas en situación de discapacidad visual o auditiva, instalándose algunos otros elementos como leds y buzzer, que indiquen su estatus de próxima apertura o cierre.

Además se planea incluir en el diseño del prototipo una cerradura electrónica con tecnología RFID, que permita instalar el EDOS en puertas exteriores, garantizando la seguridad de sus usuarios.

Se han programado los tiempos de apertura y cierre haciendo algunas pruebas experimentales con personas en situación de discapacidad motriz de diferente edad.

La rentabilidad del prototipo radica en constituir una idea innovadora, que beneficiará a la población facilitando el acceso a distintos espacios humanos a las personas en situación de discapacidad, equiparándole con quienes no se encuentran en esas circunstancias.

Se contribuye con ello al desarrollo social del país y hacia una transición de inclusión y equidad.

## **Discusión y conclusiones**

EDOS, como Sistema de Apertura de Puertas Automático es un prototipo dirigido a personas en situación de discapacidad motriz de clase media/alta que puedan adquirirlo, programas de gobierno que proporcionen este dispositivo a las personas de escasos recursos económicos, titulares y/o dueños de espacios donde se requiera automatizar el acceso, de acuerdo a las normativas que rigen la inclusión.

Es una tecnología a medida que beneficiará a personas en situación de discapacidad, principalmente, aunque también podrá ser utilizada por cualquier persona, por su carácter inclusivo.

EDOS es un dispositivo que propiciará la accesibilidad a distintos espacios.

Al llevarse a la realidad, cualquier entorno se volvería inclusivo proporcionando libre acceso. Lo anterior debido a que al menos en México, las personas en situación de discapacidad dependen de otras para desplazarse y acceder a espacios comunes.

Representa una propuesta viable realizada por una institución de educación superior tecnológica que cuenta con la disposición, el carácter y el capital humano idóneo para llevarla a la realidad.

El dispositivo EDOS puede instalarse en el hogar, hospital, comercios, oficinas, escuelas, centros culturales, para que cada vez existan más lugares a los cuales todas las personas accedan.

La principal ventaja de EDOS, la constituye el que es un prototipo funcional escalable para ser instalado en puertas interiores correspondientes a casa-habitación, escuelas, hospitales, edificios gubernamentales y lugares de esparcimiento, para garantizar la independencia y facilidad de acceso a los mismos.

Paralelamente el prototipo EDOS atiende a lo dispuesto en la Norma Mexicana NMX-R-025-SCFI-2015 para la Igualdad Laboral y No Discriminación, en relación al establecimiento de las condiciones mínimas de accesibilidad a espacios laborales y educativos, principalmente.

Con el desarrollo de EDOS se pretende proveer a la sociedad de las tecnologías que requiere para eliminar las barreras arquitectónicas que limitan la participación activa de los individuos en el fomento del desarrollo social.

## Referencias

CNCA, S. (Enero de 2017). *Uso de lenguaje inclusivo*. Obtenido de <http://www.cultura.gob.cl/wp-content/uploads/2017/01/guia-recomendaciones-lenguaje-inclusivo-discapacidad.pdf>

IMSS. (s.f.). *Población derechohabiente del IMSS*. Recuperado el 05 de Mayo de 2017, de <https://www.google.com.mx/search?q=derechohabientes+del+imss+en+la+region+carbonifera&oeq=derechohabientes+del+imss+en+la+region+carbonifera&aqs=chrome.69i57.16152j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>

INEGI. (01 de Diciembre de 2015). *Estadísticas a propósito del...Día Internacional de las Personas con Discapacidad*. Recuperado el 05 de Mayo de 2017, de <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/discapacidad0.pdf>

PND, G. d. (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018*. Recuperado el 29 de Junio de 2015, de <http://pnd.gob.mx/>

UNESCO. (2005). *Guidelines for inclusión: Ensuring Access to Education for All*.

Obtenido de <https://learningportal.iiep.unesco.org/es/notice/T1453471442>.

## ACCESIBILIDAD WEB Y CONTENIDOS DIGITALES. EVALUACION DE PRINCIPALES OPERADORES DE TELECOMUNICAICONES NACIONALES E INTERNACIONALES

Nancy Reyes Flores, [nancy.rf@gmail.com](mailto:nancy.rf@gmail.com)  
Libre Acceso A.C., A11yLab e Internews

**Eje temático:** Ingeniería de software y accesibilidad.

## **Introducción:**

El concepto de accesibilidad normalmente se enfoca en diseños arquitectónicos que incluyan rampas u otras especificaciones. Pero ¿Qué pasa en el mundo digital? Nuestras diferencias físicas también influyen en cómo utilizamos una computadora, usuarios con discapacidad visual, auditiva, motriz o cognitiva perciben la web de manera diferente. Por ello las páginas de internet y los documentos digitales deben cumplir con el estándar internacional “Web Content Accessibility Guidelines 2.0”.

## **Objetivo**

Evaluar la accesibilidad web de los principales operadores de telecomunicaciones a nivel nacional e internacional.

## **Metodología**

Análisis del cumplimiento del estándar internacional “Web Content Accessibility Guidelines 2.0” en las páginas web de los operadores de comunicaciones y empresas de internet.

En los rankings de accesibilidad web se evaluaron dos páginas de cada portal web: “Página de inicio” y “Página de formulario de contacto”. Cada página se evaluó considerando los 61 criterios de conformidad de las Pautas de Accesibilidad Web 2.0 (Web Content Accessibility Guidelines 2.0) creadas por la Iniciativa de Accesibilidad Web del World Wide Web Consortium (W3C).

Cada criterio se validó con el puntaje siguiente:

Cumple en todos los casos > 100 puntos

Cumple en algunos casos > 50 puntos

No cumple en ningún caso > 0 puntos

No aplica > N/A

Como resultado cada página (“Página de inicio” y “Página de contacto”) tiene un promedio de 0 a 100% y con ambos promedios se calcula un promedio final para cada compañía.

En los rankings de avisos legales se buscaron en la página de internet los formatos accesibles en HTML, Word o PDF de los “Términos y condiciones” y “Políticas de privacidad”. En cada uno se probó si el usuario podía consultar la información utilizando únicamente un lector de pantalla y teclado.

Los resultados de la prueba se validaron con el puntaje siguiente:

Si (exitoso) > 100 puntos

Mas o menos accesible (el usuario tuvo algunas complicaciones y barreras) > 50 puntos

No (imposible consultar la información > 0 puntos

Si no tienen “Términos y condiciones” o “Políticas de privacidad” > - 100 puntos

Como resultado cada formato “Términos y condiciones” o “Políticas de privacidad” tiene un promedio de 0 a 100% y con ambos promedios se calcula un promedio final para cada compañía.

Con ello resalta también que compañías no tienen esta información disponible para el usuario.  
Rankings finales:

Accesibilidad web de los operadores de telecomunicaciones en México.

Accesibilidad de avisos legales de los operadores de telecomunicaciones en México.

Accesibilidad web de los operadores de telecomunicaciones internacionales.

Accesibilidad de avisos legales de los operadores de telecomunicaciones internacionales.

## Resultados y conclusiones

La conclusión general de la investigación es que a nivel internacional hay mayor accesibilidad que a nivel nacional. Sin embargo, la mayoría de los operadores de telecomunicaciones nacionales cuentan con requerimientos de accesibilidad básicos. Lo cual quiere decir que la legislación mexicana recientemente publicada está teniendo un efecto positivo.

Actualmente se está analizando el resultado detallado de los rankings, por lo que dicha investigación se encuentra en proceso para la obtención de resultados.

Ligas evaluadas:

Operadores más importantes en México.

Telefonica <http://www.telefonica.com.mx/>

Axtel <http://www.axtel.mx/>

AT&T <https://www.att.com.mx/>

Movistar <http://www.movistar.com.mx/>

Unefon <http://www.uneфон.com.mx/>  
América Movil <http://www.americamovil.com/amx/es>  
izzi telecom <https://www.izzi.mx/home>  
Totalplay <http://www.totalplay.com.mx/>  
Telmex <http://www.telmex.com/>  
MVS Comunicaciones <http://www.mvs.com/inicio>  
Alestra <http://www.alestra.com.mx/>  
Televisa <http://www.televisa.com/>  
TV Azteca <http://www.azteca.com/>  
Sky <http://www.sky.com.mx/sky>  
Imagen Radio <http://www.imagen.com.mx/>  
Grupo Fórmula <http://www.radioformula.com.mx/>  
Gripo Acir <http://www.grupoacir.com.mx/>  
Dish <https://www.dish.com.mx/#!/home>  
CANAL 40 <http://www.proyecto40.com/>  
Telcel <http://www.telcel.com/>

Operadores o compañías de internet más importantes a nivel internacional que cuentan con páginas en Inglés, Español o Frances:

Apple (USA) <https://www.apple.com/>  
Facebook (USA) <https://www.facebook.com/>  
Google (USA) <https://www.google.com>  
Microsoft (USA) <https://www.microsoft.com/es-mx/>  
Twitter (USA) <https://twitter.com/>  
Yahoo (USA) <https://us.yahoo.com/>  
AT&T (USA) <https://www.att.com/>  
América Móvil (Mexico) <http://www.americamovil.com/es/p%C3%A1gina-de-inicio>  
Vodafone (United Kingdom) <https://www.vodafone.co.uk/>

Orange (France) <http://www.orange.fr/>

Telefónica (Spain) <https://www.telefonica.es/es/>

MTN (South Africa) <https://www.mtn.co.za/Pages/Home.aspx>

Ooredoo (Qatar) <https://www.ooredoo.qa/portal/OoredooQatar/home>

Etisalat (United Arab Emirates) <http://www.etisalat.com/en/index.jsp>

Yandex (Russia) <https://www.yandex.com>

Bharti Airtel (India) <http://www.airtel.in/>

Axiata (Malaysia) <https://www.axiata.com/>

Kakao (South Korea) <http://www.kakao.com/main>

Samsung (South Korea) <http://www.samsung.com/us/>

Tencent (China) <https://www.tencent.com/en-us/index.html>

## **DISLEXPACE” VIDEOJUEGO SERIO PARA NIÑOS CON DISLEXIA**

Kevin Daniel Roman Martínez, cecamacho@gmail.com Jairo Antonio Carlón Rodríguez,  
kevinrom@hotmail.com Sergio Manuel Meza Ocaranza. Luis Eduardo Carmona López. Vianey  
Portilla Orozco. vianey2103@gmail.com. Silvano Cruz López. Asesores: Dr. Francisco Javier  
Álvarez. Mtra. Cecilia Camacho Ojeda.  
Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas.

### **Introducción**

La dislexia es un trastorno del aprendizaje caracterizado por la dificultad para leer, escribir, realizar ejercicios matemáticos y orientarse espacialmente, entre otros. Según estadísticas del Instituto Nacional de Salud de Estados Unidos (NIH), el 15% de la población tiene dislexia (Salvarezza, 2010), y existen diversos métodos para tratarlo. Sin embargo, con el avance de la tecnología a través del tiempo se ha logrado integrar aplicaciones y juegos que apoyan en el tratamiento de este trastorno, esto es, usando aplicaciones en computadoras y Smart-phones (teléfonos inteligentes) despertando el interés del niño, sin que se sienta en una terapia o tarea obligatoria.

## Objetivo general

Crear un videojuego móvil para niños que presentan dislexia en la plataforma Unity ofreciendo mejores mecánicas y dinámicas de juego con la finalidad de apoyar las habilidades cognitivas y mejorar su capacidad de aprendizaje.

El prototipo consiste en crear un:

Producto (x)   Servicio ( )   Mejora de algo existente ( )   Otro ( )

## Justificación

La implementación de este tipo de videojuegos en esta rama de trastornos de aprendizajes resultan importantes debido a algunos niños disléxicos se sienten cansados por las obligaciones escolares combinadas con las tareas de las terapias, un videojuego serio hace que el niño no se sienta realizando una obligación sino que está disfrutando de un juego en su equipo móvil o el de sus padres, mientras que refuerza su terapia y aprendizaje sin ser consciente de ello. El equipo de trabajo reviso algunos de los videojuegos y aplicaciones para dislexia disponibles en la play store, sin embargo la mayoría de estos juegos carecen de ciertas características tales como, diseño de interfaz gráfica poco amigable, carencia de historia, que los hagan atractivos para los niños.

## Metodología

La investigación es aplicada debido a que se enfoca en proyectos de investigación donde se desarrollan productos en este caso es una línea de productos de videojuegos para personas con dislexia. Además se definen las adaptaciones que pueden ser requeridas para su aplicación en situaciones reales.

La metodología de investigación consta de las siguientes cinco fases (Figura 1).

1. Preparación. Se realizó la contextualización que abarca la investigación de la temática sobre dislexia, videojuegos serios y líneas de productos serios. También la búsqueda de expertos en dislexia y tener fundamentos para elaborar el planteamiento del problema. Por último la distribución de roles para definir el alcance de la línea de videojuegos.
2. Definición del alcance. Abarca la depuración del alcance de la línea de productos donde se realiza el análisis, evaluación y ajustes del catálogo de productos. Posteriormente la selección de



los dos primeros productos a realizar y finalmente validar con un especialista las características más prioritarias tales como: la población objetivo, el rango de edad, tipo de juego, características y objetivos del juego.



Figura 1. Fases de la metodología

3. Diseño del núcleo. Se define en que plataformas de programación se desarrollaran los videojuegos así como también las herramientas de diseño que se utilizarán. Se realiza el diseño y elaboración de escenarios y personajes y los componentes de programación.
4. Implementación de los productos. Se adquieren las herramientas tecnológicas (hardware, software) necesarias con las cuales se desarrollará el prototipo. También se realizan pruebas para detectar errores en el funcionamiento del prototipo.
5. Validación y pruebas. En esta etapa se realizan las primeras pruebas y validaciones del videojuego con el especialista y usuarios finales (niños), posteriormente según los resultados obtenidos se llevan a cabo las correcciones y modificaciones necesarias
6. Documentación. Se desarrolla el artículo, redacción del reporte y elaboración de conclusión final del proyecto así como trabajos futuros.

Explicación del problema que resuelve

La dislexia es un síndrome neuropsicológico cuya causa íntima debe relacionarse con una disfunción de determinadas áreas cerebrales bien por inmadurez, por un trastorno en la neurotransmisión e incluso, en ciertos casos, por alteraciones estructurales del cerebro. El resultado final es la dificultad para el aprendizaje de la lectoescritura y la principal causa del fracaso escolar en un niño por lo demás normal. (Mucchielli & Bourcier, 1988).

Este videojuego serio trata el trastorno de la dislexia en niños y niñas de 8 a 11 años de edad, para ello se han estudiado artículos relacionados para el diagnóstico y tratamiento de la dislexia, considerando diferentes aciertos para la aplicación educativa.

Es necesario añadir que a las edades entre los 8 y 11 años ya se conoce si el niño es disléxico, algunas de los problemas que se propone el videojuego Dislexpace atacar son:

#### **En cuanto a la lectura:**

- Traspone las letras, cambia el orden.
- Comprensión lectora insuficiente.
- Mal rendimiento en los tests fonológicos.

#### **En cuanto a la escritura:**

- Invierte letras y palabras.
- Dificultades ortográficas no adecuadas a su nivel educativo.
- Su gramática y ortografía son deficientes.

#### **Prototipo**

Dislexpace es un juego implementado en dispositivos con sistema operativo Android. Este juego se centra en una historia en el espacio donde un jugador debe completar varias aventuras espaciales para practicar la lectoescritura, las cuales se clasifican en los siguientes niveles:

- **Nivel 1. Planeta Tierra el ataque de los meteoritos.**

En el primer nivel el niño debe de completar palabras identificando la letra faltante. En este caso se tomaron en cuenta las letras que comúnmente confunden los niños que presentan dislexia.

- **Nivel 2. Neptuno el planeta de las sílabas.**

En este nivel se debe completar la palabra como en el anterior nivel, la diferencia es que ahora se le presentarán sílabas tomando en cuenta palabras que confunden los niños normalmente.

- **Nivel 3. Mercurio el origen de la lotería.**

El tercer nivel tiene como objetivo reforzar la identificación de imágenes. Al jugador se le mostrará una imagen y debe identificarla en una matriz de imagen.

## Pruebas

Cabe mencionar que se realizó una evaluación del storyboard a la Dra. Cristina Patricia López Martínez con la finalidad de conocer las mejoras y deficiencias del videojuego. También se realizaron pruebas internas para verificar que cada nivel cumplía con su objetivo asignado. Por último se le presentó el prototipo al especialista para que evaluará el funcionamiento del videojuego y nos diera retroalimentación para versiones futuras.

1.¿Cuáles son las mejoras que presenta el prototipo con lo que se conoce actualmente, en cuanto a la atención de personas con discapacidad?

El término juegos serios pareciera ser contradictorio, puesto que el vocablo "juego" representa diversión, alegría, fantasía y relax, se conciben como una acción que aleja de las cosas “serias” de la vida. El término “serios” alude a responsabilidad, sensatez, realidad y acciones con consecuencias a considerar. Los juegos serios según (Michael, 2006) son aquellos juegos que se usan para educar, entrenar e informar.

Los videojuegos son más interesantes para los niños que la realización de talleres o ejercicios supervisados por el docente especialista

Para la definición del alcance, se consideró un equipo con diferentes roles, donde cada integrante debió representar los diferentes intereses, buscando considerar los diferentes aspectos desde el punto de vista del objetivo de un experto, los deseos de un niño, y las implicaciones tecnológicas,

Además el grupo realizó una revisión de algunos juegos disponibles en la Playstore para identificar fallencias a mejorar y aspectos positivos a replicar.

2.¿Cuáles son las mejoras técnicas que presenta el prototipo con lo que se conoce actualmente, en cuanto a su funcionamiento y sus componentes?

Diseñamos un prototipo que intenta incluir las Mecánicas y Dinámicas propuestas por (Borrás Géne, 2015).

En la siguiente imagen, marcamos con un símbolo aquellas mecánicas y dinámicas que cumple cada uno de los niveles con los que cuenta el prototipo.

Dislexpace	Mecánicas						Dinámicas					
	Ranking	Niveles	Puntos	Retos	Premios	Bienes virtuales	Altruismo	Estatus	Logros	Recompensas	Competición	Auto-expresión
El ataque de los meteoritos	★	★	★	★	★			★	★	★		
El planeta de las sílabas	★	★	★	★	★			★	★	★		
El origen de la lotería	★	★	★	★	★			★	★	★		
Carreras intergalácticas	★	★	★	★	★			★	★	★	★	
Historia							★					

Capturas de la aplicación, ejecutándose en el emulador de android:

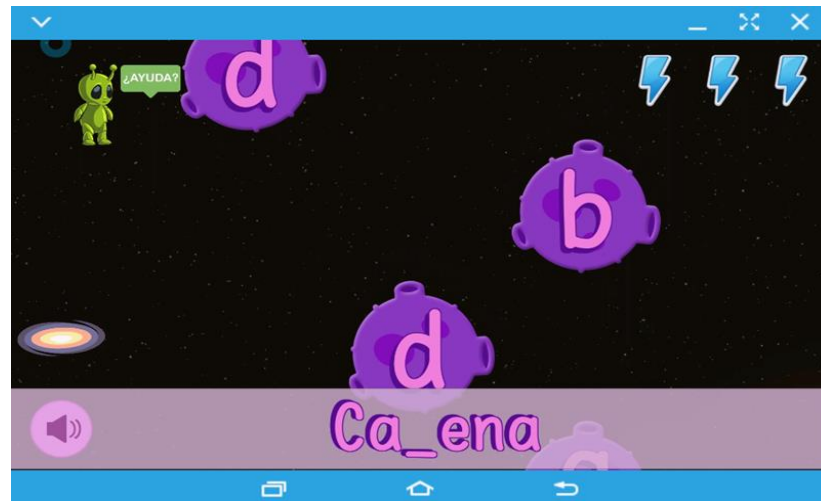
Pantalla principal.



Menú de selección de niveles.



1er. Nivel del juego.



## Conclusiones

Al haber desarrollado un prototipo de videojuego serio para afrontar el problema de aprendizaje en niños con dislexia nos pusimos en la tarea de investigar los antecedentes sobre dislexia, juegos existentes en el mercado para tratar la dislexia, definición y consideración para la creación de videojuegos serios, y búsqueda de especialista para las respectivas evaluaciones del videojuego.

A partir de allí empezamos a trabajar en la investigación desarrollando un planteo concreto del problema; “Desarrollo de un videojuego serio para niños con dislexia”.

Durante el desarrollo del proyecto fue posible crear un videojuegos serio en relación al catálogo de productos, producto el cual fue evaluado por especialistas en dislexia y los resultados obtenidos fueron los siguientes: aceptación de los objetivos, mecánicas y dinámicas del juego,

sugerencias de mejora en aspectos de: colores gráficos, textos y palabras apropiadas y mensajes del juego.

## Referencias

- Borrás Géne, O. (junio de 2015). *Universidad Politécnica de Madrid*. Obtenido de Universidad Politécnica de Madrid: [http://oa.upm.es/35517/1/fundamentos%20de%20la%20gamificacion\\_v1\\_1.pdf](http://oa.upm.es/35517/1/fundamentos%20de%20la%20gamificacion_v1_1.pdf)
- Michael, D. y. (2006). *Serious Games. Games that educate, train and infoms*. Canada.
- Mucchielli, R., & Bourcier, A. (1988). *LA DISLEXIA. Causas, Diagnóstico y Reeducción*. Madrid: RCINCEL-KAPELUSZ. Colección Aprendizaje y Reeducción.
- Salvarezza, F. (2010). Obtenido de <http://www.docsalud.com/articulo/1118/cerca-del-15-de-los-ni%C3%B1os-padece-dislexia>

## **LAS TIFLOTECNOLOGÍAS COMO HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA INCLUSIÓN EDUCATIVA DE LOS ESTUDIANTES CON DISCAPACIDAD VISUAL**

Dra. Elba Sayoko Kitaoka Lizárraga ([saykit@hotmail.com](mailto:saykit@hotmail.com)) Universidad Autónoma de Sinaloa  
 Psic. Pamela Sarahí Bastidas Monjardín ([pame\\_sarahi89@hotmail.com](mailto:pame_sarahi89@hotmail.com)) UAS  
 Lic. Manuel Valdez Valenzuela ([manuelvlz92@hotmail.com](mailto:manuelvlz92@hotmail.com))  
 Universidad Autónoma de Sinaloa

**Resumen.** Las barreas que existen en la integración de personas con discapacidad visual en espacios universitarios van desde la aceptación por parte de la comunidad escolar, el acceso a espacios, a contenidos curriculares a medios de comunicación escrita, hasta la percepción que tienen de ellos mismos como parte de una comunidad. En la Universidad Autónoma de Sinaloa se implementan acciones que permiten su inclusión, una de ellas es la creación y seguimiento de cursos talleres en tiflotecnología, lo que permite que el alumno se

integre y pueda desarrollar sus actividades académicas a la par de sus compañeros de forma autónoma y así se lleve a cabo la inclusión educativa. **Objetivo:** Analizar cómo perciben los alumnos con discapacidad visual la implementación de cursos de tiflotecnología y conocer la trascendencia de estos en su contexto académico, personal y social. **Método:** Se utilizó un enfoque cuantitativo de tipo transversal descriptivo, participaron 30 alumnos con discapacidad visual de edades entre los 16 y los 30 años, se utilizó un cuestionario de 15 preguntas que abordaban el uso de tiflotecnología en su educación. **Resultados y conclusiones:** En la actualidad una población de 39 estudiantes con ceguera total y 286 débiles visuales, distribuidos en el nivel medio superior, superior y posgrado. Se encontró que el 60.5% de los alumnos con discapacidad visual aprendieron a utilizar la tecnología al ingresar al nivel medio superior y superior, el 50% utiliza la tecnología adaptada para comunicarse y el 100% señala utiliza la tecnología para sus actividades escolares.

**Palabras claves:** Discapacidad, inclusión y tiflotecnología.

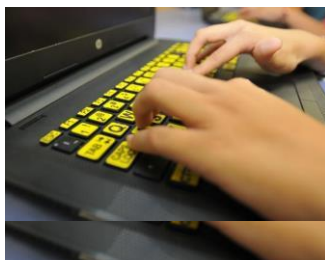
## Introducción

Son muchas las barreras con las que se encuentran los alumnos con discapacidad en el aula: arquitectónicas, de comunicación, las referidas al aprendizaje, sociales, psicológicas. El uso de las TIC para la atención a la diversidad dependerá del tipo de discapacidad del alumno así como el grado, el utilizarlas ofrece una serie de posibilidades que facilitan la comunicación con el entorno (Pegalajar, 2013).

Algunos autores han analizado las posibilidades de las TIC en el medio educativo con personas con discapacidad (Negre, 2003; Cabero, Córdoba y Fernández, 2007; Hervás y Toledo, 2007; Ortega Tudela y Gómez Ariza, 2007; Prendes, 2008 citado por Pegalajar, 2013), entre ellas se destacan las siguientes:

-Ayuda a superar las limitaciones que se derivan de las discapacidades cognitivas, sensoriales y motoras del alumno.

-Favorecen la autonomía de estudiante, porque se adaptan a sus necesidades y demandas.



-Ofrecen un feed-back inmediato.

-Favorecen la comunicación de los alumnos con el resto de compañeros y docentes.

-Ahorra tiempo en la adquisición de habilidades y capacidades del alumno.

-Respaldan un modelo de comunicación de formación multisensorial.

-Propician una formación individualizada en el que el alumnado.



- Favorecen el desarrollo de la autonomía e independencia de las personas.
- Evitan la marginación, la brecha digital que introduce el verse desprovisto de utilizar las herramientas de desarrollo de la sociedad del conocimiento.
- Facilitan la inserción socio-laboral del alumnado con dificultades específicas.
- Ahorran tiempo para la adquisición de habilidades y destrezas. n) Se puede ejecutar y repetir los ejercicios que debe realizar el alumnado para que los estudiantes adquieran las competencias, actitudes y capacidades.
- Propician el acercamiento de las personas con discapacidad al mundo científico y cultural así como su actualización en los conocimientos que constantemente se están produciendo.
- Favorece la disminución del sentido del fracaso académico y personal.

Las necesidades de los alumnos con discapacidad visual comienzan dentro del aula, cuando no pueden leer un libro como el resto de sus compañeros o no pueden tomar notas del pizarrón o bien no pueden ver una imagen que explica el profesor, en ocasiones tienen dificultades para socializar con sus compañeros o para ser incluido dentro de las actividades académicas. Sin embargo la discapacidad visual es una de las discapacidades donde más se encuentran recursos de tecnología. La Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE) señala que La Tiflotecnología es el conjunto de técnicas, conocimientos y recursos encaminados a facilitar a las personas con ceguera o deficiencia visual los medios oportunos para la correcta utilización de la tecnología.

Dentro de la Universidad Autónoma de Sinaloa se han venido haciendo esfuerzos para responder a las necesidades sociales con calidad educativa, por ello se ha puesto atención en la formación integral y humanista de los y las estudiantes a través de distintos programas.

Desde hace algunos años se ha planteado acondicionar espacios para personas con discapacidad, con la finalidad de ofertar igualdad de oportunidades para todos los estudiantes.

Por ello la Universidad contempla en el *Plan de Desarrollo Institucional Consolidación Global 2021*, del Rector Juan Eulogio Guerra Liera, en su *Eje Estratégico 1 y eje 8 se plantea fortalecer el nivel de atención y cobertura de la demanda social y facilitar el acceso a una educación general amplia y especializada en condiciones de equidad e inclusión, así como ofrecer igualdad de oportunidades de acceso, permanencia y egreso a todos los aspirantes y estudiantes que provienen de distintas realidades sociales, y de esa manera consolidar una educación inclusiva, equitativa y de calidad* (Guerra Liera, 2021).

En ese tenor el programa de *Atención a la Diversidad* (ADIUAS) enmarcado en el concepto de educación inclusiva, tiene el propósito de brindar seguimiento especializado a estudiantes de educación media superior y superior, que presentan barreras en el aprendizaje y la participación, para los que se requiere desplegar acciones que favorezcan el desarrollo máximo de sus capacidades y disminuir las desigualdades (Rodríguez, Kitaoka y García, 2013).



Entre las tareas que destacan es brindar recursos materiales y adecuaciones curriculares, tecnológicas y arquitectónicas, que apoyen la integración de jóvenes desde su ingreso a bachillerato hasta el egreso del nivel superior.

Así como también la adaptación escolar a través de capacitación en el área personal. Capacitar al personal académico, así como sensibilizar a la comunidad universitaria a fin de enfrentar el reto de la inclusión educativa.



En este documento se plantea el proceso de intervención para la inclusión educativa de alumnos con discapacidad visual, que es una de las poblaciones que se atienden en ADIUAS.

### **Justificación**

Actualmente en la Universidad Autónoma de Sinaloa hay alumnos 39 estudiantes con ceguera total y 286 débiles visuales, cifras que aumentan cada ciclo escolar por los logros obtenidos tanto en el desarrollo académico de esta población, como en las competencias desarrolladas para la vida independiente, disminuyendo su discriminación o segregación en escuelas especiales.

Características generales que presentan los estudiantes con discapacidad antes de ser atendidos por el programa ADIUAS:

#### **Inseguridad y temor para desplazarse y socializar.**

Dependientes de sus padres y compañeros de clase para realizar actividades cotidianas, personales y de la escuela.

Uso del Braille como único recurso para escribir y comunicarse.

Insuficientes conocimientos de los recursos tecnológicos.

Escasos conocimientos previos, producto de la omisión de contenidos curriculares en los niveles educativos anteriores.

Desconocimiento de sus capacidades (habilidades y destrezas).

En los casos más graves, donde se les ha segregado en escuelas especiales para cursar los diferentes niveles educativos y donde los padres los han sobreprotegido y aislado, los estudiantes presentan: miedo, evasión de la realidad, desfase en su edad mental.

Para resolver estas necesidades educativas especiales, ADIUAS desarrolla una serie de actividades que permiten que esas necesidades disminuyan o se terminen por completo. Se

capacita a estos alumnos en tiflotecnología, en ortografía, movilidad. Se ofrecen cursos-talleres de sensibilización para los grupos en los que están incluidos y también cursos-talleres de superación personal para alumnos con discapacidad. Además de la facilitación de materiales adaptados y asesorías académicas extraclase para eliminar las barreras de acceso a los contenidos (bibliografía digitalizada y prototipos de materiales didácticos). Aunque en la discapacidad visual el uso de las tecnologías se ha vuelto la herramienta más importante ya que les permiten a los alumnos(as) desarrollarse tanto en la vida escolar como en la social y en la laboral.

En el curso taller de tecnología adaptada se exponen diversos temas semana a semana, donde los y las jóvenes con la práctica necesaria y conocimientos que lleva este curso taller.

Aprenden el uso de herramientas básicas como el redactar de forma correcta un texto en Microsoft Word 2007, leer el texto que escriben en búsqueda de errores y leer otros documentos como libros digitalizados, usar la calculadora normal y científica de Windows, explorar archivos y carpetas entre sus documentos personales, tomar una velocidad de escritura considerable en el teclado de computadoras portátiles, y entretenerse reproduciendo su biblioteca de música favorita. A si como también, estudiantes con nivel más avanzado en el curso taller, han adquirido habilidades para agregar aspectos visuales a los documentos que redactan en Microsoft Word 2007, presentar información estadística en tablas y gráficas en Microsoft Excel 2007, realizar búsquedas de información en internet, gestionar cuentas de correo electrónico con Windows Live Mail y usar las herramientas de comunicación y redes sociales.

## **PREGUNTA**

-¿Cómo perciben los alumnos con discapacidad visual la implementación de cursos talleres de tiflotecnología y cómo impacta en su contexto académico, personal y social?

## **OBJETIVOS**

-Analizar cómo perciben los alumnos con discapacidad visual la implementación de cursos talleres de tiflotecnología.

-Conocer la trascendencia de estos en su contexto académico, personal y social.

## **Desarrollo**

## **Método**

El presente estudio fue realizado con enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo transversal que permitió explorar la percepción de alumnos con discapacidad visual sobre los cursos de tiflotecnología implementados por la Universidad Autónoma de Sinaloa.

Participaron un total de 30 alumnos con discapacidad visual de edades entre los 16 y los 30 años, se utilizó un cuestionario de 15 preguntas que abordaban el uso de tiflotecnología en su educación, además se utilizó la observación. Los criterios de inclusión fueron principalmente que contaran con autorización de los padres y que contaran con discapacidad visual.

### **Procedimiento**

En primer lugar se subieron las preguntas del cuestionario a un formulario de google con la finalidad de que los alumnos contestaran sin que alguna persona les leyera, se convocaron a los alumnos en el aula de cómputo del centro de apoyo ADIUAS, se prepararon las computadoras con lector de pantalla y se aplicó en dos grupos. La aplicación fue colectiva por única vez. Los aplicadores estuvieron al pendiente de cualquier duda o palabra que no entendieran. Se les informó a los alumnos que la participación era completamente voluntaria y anónima.

### **Resultados**

Se encontró que el 60.5% de los alumnos con discapacidad visual aprendieron a utilizar la tecnología al ingresar al nivel medio superior y superior y solo el 27.5 en nivel básico, el 50% utiliza la tecnología adaptada para comunicarse y el 100% señala utiliza la tecnología para sus actividades escolares. En cuanto a cómo desempeñaban sus actividades escolares antes de usar tecnología, el 50% de los alumnos dijeron que antes de usar tecnología siempre había alguien apoyándolos, el 12% señaló que usaban el braille y el 28% señaló usar braille y contar siempre con el apoyo con alguien.

El 62.5% señaló que comenzó a utilizar libros digitales al ingresar a la Universidad Autónoma de Sinaloa y solo el 37.5 señaló que en nivel básico.

En cuanto a los dispositivos que aprendieron a utilizar en los cursos talleres mencionaron que computadora (100%), celular con sistema Android (50%), celular con sistema IOS (75%), Tablet y/o ipad (50%). Y los programas que más utilizan en esos dispositivos son JAWS (75%), NVDA (75%), MEKANTA (50%) y programas de oficina (Word y Excel) (85.7%) y el 90% aprendió a navegar en internet.

Los alumnos señalaron que utilizan la tecnología para realizar actividades/tareas escolares (25%), enviar tareas a los profesores (25%), tomar notas en clase (32.5%) y para investigar conceptos (12.5%).

El 100% señaló que el uso de la tiflotecnología cambio completamente su vida y el 85% señaló que se considera independiente en el área escolar.

El 75% de los alumnos señaló que antes de ingresar a los cursos talleres de tiflotecnología ofrecidos por la universidad, le asignaban compañeros para que les ayudaran en clase, el 50% señaló que con ayuda de sus padres, el 12.5 dijo que tenía maestro sombra y el 50% señaló que se les omitían los contenidos a los que no tenían acceso.

Los alumnos con discapacidad visual señalan que el tomar cursos talleres de tiflotecnología los ha beneficiado en su desenvolvimiento académico, autonomía para realizar sus actividades, capacidad para trabajar al ritmo de sus compañeros normo- visuales, en el desarrollo de sus relaciones interpersonales y la seguridad en sí mismo.

## Discusión

Los cursos talleres de tiflotecnología han impactado de manera importante en el desenvolvimiento de alumnos con discapacidad visual, como se mencionó anteriormente. Los alumnos con discapacidad visual señalan que el tomar cursos talleres de tiflotecnología los ha beneficiado en su desenvolvimiento académico, autonomía para realizar sus actividades escolares, capacidad para trabajar al ritmo de sus compañeros normo-visuales, en el desarrollo de sus relaciones interpersonales y la en la seguridad en sí mismo, lo que concuerda con lo expuesto por diversos autores, que señalan los beneficios de las TIC en el medio educativo para las personas con discapacidad, entre ellas destacan que ayudan a superar limitaciones que derivan de la discapacidad, favorecen la autonomía del estudiante, favorecen la comunicación de los alumnos con el resto de sus compañeros (Negre, 2003; Cabero, Córdoba y Fernández, 2007; Hervás y Toledo, 2007; Ortega Tudela y Gómez Ariza, 2007; Prendes, 2008 citado por Pegalajar, 2013).

Se encontró que los alumnos con discapacidad visual se perciben competentes para la vida académica en la universidad a diferencia de lo encontrado por Aquino, Izquierdo, García y Valdés (2016) los estudiantes universitarios con discapacidad visual del sureste de México que participaron en su estudio únicamente se perciben competentes en utilizar las TIC para desarrollar relaciones interpersonales en el contexto universitario, en relación, en la Universidad Autónoma de Sinaloa se capacita a los alumnos con discapacidad visual en su uso por expertos en el área, se promueve que la tecnología sea usada para fines educativos y los profesores son capacitados en atenderlos. El éxito en la inclusión de los alumnos con discapacidad visual de la Universidad Autónoma de Sinaloa se debe al conjunto de estrategias que se realizan para que sean incluidos, como son: sensibilización y capacitación de toda la comunidad involucrada en el proceso educativos del estudiante, así como la accesibilidad promovida a través de la facilitación de material adaptado para dar acceso a los contenidos

abstractos o visuales de la currícula, conformación de redes de apoyo, capacitación permanente en el uso de las tiflotecnologías, entre otros soportes.

El uso adecuado, los hace competentes para ir a la par de los compañeros, mejora su comunicación y por ende su trayectoria académica, a diferencia de lo que Cabero (2001) quien pone en duda que el uso de las TIC en el aula sea necesaria.

## Conclusiones

La investigación del impacto de la tiflotecnología en alumnos universitarios es reducida, es necesario que se promuevan más la investigación en esta área, sin embargo es importante aclarar que la inclusión de alumnos con discapacidad visual no depende solo del uso de la tecnología, depende de acciones implementadas por los espacios escolares. En la Universidad Autónoma de Sinaloa se han hecho esfuerzos por cumplir con la demanda de ingreso a las aulas de la universidad de alumnos con discapacidad. Por más de ocho años se ha dado seguimiento a esta población, se ha orientado y capacitado tanto a los alumnos como personal.

Se ha dado seguimiento a los alumnos antes y después de su ingreso, mediante los programas que la Universidad ofrece. Alumnos(as) que solo utilizaban el braille como único método de comunicación escrita, que se encontraban aislados y/o dependientes de una persona sombra para su integración o en el peor de los casos, haber permanecido como espectador en el aula, han pasado a ser partícipes de su propio proceso educativo, convirtiendo las tecnologías en su libreta, su libro, su sistema para investigar, para enviar sus trabajos, en su medio para ser evaluados al mismo tiempo que sus compañeros, e incluso y en mayor medida para relacionarse con los demás a través de las redes sociales, trascendiendo de la dependencia a la autonomía personal, lo cual ha impactado hasta en la mejora de autoestima, su auto-concepto y aceptación como individuo capaz ante los demás compañeros de clase y ante la población en general.

Por ello se puede afirmar que es de gran utilidad su uso, solamente si se ha sabido guiar y capacitar adecuadamente, lo cual no sucede en poco tiempo, es todo un proceso que va a la par de la escuela, avanzando según el nivel educativo en que se encuentre el estudiante con discapacidad visual y que depende también del profesor del aula regular quien tiene que conocer de sus beneficios para poder incentivar al joven a que las utilice correctamente.

## Referencias

ANUIES, P. I. (2001). Una propuesta de la ANUIES para su organización y funcionamiento en las instituciones de educación superior. México: ANUIES.

Aquino Z. S. P., Izquierdo S. J., García. V., & Valdés C., Á. A. (2016). Percepción de estudiantes con discapacidad visual sobre sus competencias digitales en una universidad pública del sureste de México. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 8(1), 0-0. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-61802016000200001](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802016000200001)

Cabero, J. (2000). Aplicación de las TICs: ¿Esnobismo o necesidad educativa?. Red Digital. Revista de Tecnologías de la Información y Comunicación Educativas. Disponible en: [http://reddigital.cnice.mec.es/1/firmas/firmas\\_cabero\\_ind.htm](http://reddigital.cnice.mec.es/1/firmas/firmas_cabero_ind.htm).

*Investigación y Docencia (REID)*, (9). Consultado 16-oct. 2017 Recuperado de:

<http://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/reid/article/viewFile/1180/1001>.

Pegalajar, P. M. D. C. (2013). Tiflotecnología e inclusión educativa: Evaluación de sus posibilidades didácticas para el alumnado con discapacidad visual. *Revista Electrónica de*

Rodríguez, Kitaoka y García, 2013 (17 oct 2017). *Programa de Atención a la Diversidad (ADIUAS)*. Obtenido de Programa de Atención a la Diversidad (ADIUAS) pag. 25 : [http://sau.uas.edu.mx/pdf/programa\\_ADIUAS\\_2013.pdf](http://sau.uas.edu.mx/pdf/programa_ADIUAS_2013.pdf)

SNB 22 Abr 2009 – Sistema Nacional Bachillerato; Acuerdo 442; 5 Competencias Docentes para la implementación y operación del SNB en un marco de diversidad, al día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

UAS( 18 oct 2017) Plan de Desarrollo Institucional Consolidación Global 2021,

[http://web.uas.edu.mx/web/pdf/PDI\\_2017\\_FINAL\\_BAJA.pdf](http://web.uas.edu.mx/web/pdf/PDI_2017_FINAL_BAJA.pdf).

UAS.(16 oct 2017) *Reglamento del Programa Institucional de Tutorías*.

[http://web.uas.edu.mx/includes/nuestraUni/pdf/2009/Reglamento Tutorias.pdf](http://web.uas.edu.mx/includes/nuestraUni/pdf/2009/Reglamento_Tutorias.pdf)

## **APLICACIÓN MÓVIL DE TRADUCCIÓN DE IMÁGENES DE LA LENGUA DE SEÑAS A SONIDOS**

Minajas Carbajal Francisco Javier, Luna Buendía Ariadna Yolotzín, Olivares Ceja Jesús Manuel  
franciscominajas@outlook.com, yolot\_92@hotmail.com  
Escuela Superior de Computo I.P.N.

**Resumen.** Debido a los problemas de comunicación que sufren las personas con hipoacusia, actualmente son marginadas y por ello se dificulta su desenvolvimiento en las actividades en sociedad. Con la evolución de la tecnología se han desarrollado propuestas y herramientas para propiciar la integración de este grupo social sin haber resuelto el problema completamente; algunos logros son los sistemas de reconocimiento de la lengua de señas. En este proyecto multidisciplinario se desarrolló un prototipo, el cual utiliza la cámara del dispositivo para capturar una imagen del medio, a la cual se le realizara una adecuación, la cual, por medio de técnicas de conversión a escala de grises, y binarización dotaran de los elementos necesarios para reconocer la seña capturada, de acuerdo a un determinado umbral se decidirá por matrices evolutivas si el patrón candidato es o no una seña reconocida y de lo contrario se almacenara en la base de datos, como patrones candidatos, posteriormente en el aprendizaje, por medio de la técnica de máxima similitud se decidirá, si el patrón es válido, esto para ser devuelto al sistema móvil para su almacenamiento como un nuevo patrón y así mejorar de forma constante el reconocimiento.

**Palabras clave:** Aplicaciones móviles, Ingeniería de software, Reconocimiento de imágenes, Reconocimiento de patrones.

## Introducción

Cuando una persona presenta hipoacusia, es decir, disminución de la capacidad auditiva, se ve en la necesidad de recurrir a alternativas que le ayuden a mejorar su comunicación con otras personas; por medio de herramientas tecnológicas o con algún tratamiento médico o quirúrgico.

En este proyecto se propone el desarrollo de una herramienta de software mediante el reconocimiento del alfabeto de la lengua de señas mexicana (LSM) usando imágenes obtenidas de la cámara de un dispositivo móvil para brindar una opción que ayude a mermar la brecha de comunicación con otras personas.

Actualmente se conocen diversos desarrollos relacionados con el reconocimiento de lenguas de señas en varios países, pero no se han encontrado estos trabajos aplicados en dispositivos móviles, solamente se han encontrado visualizadores de algunas señas.

Reconocer las señas de la LSM resulta complejo desde el punto de vista tecnológico, por tal motivo, este proyecto se

## Metodología

La metodología que se propone es el modelo incremental porque tiene el enfoque del Modelo de Proceso Evolutivo, donde los sistemas van evolucionando conforme al tiempo, éste enfoque entrelaza las actividades de especificación, desarrollo y validación. Un sistema inicial se desarrolla rápidamente a partir de especificaciones abstractas y se refina basándose en las peticiones del cliente para producir un sistema que satisfaga sus necesidades.



Los modelos evolutivos son iterativos. Se caracterizan por la manera en la que permiten desarrollar versiones cada vez más completas del software. En un proceso de desarrollo incremental, los clientes identifican a grandes rasgos los servicios que proporcionará el sistema, identifican qué servicios son más importantes y cuáles menos. Entonces se definen varios incrementos en donde cada uno proporciona un subconjunto de la funcionalidad del sistema. La asignación de servicios a los incrementos depende de la prioridad del servicio con los servicios de prioridad más alta entregados primero.

### Estado del Arte

En este apartado se describen los trabajos que se han desarrollado en diferentes instituciones que tienen el propósito de ayudar a las personas con discapacidad auditiva. Estas propuestas se agrupan con base en nuestro interés en desarrollos del IPN, proyectos internacionales y productos que se encuentran en el mercado. En cada caso, se indican sus características para que el lector pueda notar las diferencias existentes entre ellos.

**TABLA I**  
**PROYECTOS EXISTENTES EN EL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
**RELACIONADOS**  
**CON LA LENGUA DE SEÑAS**

<b>Título</b>	<b>Autoría</b>	<b>Descripción</b>
Sistema para traducción de señas [1]	<b>Unidad Académica:</b> UPIIZ-IPN <b>Autores:</b> José Manuel Lira	Sistema creado para ofrecer una herramienta de comunicación para una persona con discapacidad de habla auditiva.
Aplicación móvil para la comunicación con personas que utilizan el	<b>Unidad Académica:</b> UPIITA-IPN <b>Autores:</b> Oscar	Desarrollo de una aplicación móvil que permita la comunicación básica entre personas que usan el lenguaje de señas mexicano con personas que no lo usan.
Sistema para el reconocimiento del alfabeto dactilológico [3]	<b>Unidad Académica:</b> CIC-IPN <b>Autores:</b> Laura Jeannine Razo Gil.	Este proyecto busca analizar y reconocer, de forma automática las diferentes posturas de la mano, éste es utilizado por las comunidades de sordos.

Store, se encontraron aplicaciones que ayudan al aprendizaje de lenguas de señas de países como Guatemala, España y Estados Unidos. Es decir, que son parecidos a un diccionario o brindan lecciones usando videos, imágenes, glosarios y estadísticas. Por lo cual, este proyecto se diferencia, en que se reconocen las señas del alfabeto de la lengua de señas mexicana, permitiendo a las personas con hipoacusia deletrear palabras; las palabras a su vez se transforman en audio con ayuda de un sintetizador de voz para que las escuchen personas sin discapacidad auditiva.



Por otro lado, en la TABLA 2, se muestran trabajos orientados a las lenguas de señas diferentes a la mexicana, en un caso se utiliza el dispositivo Leap Motion® , especializado en la detección de la forma y ubicación de manos; en los demás se usan cámaras de video ordinarias conectadas a una computadora personal (PC).

Tabla 2.

PROYECTOS EXISTENTES EN EL RESTO DEL MUNDO RELACIONADOS CON  
LA LENGUA DE SEÑAS

Titulo	Descripción	Lengua de
<b>American Sign Language Recognition Using Leap Motion Sensor</b>	Usan un sensor de movimiento 3D llamado Leap Motion del tamaño de la palma.	Lengua de señas americana.
<b>Hand Gesture Recognition for Indian</b>	Presentan un sistema de reconocimiento de gestos de la mano para reconocer el alfabeto de lengua de señas de la India.	Lengua de señas hindú
<b>Arabic sign language recognition in user independent</b>	En este artículo describen un método desarrollado por T. Shanableh para reconocer la lengua de señas árabe	Lengua de señas árabe
<b>Listening to deaf: A Greek sign language translator [7]</b>	El trabajo se refiere a un sistema extensible que se desarrolló con el fin de reconocer el alfabeto de lengua de señas griega (GSL) que es la forma natural de comunicación entre las personas sordas en	Lengua de señas griega

En la Tabla 3 se presentan trabajos que aportan soluciones relacionadas con lenguas de señas en varios países. La búsqueda se hizo tanto en sitios Web como en la tienda Play permitiendo a las personas con hipoacusia deletrear palabras; las palabras a su vez se transforman en audio con ayuda de un sintetizador de voz para que las escuchen personas sin discapacidad auditiva.

Tabla 3

PROYECTOS COMERCIALES RELACIONADOS CON LA LENGUA DE SEÑAS

Titulo	Descripción	Lengua de
<b>Kitsord [8]</b>	Es una aplicación móvil que tiene como finalidad romper la barrera que existe entre las personas que tienen deficiencias auditivas y	Lengua de señas de Guatemala
<b>Mis primeros</b>	La aplicación móvil es del diccionario infantil de lengua de señas española	Lengua de señas española

#### A. Reconocimiento de la lengua de señas

Se utiliza Android Studio® para la programación orientada a objetos e interfaz gráfica, por ser la herramienta más utilizada para manipular las imágenes de forma más sencilla y útil.

Por ser más común se utiliza el formato de imagen JPG porque es el formato por defecto que utilizan las cámaras de los dispositivos móviles. Por otro lado, se utiliza el espacio de color RGB, porque es el que se utiliza en dispositivos móviles.

Por otro lado, se utiliza el gestor de base de datos SQLite para el funcionamiento de la base de datos.

El proyecto realizado contempla varias etapas las cuales se anunciarán a continuación:

#### B. Etapa de Preprocesamiento

El método de selección de color verde es uno de los métodos más simples para producir una imagen en tonos de grises, ya que utiliza menos recursos de acuerdo a la bibliografía, por otro lado, para realizar dicha conversión se basará en la selección de un determinado valor.



**Figura II-1 Etapa de preprocesamiento Tecnica de selccion de color verde**

### C. Etapa de ecualización del histograma

Este método consiste en el mejoramiento del contraste, la cual pretende que toda la imagen tenga una distribución uniforme en toda la escala de grises, es decir eliminar lo más posible los picos en una sola región del histograma.



Figura II-2 Etapa de preprocesamiento Ecualización

### D. Binarización y segmentación de la imagen

Este módulo supone la existencia de que en la imagen existen dos clases de pixeles, partiendo de estos calcula el umbral óptimo que separa estas dos clases de modo que su propagación combinada es mínima.



Figura II-3 Etapa de preprocesamiento Binarización de la imagen

### E. Obtención de la Región de Interés

Este módulo supone que cada pixel localizado en la imagen es una región de interés lo que conlleva a seleccionar cada uno de los grupos de pixeles como se muestra en la imagen a continuación.



Figura II-4 Selección de la Región de Interés

#### F. Normalización de la Región de Interés

Este módulo aplica un enmallado de 15X15, el cual contendrá información suficiente de las diversas señas del LSM, la cual cada región de interés se convertirá en una cadena de 225 caracteres.

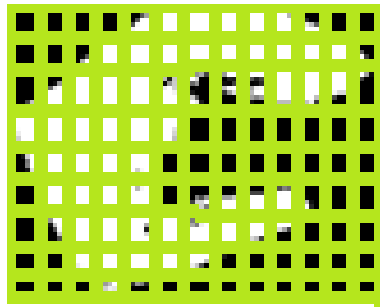


Figura II-5 Enmallado de 15X15 Tecnica de Macropixeles

#### Conversión a cadena binaria

Este módulo obtiene la información de la normalización de la imagen y la transforma en forma de cadena binaria para simplificar su procesamiento y almacenamiento en la base de datos.

0010100101001010

Figura II-6 Cadena Binaria

## H. Aprendizaje de Patrones

En este módulo se procederá a entrenar de primera instancia de forma semi-supervisada cada uno de los patrones de la LSM, para posteriormente enviarlos a la etapa de reconocimiento de Patrones, en esta etapa se utilizará la técnica de Matriz de Diferencias.

Por otro lado, si la etapa de Reconocimiento de Patrones envía patrones desconocidos, se procederá comparando cada uno de los patrones con respecto de los encontrados en la base de datos de aprendizaje, para así enriquecer el banco de patrones.

## I. Reconocimiento de Patrones

Una vez aprendidos una serie de patrones, este módulo será el encargado de evaluar la similitud de cada una de las señas a identificar con cada una de las existentes en la base de datos, en caso de no encontrar una seña se almacenará en la base de datos para que la etapa de aprendizaje decida si es o no un patrón.

## Producción de sonido

En la literatura existen una serie de sintetizadores de voz, de los cuales como se muestra en la TABLA 5, solamente 3 cumplen con las características propias para utilizarse en este proyecto.

TABLA 5 SINTETIZADORES DE VOZ

Sintetizador	Fabricante	Observaciones
<b>SINTESIS DE GOOGLE</b>	Google	Requiere conexión a Internet para

## Resultados

Para describir los resultados obtenidos en la implementación del desarrollo de este proyecto terminal, el cual fue probado utilizando un dispositivo móvil con un procesador de velocidad de 1.1 Ghz, con una cámara de 10 MegaPíxeles.

Ademas de utilizo la biblioteca de OpenCV para realizar las operaciones básicas de preprocesamiento de las imágenes y como se muestra en la tabla 6, pudimos obtener los siguientes resultados de reconocimiento con un umbral del 91%.

TABLA 6

INDICE DE RECONOCIMIENTO DE LAS SEÑAS DEL ALFABETO DE LA LSM

<b>A - 96%</b>	<b>H - 75 %</b>	<b>O - 60 %</b>
<b>B - 80 %</b>	I - 90 %	P - 40 %
<b>C - 60 %</b>	J - 75 %	Q - 50 %
<b>D - 75 %</b>	K - 50 %	R - 70 %
<b>E - 50 %</b>	L- 60 %	S - 56 %
<b>F - 70 %</b>	M - 70 %	T - 70 %
<b>G - 80 %</b>	N - 70 %	U - 70 %
<b>V - 70 %</b>	W - 75 %	X - 65 %
<b>Y - 80 %</b>	Z - 60 %	STOP - 80

Los resultados del reconocimiento de las señas estáticas de la LSM. Los diferentes gestos han sido catalogados en la base de datos, pero existe confusión entre varias de las letras estáticas como por ejemplo la M y N, G y H, A y S, entre otras, lo que provoca que el porcentaje de reconocimiento disminuya considerablemente.

### Conclusiones

El proyecto del sistema de reconocimiento de la lengua de señas mexicana (LSM), tiene como objetivo principal el desarrollo de una aplicación móvil que a su vez sea una herramienta de apoyo para las personas que padecen hipoacusia, permitiéndoles comunicarse con personas sin conocimiento de la lengua de señas.

Durante la realización de este proyecto, fue primordial hacer el procesamiento de las imágenes, esto, debido a que es la base para materializar el proyecto. Por ende, las primeras pruebas de factibilidad de enfocaron a la captación de imágenes, ya que el procesador de la mayoría de dispositivos móviles no cuenta con el nivel de procesamiento de un equipo de cómputo.

Es importante mencionar que se llevaron a cabo una serie pruebas de los diversos algoritmos existentes mencionados en el estado del arte como por ejemplo: la conversión a escala de

grises, la adecuación y binarización de imágenes, además determinaron los mejores en base a tiempos de procesamiento y a calidad de la imagen, está realizando un análisis con 10 personas seleccionadas al azar, las cuales contribuyeron a realizar un análisis más objetivo, para así seleccionar el mejor algoritmo con base en la calidad de la imagen.

Por otro lado, se realizaron diversas pruebas con los algoritmos de aprendizaje, y se terminó que el mejor era el algoritmo de máxima similitud, el cual presento los mejores resultados, pero este se deberá retomar para trabajo a futuro, ya que no es parte de este proyecto, pero se dejan las bases para su posterior desarrollo.

### Agradecimientos

Recibe apoyo de la SIP-IPN con el Proyecto multidisciplinario 20170375 Desarrollo de servicios de tecnología educativa de última generación, dirigido por el Dr. Jesús Manuel Olivares Ceja, Profesor Investigador del Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, Ciudad de México.

### REFERENCIAS

- [ [En línea]. Available: <http://www.conacytprensa.mx/index.php/tecnologia/robotica/5354-1-sistema-para-1>
- [ O.Lemus, «Aplicacion móvil para la comunicacion con peronas que utilizan el lenguaje 2 de señas,» Mexico, 2016.
- [ H. Garcia, «Traductor de lenguaje sordomudo mediante un guante con sensores y una 3 aplicacion movil,, » Mexico, 2015.
- [ R.C.C.H, «American Sign Language Recognition Using Leap Motion Sensor, 13th 4 International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA),,» 2014.
- [ K. Y. H.G.A.S, «Hand Gesture Recognition for Indian Sign Language,» de International 5 Conference on Computer Communication and Informatics (ICCCL),,» 2012.
- [ K. Shanableh, «Arabic sign language recognition in user independent mode,,» IEEE 6 International Conference on Intelligent and Advanced Systems, 2007.
- [ V. KM. «A greek sign language translator. Information and Communication
- [ Kitsord, [En línea]. Available: <http://www.kitsord.com/>.. [Último acceso: 02 Febrero 8 2016].

- [ [En línea]. Available:  
 9 <https://play.google.com/store/apps/details?hl=es&id=es.fundacionvodafone.cnse.misp..>  
 1 Última consulta: 24 Febrero 2016]
- [ GooglePlay. [En línea]. Available:  
 1 <https://play.google.com/store/apps/details?hl=es&id=com.andromo.dev205396.app2>.



## ÁREA DE SALUD



ENITED 2017

## CALIDAD DE VIDA EN PACIENTES QUE RECIBEN FISIOTERAPIA Y REHABILITACIÓN

Álvarez, CG<sup>1</sup> klauz\_3@hotmail.com, Marín MM marthita\_marin@yahoo.com.mx,<sup>1</sup> Cano C<sup>3</sup> cuauhtemoc.cano@imss.gob.mx

<sup>1</sup> Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

<sup>3</sup> Instituto Mexicano del Seguro Social, Morelia, Michoacán, México.

### ARCHIVO APARTE CORREGIDO

**Resumen.** La Organización Mundial de la Salud (1948) definió salud como el completo estado de bienestar físico, mental y social y no sólo la ausencia de la enfermedad, el concepto evolucionó desde una definición conceptual hasta métodos objetivos, mediante cuestionarios o encuestas que permiten medir las dimensiones que conforman el estado de salud. La Fisioterapia consiste en identificar y maximizar la calidad de vida y el potencial de movilidad en las esferas de promoción, prevención, tratamiento, intervención, habilitación y rehabilitación. Objetivo: Evaluar la calidad de vida en pacientes que reciben rehabilitación. Metodología: Enfoque cuantitativo, descriptivo observacional, instrumento SF36 calidad de vida, muestra de 30 pacientes, instrumento validado mediante el Alpha de Cronbach de .767. Resultados: De los 30 pacientes encuestados el 80% (24) corresponden al género femenino y con el 20% (6) al género masculino. De acuerdo al reactivo en general usted diría que su salud es: con un 30% (9) respondieron que es buena y con el 70% (21) comentaron que su salud es regular. En el reactivo su salud actual le limita para realizar esfuerzos los pacientes contestaron con un 66.7% (20) si me limita poco. Conclusiones: Respecto a los pacientes encuestados mencionan que la parte del cuerpo afectada si les impide realizar sus actividades cotidianas, expresaron que su calidad de vida es regular ya que su salud actual comparada de hace un año se ha deteriorado sin embargo se sienten satisfechos con la rehabilitación que han recibido.

**Palabras Clave:** Rehabilitación, calidad de vida, salud, tratamiento, estado psicológico.

### Introducción

Calidad de Vida Se puede caracterizar cada una de las facetas de la calidad de vida definidas como una descripción de una conducta, un estado, una capacidad o un potencial o una percepción o experiencia subjetivas. Por ejemplo, el dolor es una percepción o experiencia subjetiva; se puede definir la fatiga como un estado; se puede definir la movilidad como una capacidad para moverse o como un comportamiento, el de caminar propiamente. La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017). Define la calidad de vida como:

“La percepción que un individuo tiene de su lugar en la existencia, en el contexto de la cultura y del sistema de valores en los que vive y en relación con sus objetivos, sus expectativas, sus normas y sus inquietudes. Se trata de un concepto muy amplio que está influido de modo complejo por la salud física del sujeto, su estado psicológico, su nivel de independencia, sus relaciones sociales, así como su relación con los elementos esenciales de su entorno “.

Para medir la calidad de vida, desde 1990 la Organización de las Naciones Unidas, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), viene elaborando bienalmente un Índice de Desarrollo Humano (IDH) en el que se mide el grado de desarrollo de los países a partir

de variables de desarrollo como: el nivel de vida, la salud, la esperanza de vida, las tendencias demográficas y la educación (Colclough, 2004). La extensión máxima debe ser de 15 cuartillas. Los protocolos de prototipo elegidos para su exhibición y publicación electrónica deberán ser originales, o que presenten mejoras significativas si se basan en anteriores, y remarcar la aportación relevante a la discapacidad.

La calidad se define, según diferentes autores, como el cumplimiento de las especificaciones, es decir, los criterios previamente establecidos por el servicio que, aunque necesarios no son suficientes para abarcar todo el concepto de calidad, el ajuste o la adecuación al uso de un bien o servicio y la satisfacción del cliente, completan mejor el concepto de calidad. La calidad asistencial es el grado de conformidad entre la atención prestada y los criterios preestablecidos de buena asistencia (Bergner et al, sf).

Calidad de vida relacionada con la salud es el aspecto de la calidad de vida que se refiere específicamente a la salud de la persona y se usa para designar los resultados concretos de la evaluación clínica y la toma de decisiones terapéuticas. Esta utilización básica del concepto se inició en Estados Unidos hace unos 30 años, con la confluencia de dos líneas de investigación: una la de la investigación clínica de la medición del estado funcional y otra la de la investigación psicológica del bienestar y de la salud mental.

Como seres sociales nuestra salud depende sustancialmente de un intercambio interpersonal favorable en términos de recompensas materiales o emocionales y de aprobación cognoscitiva. Por eso, la perspectiva sociológica de la calidad de vida nos recuerda que la persona individual no es el objetivo exclusivo de la medicina. La salud de las poblaciones es también un objetivo. Sabemos, por la teoría de los sistemas que ciertas características se hacen sólo visibles cuando miramos el sistema al completo más que a sus elementos aisladamente.

Esto también es verdad para el estudio de la salud, no podemos entender plenamente los determinantes de la salud de las poblaciones por inferencia simple de la información obtenida de individuos y esto desafía la limitada perspectiva individual que parece dominar la actual investigación de la calidad de vida. La cuestión última es si debemos tratar al individuo, al organismo, como si fuera un todo, una unidad, cuando acaso la unidad de la vida humana es el grupo y no el individuo.

Los términos funcionamiento y discapacidad dependen tanto de la condición de salud como de su interacción con los factores personales y ambientales. Funcionamiento: es el término genérico que incluye función, actividad y participación indicando los aspectos positivos de esa interacción.

Por el contrario, discapacidad: es el término genérico que incluye deficiencias, limitaciones y restricciones e indica los aspectos negativos de la interacción entre el individuo con una condición de salud y sus factores contextuales factores ambientales y personales (Fernández et al, 2010).

## Fisioterapia

La fisioterapia, como parte integrante de una terapia física, la actividad propia del enfermo, para fines curativos. Los objetivos profilácticos, terapéuticos y rehabilitadores son apoyos para el desarrollo, el mantenimiento y la recuperación de todas las funciones en el ámbito somático y psíquico o para el aprendizaje de funcionamientos alternativos para las disfunciones que no sean recuperables.

Un requisito obligatorio previo para el tratamiento es el diagnóstico en fisioterapia, que depende tanto de la enfermedad como del paciente. Los procedimientos propuestos son técnicas fisioterapéuticas especiales para los enfermos, formas dosificadas de los ejercicios deportivos y gimnásticos para personas sanas, y series de movimientos que se desarrollan durante un día normal. Se han tomado los principios de aprendizaje, ejercicio y entrenamiento del desarrollo corporal, deporte y medicina deportiva buscando un incremento progresivo del rendimiento sin perjuicio físico (Ehrenberg, sf).

## Rehabilitación

La medicina de rehabilitación pretende mejorar el nivel funcional de un individuo a través del diagnóstico y tratamiento médico de sus problemas de salud. La rehabilitación física y funcional es un proceso puesto en marcha para las personas y su entorno cercano que presentan deficiencias e incapacidades, sean temporales o permanentes con el fin de restablecer o compensar la pérdida funcional para un funcionamiento óptimo en interacción con el entorno, y de prevenir o disminuir el deterioro funcional. Para hacerlo, a la persona se le proponen ejercicios, se le dan consejos y medidas educativas, se proponen ayudas técnicas y se realizan adaptaciones del entorno (Renard, Urseau, 2013).

## Instituto Mexicano del Seguro Social

En el Instituto Mexicano del Seguro Social se atienden alrededor de 600 pacientes y se otorgan seis mil terapias al mes, relacionadas con las especialidades de traumatología, ortopedia, neurocirugía y pediatría, entre otras.

En un 90 y 80 por ciento, el personal y el equipo de esa unidad conocida como de "la esperanza", reinserta a las personas a sus actividades laborales y cotidianas, después de haber acudido a las diversas terapias y servicios de rehabilitación, producto de accidentes y enfermedades discapacitantes, entre otras causas.

El aspecto físico de los pacientes, sino el emocional, a través de especialistas en psicología, puesto que las afectaciones emocionales también van aparejadas con la inmovilidad de los miembros y el impedimento en el desplazamiento de una persona. En el área de simulación laboral, el moderno equipo computarizado, simula las actividades laborales o cotidianas de un paciente para evaluar sus capacidades motoras y proceder a las acciones de rehabilitación (Martínez, 2017).

## Cuestionario SF 36 Calidad de Vida.

El cuestionario de salud SF-36 fue desarrollado a principios de los noventa, en Estados Unidos, para su uso en el Estudio de los Resultados Médicos. Es una escala genérica que proporciona un perfil del estado de salud y es aplicable tanto a los pacientes como a la población general. Ha resultado útil para evaluar la calidad de vida relacionada con la salud (CVRS) en la población general y en subgrupos específicos, comparar la carga de muy diversas enfermedades, detectar los beneficios en la salud producidos por un amplio rango de tratamientos diferentes y valorar el estado de salud de pacientes individuales. Sus buenas propiedades psicométricas, que han sido evaluadas en más de 400 artículos, y la multitud de estudios ya realizados, que permiten la comparación de resultados, lo convierten en uno de los instrumentos con mayor potencial en el campo de la CVRS (Vilagut et al, 2005).

## Objetivos

Evaluar la calidad de vida en pacientes que reciben rehabilitación en una institución pública.

## Metodología

Investigación con enfoque cuantitativo, descriptivo observacional, de cohorte transversal, se utilizó el instrumento de SF36 el cual mide la calidad de vida, este instrumento esta conformado por las siguientes dimensiones: 1 Función física, 2 Rolo físico, 3 Dolor corporal, 4 Salud General, 5 Vitalidad, 6 Función social, 7 Rol emocional, 8 Salud mental y Transición de salud. Con 36 ítems, utilizando diferentes opciones de respuesta. El cuestionario fue aplicado a una muestra no probabilística a 30 pacientes que reciben fisioterapia y rehabilitación del Instituto Mexicano del Seguro Social, dicho instrumento se validó mediante Alpha de Cronbach y método de mitades Guttman. Para el análisis estadístico se utilizó el Paquete estadístico SPSS (versión 23). Donde se aplicó estadística descriptiva (frecuencias y porcentajes).

## 3 Resultados y Conclusiones.

Respecto al cuestionario que se aplicó a los derechohabientes que reciben fisioterapia y rehabilitación del Hospital General Regional No 1 Charo, se describen las variables sociodemográficas a continuación: De los treinta pacientes encuestados el 80.0% (24) corresponden al género femenino y con un 20.0% (6) masculino. Respecto a la ocupación del paciente, ama de casa con un 70.0% (21), jubilado 20.0% (6) y trabajador con el 10.0% (3). En el grado académico concluido los que tienen hasta primaria fue de un 36.7% (11), secundaria 10.0% (3), bachillerato 33.3% (10) y licenciatura con un 20.0% (6).

Respecto al diagnóstico de los pacientes encuestados los que presentaban fractura posterior al evento, fueron del 36.7% (11), túnel de carpo 13.3% (4) y otro tipo de diagnóstico con el 50.0%

(15). Respecto a si presento dolor en alguna parte del cuerpo los pacientes con mayor síntoma fueron del 40% (12), mientras que los demás se ubicaban entre poco y muy poco. De acuerdo a otro reactivo del cuestionario si considera que su salud es excelente, de los treinta pacientes encuestados con un 33.3% (10) contestaron que es totalmente falso, el 56.7% (17) bastante falsa y con el 10.0% (3) mencionaron totalmente falso que su salud es excelente.

En el reactivo, hasta qué punto su salud física o los problemas emocionales han dificultado sus actividades sociales habituales con la familia, los amigos, vecinos u otras personas, los pacientes manifestaron con un 53.3% (16) nada, ningún tipo de problema, con un 13.3% (4) regularmente presentaron algunos problemas el 23.3% (7) bastante y con un 10.0% (3) mucho. En el reactivo su salud actual le limita para realizar esfuerzos los pacientes contestaron con un 66.7% (20) si me limita poco, con el 23.3% (7) si me limita mucho y finalmente con un 10% (3) no me limita nada. De acuerdo a otros reactivos del cuestionario:

Tabla 1. Reactivos (Álvarez, 2017)

En general su salud es:			Su salud actual le limita para bañarse o vestirse por sí mismo.		
	f	%		f	%
Buena	9	30	Si me limita mucho	7	23.3
Regular	21	70	Si me limita un poco	14	46.7
	30	100.0	No, no me limita nada	9	30.0
Total			Total	30	100.0

Fuente: Elaboración propia con datos de Álvarez, Marín y Cano (2017)

Tabla 2. Reactivos (Álvarez, 2017)

Tuvo dolor en alguna parte del cuerpo durante las últimas cuatro semanas.		
	F	%

No ninguno	3	10.0
	4	13.3
Sí, pero muy poco	11	
	12	36.7
Si un poco		40.0
	<b>30</b>	
Si mucho		100.0
Total		

Fuente: Elaboración propia con datos de Álvarez, Marín y Cano (2017)

Respecto a la fiabilidad del cuestionario SF36 calidad de vida se validó mediante el Alpha de Cronbach con .767 integrado por los ocho dominios incluyendo los 36 reactivos, posteriormente se reconfirmo por el método de mitades de Guttman .916 lo cual indica que es altamente confiable para su aplicación y se describe en la tabla 3.

Tabla 3. Reactivos (Álvarez, 2017).

Fiabilidad SF-36 Calidad de Vida			
Dominios	No Elementos	Alpha de Cronbach	Mitades Guttman
1 Función física	30	.767	.916
2 Rol físico			
3 Dolor corporal			
4 Salud General			
5 Vitalidad			
6 Función social			
7 Rol emocional			

## 8 Salud mental y Transición

Fuente: Elaboración propia con datos de Álvarez, Marín y Cano (2017).

Respecto a los pacientes encuestados mencionan que la parte del cuerpo afectada si les impide realizar sus actividades cotidianas, así mismo expresaron que su calidad de vida es regular ya que su salud actual comparada de hace un año se ha deteriorado sin embargo se sienten satisfechos con el tipo de rehabilitación que han recibido por parte de la institución a donde acuden para mejorar su calidad de vida y regresar a sus actividades.

#### 4 Referencias

Bergner, M., Bobbitt, R., & Carter, W., Gilson BS. (1981). The Sickness Impact Profile: development and final revision of a health status measure. *Med Care*, 19 (8), 787-805.

United Nations Educational Scientific and Cultural Organization (2004). Education for all the quality imperative. Paris, Francia: Graphoprint.

Ehrenberg, H., Haeusermann, U. (2003). Fundamentos de la Fisioterapia. En Hüter-Becker, A., Shewe, H., & Kirchener, P., Fisioterapia. Descripción de las técnicas y tratamiento. pp. 13-92. España: Editorial Paidotribo.

Fernández, J.A, Fernández, M., & Cieza, A. (2010). Los conceptos de calidad de vida, salud y bienestar analizados desde la perspectiva de la Clasificación Internacional del Funcionamiento (CIF). *Rev Esp Salud Publica*, 84, 2, 169-184. Recuperado de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272010000200005&script=sci\\_abstract](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272010000200005&script=sci_abstract)

Martínez, I. (2017). Unidad de Medicina Física y Rehabilitación del IMSS inicia operaciones en el HGR no. 1. IM Noticias. Recuperado de <http://ignaciomartinez.com.mx/articulo/unidad-de-medicina-fisica-y-rehabilitacion-del-9621>

OMS. (2017). Informe calidad de vida. México. DF. Recuperado de <https://www.consumoteca.com/bienestar-y-salud/vida-sana/calidad-de-vida/>

Renard, P., & Urseau, I. (2013). La rehabilitation física y funcional. Lyon, Francia: Handicap International.

Vilagut, G., Ferrer, M., Rajmil, L., Rebollo, P., Permanyer, G., Quintana, J.M., Santed, R., Valderas, J.M., Ribera, A., Domingo, A., & Alonso, J. (2005). El Cuestionario de Salud SF-36 español: una década de experiencia y nuevos desarrollos. *Gaceta Sanitaria*, 19, 2, 135-150.



## CONOCIMIENTO DE LOS ESTUDIANTES DE ENFERMERÍA SOBRE LA CONTENCIÓN MECÁNICA

González, G<sup>1</sup> graciela.gonzalezvillegas@gmail.com, Álvarez, CG<sup>2</sup> klaus\_3@hotmail.com, Ruiz, MJ<sup>2</sup> violetarr05@gmail.com, Huerta, MI<sup>2</sup> efetakumi@gmail.com, Alcantar, MLA<sup>2</sup> lily.alcantar@yahoo.com, Uribe, O<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Hospital Psiquiátrico “Dr. José Torres Orozco” Secretaría de Salud, Morelia Michoacán, México.

<sup>2</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

<sup>3</sup> Hospital Psiquiátrico “Dr. José Torres Orozco” Secretaría de Salud, Morelia Michoacán, México.

**Resumen.** La contención mecánica se entiende como los métodos extraordinarios con finalidad terapéutica que resultan tolerables ante situaciones de emergencia que comporten una amenaza urgente o inmediata para la vida y/o integridad física del propio paciente o de terceros y que no pueden conjurarse por otros medios terapéuticos. Los estudiantes de enfermería deben desarrollar habilidades y conocimientos para participar en la aplicación de esta medida terapéutica sin poner en riesgo la integridad de los pacientes. **Objetivo:** analizar el nivel de conocimientos sobre la contención mecánica del paciente con enfermedad mental en estudiantes de enfermería. **Material y métodos.** Estudio descriptivo y transversal, muestreo no probabilístico por conveniencia de 78 estudiantes de Licenciatura de Enfermería; se utilizó el instrumento Contención Mecánica con 31 ítems con una escala tipo Likert donde uno era siempre y cinco nunca y a menor puntaje es mayor el conocimiento; se utilizó estadística descriptiva con programa SPSS v22. **Resultados:** De 78 estudiantes encuestados, 74.4% son de sexo femenino, 79.5% son casados, 64.1% trabajan y estudian, 89.7% son católicos y el 87.2% realizó la práctica clínica en el Hospital Psiquiátrico. El nivel de conocimiento de los estudiantes sobre contención mecánica es bueno en la escala total (66.7%) y en las dimensiones Seguridad del paciente (74.4%) e Indicaciones para la contención mecánica (83.3%); y resultó excelente en las dimensiones Alternativa previa a la contención mecánica (82.1%) y Cuidados de enfermería (83.3%). **Conclusiones:** El conocimiento que tiene el estudiante de enfermería acerca de la contención mecánica en pacientes con enfermedad mental, garantiza la seguridad en este procedimiento para una práctica clínica de enfermería libre de daños evitables.

**Palabras clave:** Conocimiento, contención mecánica, apoyo psicológico, estudiantes.

### Introducción

Los trastornos mentales continúan aumentando en el mundo, y de acuerdo a datos de la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2009), la cantidad estimada de personas en 2001 que padecían enfermedades neuropsiquiátricas era de alrededor de 450 millones y se estima que más del 25% de la población de países desarrollados y en desarrollo padecen uno o más trastornos mentales o del comportamiento a lo largo de su vida.

México no es la excepción, y uno de cada cuatro mexicanos entre 18 y 65 años ha padecido en algún momento de su vida un trastorno mental, pero solo uno de cada cinco de los que lo padecen recibe tratamiento (Secretaría de Salud, 2014). Cuando esto sucede, el 50% de los pacientes que

reciben atención lo hacen en un hospital psiquiátrico y es internado un paciente de cada 1.7 que es atendido en un servicio ambulatorio.

El Informe sobre Sistema de Salud Mental en México de la OMS (Organización Panamericana de la Salud, 2011), señaló que los diagnósticos más frecuentes fueron los trastornos afectivos (27%), esquizofrenia (24%) y padecimientos, como trastornos orgánicos o epilepsia (16%). Se estima que, en promedio, los pacientes pasaron 24 días hospitalizados; el 58% permanecieron menos de un año; 4% entre uno y cuatro años, 7%, entre 5 y 10 años y 31% más de 10 años.

De acuerdo con este informe, el 16% de los internamientos psiquiátricos en México realizados en hospitales generales fueron involuntarios y esta cifra se elevó hasta 67% en el caso de ingresos a hospitales psiquiátricos, debido a que las personas llegan en un momento crítico de la enfermedad y no se encuentran en condiciones de autorizar el ingreso. Además, cuando los pacientes han sido ingresados en hospitales generales, entre el 2% y el 5% son restringidos o aislados, situación que se presenta en menos del 2% cuando ingresan a un hospital psiquiátrico (Organización Panamericana de la Salud, 2011).

A su ingreso, muchos pacientes pueden presentar agitación psicomotriz, es decir, un estado de hiperactividad motora que no constituye en sí misma una enfermedad sino una conducta que puede ser la manifestación de gran variedad de trastornos psiquiátricos (Carricaburu, 2015) y aunque no se dispone de datos exactos, estudios realizados muestran que el 10% de las personas que son ingresadas a un hospital psiquiátrico presentan conductas violentas hacia otros (Secker citado por Estévez, Basset, Guerrero, López y Leal, 2011). En el contexto español, el Hospital Psiquiátrico Román Alberca reportó 38 agresiones clasificados como actos de violencia física por parte de los usuarios sin intencionalidad y 27 con intencionalidad (Galián, Bernal, Díaz, Salesa y Martínez, 2011).

Esta agitación psicomotriz se caracteriza por un aumento significativo o inadecuado de la actividad motora, desde una mínima inquietud hasta movimientos descoordinados sin un fin determinado, con acompañamiento de alteraciones de la esfera emocional. El estado de ánimo del paciente agitado se puede manifestar como nervioso, eufórico, colérico, y son frecuentes las risas, el llanto y los gritos incontrolables (Fernández, Murcia, Sinisterra, Casal y Gómez, 2009).

Las causas de agitación pueden ser orgánicas o inorgánicas. En los pacientes con trastornos psiquiátricos, la agitación puede ser psicótica y no psicótica. Los primeros pueden ser causados por esquizofrenia y trastorno esquizoafectivo, trastornos bipolares con episodios maníacos y trastorno por ideas delirantes (paranoia). La agitación no psicótica es debida a crisis de angustia, crisis histérica, trastorno de personalidad y alteración de conducta en el retraso mental o demencia (Carricaburu, 2015; Fernández et al, 2009).

En el área psiquiátrica, la agitación psicomotriz se considera una urgencia debido a que, como ya se mencionó, en algunos casos puede dar lugar a agresiones, tanto para el propio individuo como para la familia y el profesional de salud (Estévez et al, 2011).

Para tratar la agitación psicomotriz, actualmente no existe un protocolo específico en México, aunque se observan medidas de seguridad generales y pautas establecidas con indicaciones que incluyen garantizar la seguridad del paciente, personal y familiares, la contención verbal o psíquica, la contención farmacológica y la contención física (Fernández et al, 2009). Otros autores consideran medidas de intervención como las siguientes: distracciones lúdicas, contención verbal, tranquilización con psicofármacos, aislamiento y contención mecánica (Galián et al, 2011). La Unidad de Salud Mental de Chile (Ministerio de Salud de Chile, 2003) define cuatro formas de lograr una adecuada contención en psiquiatría: contención emocional, contención ambiental, contención farmacológica y contención mecánica o física).

Como puede observarse, la contención física o mecánica es el último recurso terapéutico que se emplea en casos extremos en los que la conducta del paciente supone un grave riesgo para él, su familia y el personal de salud y sólo se aplica una vez que las medidas mencionadas no hayan tenido ningún efecto (Rodríguez, Alarcón, Ruiz y Pérez, 2015).

Esto es así, porque hacerlo supone un enfrentamiento entre los principios de autonomía (limitación del paciente en contra de su voluntad) y de beneficencia (deseo bienintencionado de salud de protección al paciente, a su entorno y autoprotección física y legal del personal cuando la propia seguridad está comprometida) que el profesional de salud mantiene en su práctica profesional (Rodríguez et al, 2015).

Históricamente, en 1950 se utilizaron las primeras contenciones en 1300 pacientes psiquiátricos, usando camisas de fuerza u otro dispositivo de restricción y que en el 1987 en EEUU fue aprobada la *Omnibus Budget Reconciliation Act*, una ley federal que provocó la mayor reforma legal en la práctica de curas y donde se regulaba el uso de la restricción física (Sastre y Campaña, 2014),

La contención mecánica presenta diferentes significados en función del ámbito de quien la aplica, el por qué y el sujeto que la recibe; sin embargo, no debe perderse de vista la importancia del marco legal y ético que la sustenta. Sastre y Campaña (2014) señalan que “es una terapia realizada por enfermería y pautada por el médico que implica una movilización de una o parte total del cuerpo del paciente en contra de su voluntad”.

Para otros autores, la contención mecánica consiste en la limitación y/o privación de la posibilidad de movimiento y/o desplazamiento físico de la persona afectada, con técnicas especiales o con elementos mecánicos (Ministerio de Salud de Chile, 2003).

De acuerdo a la OMS (1989), la contención mecánica es considerada un “método extraordinario con finalidad terapéutica, que, según todas las declaraciones sobre los derechos humanos referentes a psiquiatría, sólo resultarán tolerables ante aquellas situaciones de emergencia que comporten una amenaza urgente o inmediata para la vida y/o integridad física del propio paciente o de terceros, y que no puedan conjurarse por otros medios terapéuticos”.

Existen complicaciones de la contención mecánica que pueden deberse a factores relacionados con inmovilidad o resistencia a las sujeciones, como, por ejemplo, úlceras por presión, isquemia

periférica, luxaciones, fracturas, tromboembolismos, broncoaspiración, insuficiencia respiratoria, lesión cutánea por incontinencia urinaria o fecal si no se realiza el cuidado necesario oportunamente (Vázquez, Nava y García, 2013).

Es así que la contención mecánica es un procedimiento utilizado en el ámbito hospitalario por profesionales de enfermería, quienes lo consideran un procedimiento clínico usual utilizado como medida dirigida a restringir la movilidad en diferentes ámbitos sanitarios (Sastre y Campaña, 2014) y que ante un paciente agitado deben establecerse pautas de conducta que limiten el estado de agitación del paciente.

Debido a la importancia para la profesión, existe una intervención de enfermería en la *Nursing Interventions Classification* (NIC por sus siglas en inglés) denominada Contención Mecánica que se define como el uso de procedimientos físicos o mecánicos dirigidos a limitar los movimientos de parte o de todo el cuerpo de un paciente, a fin de controlar su actividad motora y protegerlo de las lesiones que pudiera infringirse a sí mismo, a otros o al entorno, cuando el resto de medidas no hayan sido efectivas (Bulechek, Butcher y McCloskey, 2009).

Y a pesar de que la contención mecánica es un procedimiento aceptado en la profesión, su práctica trae secuelas en la confianza de las personas involucradas en los casos en los que se practica, tales como personal de salud, usuarios, familias y personal de seguridad (Ministerio de Salud de Chile, 2003), por lo que existe la necesidad de crear un procedimiento estándar para sujetar al paciente con agitación psicomotriz, que preserve sus derechos fundamentales y a la vez garantice su integridad física y moral, lo que hace imprescindible el planteamiento de estándares en indicadores que sean capaces de evaluar el procedimiento en cuestión (Estévez et al, 2010).

Por lo tanto, se requieren enfermeras con competencias en el cuidado de las personas con trastornos mentales que presentan agitación psicomotriz, tanto en el ámbito de atención primaria como en los hospitales generales y psiquiátricos. Resulta necesario una actitud científica de los profesionales de enfermería para abordar estos casos en su práctica clínica.

Caso especial que merecen los estudiantes de enfermería que acuden a la práctica clínica, quienes deben realizar la contención mecánica al paciente con enfermedad mental en agitación psicomotriz, sin que llegue a ser traumática y potencialmente lesiva tanto para el paciente como para ellos. Estudios como el realizado por Marqués (2007) muestran las respuestas personales experimentadas por las enfermeras que realizan la contención mecánica, que incluye sensaciones corporales y pensamientos. Marqués (2007) menciona que este proceso es automático, irracional e inmediato y durante el procedimiento el personal experimenta un “tono general bastante desagradable”; también se ha observado que los estudiantes viven esta experiencia de manera semejante al que viven los profesionales, quienes manifiestan “remordimientos provocados por el sentimiento de culpa” posterior a la intervención, aunque muchas veces es negado y se utiliza el auto-convencimiento porque “no disponer de otras herramientas tranquiliza el sentimiento desagradable generado por su uso”.

Ante estas repercusiones en enfermería, se considera importante evitar en lo posible que los estudiantes, como algunos profesionales de enfermería, consideren la contención mecánica como “un fracaso profesional” (Márquez, 2007) y se enfatice en todo momento que durante el procedimiento se respeten y defienden los derechos de los pacientes, su personalidad, dignidad humana e intimidad.

El primer paso para evitar en los estudiantes la percepción de maltrato durante la contención mecánica y el miedo y rechazo que genera al practicarse en contra de la voluntad de la persona (Sastre y Campaña, 2014), es la adquisición de conocimientos sobre el procedimiento.

A pesar de su importancia, existen pocos estudios que aborden este fenómeno, por lo que se considera necesario realizar un acercamiento a fin de identificar el nivel de conocimientos sobre la contención mecánica del paciente con enfermedad mental en los estudiantes de enfermería de la Facultad de Enfermería, dado que se encuentran en formación y serán los futuros responsables de esta intervención.

## Objetivos

Identificar el nivel de conocimientos sobre contención mecánica de paciente con enfermedad mental en estudiantes de enfermería.

## Material y métodos

Estudio descriptivo y transversal con muestreo no probabilístico a conveniencia de 30 estudiantes de Licenciatura en Enfermería de la Facultad de Enfermería de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, quienes cumplieron los siguientes criterios de selección: cursar la Unidad de Aprendizaje Cuidado en Psiquiatría del séptimo semestre de la carrera, haber realizado la práctica clínica en el hospital psiquiátrico, aceptar participar, firmar la hoja de consentimiento informado y contestar todas las preguntas de la Cédula de Colecta de datos. Se excluyeron a los estudiantes que no habían realizado la práctica clínica y que no cursaron la unidad de aprendizaje.

Para identificar el nivel de conocimientos sobre contención mecánica se elaboró un instrumento con 36 ítems que fue sometido a Validación de Contenido con el método de Lawshe modificado por Tristán (2008), solicitándose a 10 enfermeras especialistas en psiquiatría y con experiencia laboral de 10 años en promedio que asignaran una calificación a cada uno de los ítems considerando si la afirmación estaba o no relacionada de acuerdo con la siguiente escala: 0= definitivamente no está relacionado, 1=no relacionado, 2= no seguro de su relación, los reactivos requieren más revisión, 3= relacionado, pero es necesario realizar pequeñas modificaciones, y 4= extremadamente relacionado, sin alteración. Se obtuvo la consistencia interna del instrumento con el método de Alfa de Cronbach, con resultado de 0.70.

El instrumento final contempló 29 ítems agrupados en cuatro dimensiones: a) Alternativas previas a la contención mecánica (cuatro ítems), b) Seguridad para el paciente (7 ítems), c)

Cuidado de enfermería al paciente con contención mecánica (9 ítems) y d) Indicaciones para realizar contención mecánica (9 ítems) que utilizan una escala de respuesta que va de 1 = Siempre, 2 = casi siempre, 3 = algunas veces, 4 = casi nunca y 5 = nunca. Se considera que a menor puntaje es mayor el nivel de conocimientos. Además, se agregan dos ítems más: el primero solicita que ordenen por importancia el lugar de la contención mecánica; el segundo ítem pregunta el lugar de la contención mecánica y se contesta con opción dicotómica de sí y no.

Se realizó el análisis estadístico en el programa SPSS versión 22, utilizando estadística descriptiva mediante frecuencias y porcentajes. Los resultados se presentan en gráficas.

El estudio respetó lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación en Salud y se consideró de riesgo mínimo al aplicar encuestas de lápiz y papel a los participantes.

### Resultados y conclusiones

De los 78 estudiantes encuestados de la Facultad de Enfermería, el 79.5% son casados, el 74.4% corresponde al sexo femenino, el 64.1% trabajan, el 89.7% se refieren como católicos, el 87.2% realizó la práctica clínica en el Hospital Psiquiátrico al momento de ser entrevistados.

Respecto al tipo de contención mecánica más utilizado, el 51.3% de los participantes mencionaron a la contención de un punto (cintura y extremidades superiores), seguida de la contención de cuatro puntos (tórax, cintura, extremidades inferiores y superiores), en tanto que la menos utilizada es la contención de tres puntos (12.8%).

Los datos de la Tabla 1 muestran que el conocimiento de los estudiantes sobre la contención mecánica es bueno en la escala total y en las dimensiones Seguridad del paciente e Indicaciones para la contención mecánica; y fue excelente en las dimensiones Alternativa previa a la contención mecánica y en Cuidados de enfermería al paciente con contención mecánica.

Tabla 1. Nivel de conocimientos general y por dimensiones de la contención mecánica (Facultad de Enfermería, 2017)

Nivel de conocimientos de contención mecánica	<i>f</i>	%
Conocimiento general		
Excelente	26	33.3
Bueno	52	66.7
Regular	0	0

Dimensiones		
Alternativa previa a la contención mecánica		
Excelente	64	82.1
Bueno	11	14.1
Regular	3	3.8
Seguridad para el paciente		
Excelente	8	10.3
Bueno	58	74.4
Regular	12	15.4
Cuidados de enfermería		
Excelente	65	83.3
Bueno	13	16.7
Regular	0	0
Indicaciones para la contención mecánica		
Excelente	13	16.7
Bueno	65	83.3
Regular	0	0

Fuente: Elaboración propia con datos de González, Ruiz, Álvarez, Anguiano y Uribe (2017).

Los resultados obtenidos en esta muestra permitieron observar que los conocimientos generales y teóricos, se ubican en la escala de bueno y excelente, así mismo el conocimiento impartido en la Unidad de Aprendizaje Cuidado en Psiquiatría, son aprendidos por los estudiantes en clase y reafirmados durante la práctica clínica.

## Referencias



Bulecheck, G., Butcher, H., & McCloskey, J. (2009). *Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC)*. Barcelona, España: Elsevier.

Carricaburu, A. (2015). *Intervención enfermera, contención mecánica en la agitación psicomotriz* (Tesis de licenciatura, Universidad de La Rioja). Recuperada de [https://biblioteca.unirioja.es/tfe\\_e/TFE001088.pdf](https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE001088.pdf)

Estevez, R., Basset, I., Guerrero, G., Lopez, J., & Leal, M. (2011). La sujeción del paciente con agitación psicomotriz. *Enfermería neurológica*, 10, 32-38.

Fernández, V., Murcia, E., Sinisterra, J., Casal, C., & Gómez, M.C. (2009). Manejo inicial del paciente agitado. *Emergencias*, 21, 121-32.

Galián, I., Bernal, J., Díaz, C., Salesa, A.C., & Martínez, J. (2011). Protocolo de atención a pacientes con agitación y/o heteroagresividad. Consejería de Sanidad de Murcia. Recuperado de [https://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/270474-pacientes\\_agitacion.pdf](https://www.murciasalud.es/recursos/ficheros/270474-pacientes_agitacion.pdf)

Marqués, F. (2007). La vivencia de la sujeción mecánica experimentada por el personal de enfermería de una unidad de psiquiatría infanto-juvenil. *Índex Enferm*, 16 (58), 1-11.

Ministerio de Salud de Chile, Departamento de Salud de las personas, Unidad de Salud Mental (2003). Norma General Técnica sobre Contención en Psiquiatría. Recuperado de <http://web.minsal.cl/portal/url/item/71e5abf67b3f5395e04001011f017d2e.pdf>

Organización Panamericana de la Salud (2009). Epidemiología de los trastornos mentales en América Latina y el Caribe. Washington, D.C.: OPS/OMS.

Organización Panamericana de la Salud (2011). *IESM-OMS Informe sobre Sistema de Salud Mental en México*. México, D.F.: OPS/OMS.

Rodríguez, M.L., Alarcón, N., Ruiz, J., & Pérez, M.D. (2012). *Inmovilización de pacientes y sujeción mecánica. Protocolo consensuado. Revisión 2015*. Complejo Hospitalario Universitario de Albacete. Recuperado de <http://www.chospab.es/publicaciones/protocolosEnfermeria/documentos/17023d3b07b13ecbc6f578cb43bfa788.pdf>

Sastre, M., & Campaña, F. (2014). Contención mecánica: definición conceptual. *ENE*, 8(1), 1-13. doi: <http://10.0.16.225/S1988-348X20140001000077>

Secretaría de Salud. (2014). *Programa de Acción Específico Salud Mental 2013-2018*. México, D.F: Secretaría de salud.

Tristán, A. (2008). Modificación al Modelo de *Lawshe* para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en Medición*, 6, 37-48. Recuperado de [http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/8413/8574/6036/Articulo4\\_Indice\\_de\\_validez\\_de\\_contenido\\_37-48.pdf](http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/8413/8574/6036/Articulo4_Indice_de_validez_de_contenido_37-48.pdf)



Vázquez, R.P., Nava, M.G., & García, M. (2013). Intervención educativa a familiares sobre contención física en enfermos neurológicos, neuroquirúrgicos y neuropsiquiátricos. *Enf Neurol*, 12(1), 17-23.

## DISCAPACIDADES QUE LIMITAN LA INDEPENDENCIA DEL ADULTO MAYOR E INTERVENCIÓN DE ENFERMERÍA EN LA REHABILITACIÓN

Ma. Martha Marín Laredo, marthita\_marín@yahoo.com.mx, Josefina Valenzuela Gandarilla, josefina\_vgandarilla@yahoo.com.mx, Claudia Guadalupe Álvarez Huante, klaus\_3@hotmail.com., Cirila Dimas Palacios. ciri\_2783@hotmail.com  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Resumen.** Actualmente la mayor parte de la población tiene una esperanza de vida igual o superior a los 60 años. Para 2050, se espera que la población mundial en esa franja de edad llegue a los 2000 millones, un aumento de 900 millones con respecto a 2015. Para 2050, un 80% de todas las personas mayores vivirá en países de ingresos bajos y medianos. (Organización Mundial de la Salud, 2015, p. s.p.). Poco más de cinco millones de adultos mayores mexicanos (AMM) presentan alguna forma de discapacidad; entre ellos, más de 500 mil viven en situación de dependencia. (Instituto Nacional de Salud Pública., 2012, pág. s.p.). **Objetivo.** Analizar la participación de los profesionales de enfermería en la rehabilitación de los adultos mayores que presentan discapacidad e independencia para realizar las actividades de la vida cotidiana. **Metodología.** Se realizó revisión documental en base de datos de CUIDENplus, WEB OF SCIENCE SCOPUS, ENFISPO y DOAJ y la NIC 6ª. edición (Bulechet, Butcher, Dochterman, & Wagner, 2014). **Resultados.** Poco más de cinco millones de adultos mayores mexicanos (AMM) presentan alguna forma de discapacidad; entre ellos, más de 500 mil viven en situación de dependencia. **Conclusiones.** Las estadísticas actuales evidencian un notable incremento de adultos mayores a nivel mundial y nacional, por lo cual se requiere de manera urgente profesionales de la salud, en este caso enfermeras (os) que respondan a las necesidades de salud de este grupo etario.

**Palabras clave:** envejecimiento, dependencia, alteraciones sistémicas

### 1. Introducción

Desde un punto de vista biológico, el envejecimiento es la consecuencia de la acumulación de una gran variedad de daños moleculares y celulares a lo largo del tiempo, lo que lleva a un descenso gradual de las capacidades físicas y mentales, un aumento del riesgo de enfermedad, y finalmente a la muerte. Ahora bien, esos cambios no son lineales ni uniformes, y su vinculación con la edad de una persona en años es más bien relativa. Si bien algunos septuagenarios disfrutan de una excelente salud y se desenvuelven perfectamente, otros son frágiles y necesitan ayuda considerable.

Además de los cambios biológicos, el envejecimiento también está asociado con otras transiciones de la vida como la jubilación, el traslado a viviendas más apropiadas, y la muerte de amigos y pareja. En la formulación de una respuesta de salud pública al envejecimiento, es importante tener en cuenta no solo los elementos que amortiguan las pérdidas asociadas con la vejez, sino también los que pueden reforzar la recuperación, la adaptación y el crecimiento psicosocial. (Organización Mundial de la Salud, 2017, p. s.p.). Discapacidad es un término general que abarca las deficiencias, las limitaciones de la actividad y las restricciones de la participación. Las deficiencias son problemas que afectan a una estructura o función corporal; las limitaciones de la actividad son dificultades para ejecutar acciones o tareas, y las restricciones de la participación son problemas para participar en situaciones vitales. (Organización Mundial de la Salud, 2017, p. s.p.) Los profesionales de enfermería tienen las competencias (conocimientos, habilidades y valores) para apoyar al adulto mayor y su familia, mediante intervenciones que contribuyan a su bienestar, nutrición, función circulatoria, hidratación, continencia, funcionalidad, independencia, función sensorial y cognitiva entre otros. (Organización Panamericana de la Salud, 2013).

## 2. Objetivo

Analizar la participación de los profesionales de enfermería en la rehabilitación de los adultos mayores que presentan discapacidad e independencia para realizar las actividades de la vida cotidiana.

## 3. Metodología

Se consultaron las bases de datos de CUIDENplus, WEB OF SCIENCE, SCOPUS, ENFISPO y DOAJ y se revisó la Clasificación de Intervenciones de Enfermería (NIC) 6ª. edición. La NIC es un lenguaje normalizado exhaustivo para describirlos tratamientos que realizan los profesionales de enfermería.

## 4. Panorama del adulto mayor e intervenciones de enfermería

### 4.1. Demografía del adulto mayor a nivel mundial

Hoy en día, hay 125 millones de personas con 80 años o más años. Para 2050, habrá un número casi igual de personas en este grupo de edad (120 millones) solamente en China, y 434 millones de personas en todo el mundo. Debido al aumento de la esperanza de vida y a la disminución de la tasa de fecundidad, la proporción de personas mayores de 60 años está aumentando más rápidamente que cualquier otro grupo de edad en casi todos los países. Actualmente, por primera vez en la historia, la mayor parte de la población tiene una esperanza de vida igual o superior a los 60 años. Para 2050, se espera que la población mundial en esa franja de edad llegue a los 2000 millones, un aumento de 900 millones con respecto a 2015. Para 2050, un 80% de todas las

personas mayores vivirá en países de ingresos bajos y medianos. (Organización Mundial de la Salud, 2015, p. s.p.).

Las Américas es una de las regiones del mundo más envejecida. En 2006, había 50 millones de adultos mayores, cifra que se estima duplicará para 2025, y volverá a hacerlo para 2050, cuando una de cada 4 personas tendrá más de 60 años (en el mundo, serán 1 de cada 5). Además, las personas están viviendo más años de vida. Actualmente, una persona de 60 años puede esperar vivir hasta los 81, es decir 21 años más. En las últimas cinco décadas, se ganaron en promedio más de 20 años. En las Américas, más del 80% de las personas que nazcan hoy vivirán 60 años, y 42% de ellos pasarán los 80. En 2025, habrá aproximadamente 15 millones de personas de más de 80 años en la región. (OMS-OPS, 2015, p. s.p.).

#### 4.2. Transición demográfica de México

La vida media de los mexicanos se duplicó durante la segunda mitad del siglo XX, al pasar de 36 años en 1950 a 74 años en 2000. Se espera que en las próximas décadas continúe su incremento hasta alcanzar 80 años en 2050, un nivel similar al de Japón, el país que actualmente tiene la mayor esperanza de vida en el mundo. Como ocurre en casi todos los países del mundo, las mujeres mexicanas tienden a vivir más que los hombres. Se estima que la esperanza de vida de las mujeres en 2005 ascienda a 77.9 años y la de los hombres a 73.0 años, cifras que se incrementarán a 83.6 y 79.0 años, respectivamente, en 2050. (Instituto Nacional de Salud Pública., 2012, pág. s.p.). En 2000 la proporción de adultos mayores fue de alrededor de 7.0 %. Se estima que este porcentaje se incremente a 12.5% en 2020 y a 28.0 % en 2050. En 2000 había 20.5 adultos por cada 100 niños; este índice se incrementará paulatinamente en el presente siglo. Se espera que el número de adultos mayores sea igual al de niños alrededor de 2034 y que el índice alcance una razón de 166.5 adultos mayores por cada 100 niños en 2050. (Instituto Nacional de Salud Pública., 2012, pág. s.p.)

Las entidades que presentan mayor avance del envejecimiento en el 2000 son el Distrito Federal, Zacatecas, Oaxaca, Nayarit, Yucatán, Michoacán, Veracruz y San Luis Potosí. La prevalencia de la discapacidad se incrementa gradualmente a partir de los 45 años de edad tanto en hombres como en mujeres, pero alcanza niveles sustanciales a partir de los 70 años de edad, cuando los riesgos de experimentar deterioro funcional asociado a la incapacidad para realizar de forma autónoma actividades de la vida diaria son mayores. En la medida en que avance el proceso de envejecimiento, la proporción de individuos en los grupos etarios de mayor riesgo se incrementará, por lo que es previsible que también lo haga la prevalencia de la discapacidad. Poco más de cinco millones de adultos mayores mexicanos (AMM) presentan alguna forma de discapacidad; entre ellos, más de 500 mil viven en situación de dependencia. (Instituto Nacional de Salud Pública., 2012, pág. s.p.) El tipo de discapacidad predominante entre los adultos mayores es la motriz, que afecta a 56.0 % de los hombres y 62.0 % de las mujeres. Le siguen la discapacidad visual (33% y 32%, respectivamente) y la auditiva (27% y 19%, respectivamente). (Consejo Nacional de Población., s.f.).

#### 4.3. Cambios en aparatos y sistemas debido al envejecimiento.

El envejecimiento produce alteraciones sistémicas cuando la mayoría de los órganos y tejidos van disminuyendo su actividad. Estas modificaciones comprenden la reducción de la flexibilidad de los tejidos, la pérdida de células nerviosas, el endurecimiento de los vasos sanguíneos y la disminución general del tono corporal. Diversas causas se han asociado a este deterioro; entre ellas se encuentran las de índole genética, los cambios en la actividad metabólica celular o en los procesos bioquímicos, las alteraciones hormonales y las condiciones ambientales. (Tabla No. 1)

Tabla No. 1. Cambios en aparatos y sistemas del adulto mayor

Sistema/aparato	Cambios
<b>Nervioso</b>	Disminución del impulso nervioso, los reflejos y la memoria, así como una creciente dificultad para el aprendizaje, alteraciones hipotálamicas también se ven reflejadas en otras funciones como la termorregulación, el control de la presión arterial y la sed. El anciano presenta un mayor riesgo de desarrollar hipotermia, trastornos electrolíticos e hipertensión arterial.
<b>Musculo esquelético</b>	Progresivo debilitamiento, resultado de la pérdida de masa muscular que lleva al organismo a la degeneración en los cartílagos y ligamentos, y a la falta de flexibilidad y elasticidad muscular.
<b>Óseo</b>	Disminuye el contenido mineral y la masa ósea porque con la edad tiene lugar un descenso en la ingesta de calcio y una reducción en su absorción. Este defecto absoritivo es consecuencia de un déficit de vitamina D. Por ello el envejecimiento

	implica un mayor riesgo de sufrir fracturas osteoporóticas.
<b>Digestivo y Urinario</b>	<p>Incorporación no adecuada de los nutrimentos en la ingestión (falta de dientes), dificultad para la digestión y la absorción, así como la excreción de los desechos.</p> <p>En el aparato genitourinario se reduce la función de excreción renal, lo cual no permite la adecuada eliminación de toxinas.</p>

Fuente: (Velázquez, Prieto , & Contreras, 2004)

#### 4.4. Discapacidad y dependencia de adultos mayores mexicanos

La Encuesta Nacional de Salud 2012 (ENSANUT 2012) reportó que poco más de cinco millones de adultos mayores mexicanos (AMM) presentan alguna forma de discapacidad; entre ellos, más de 500 mil viven en situación de dependencia. En los próximos años, el reto será progresivamente mayor, ya que este número será creciente en paralelo al envejecimiento poblacional y la presencia de enfermedades crónicas, así como de lesiones, en particular las asociadas a las caídas. Estos son algunos de los hallazgos principales. Las personas con discapacidad están expuestas a: desenlaces desfavorables, una menor participación económica y mayor empobrecimiento. En parte ello obedece a los obstáculos que dificultan el acceso a los servicios de la salud, pero también a la educación, el empleo, el transporte, o la información (OMS- Banco Mundial, 2011). La discapacidad es un problema de salud pública entre los AMM; casi la mitad de ellos (47.8%), lo cual representa más de 5.1 millones de ancianos, que sufren de alguna forma de discapacidad. cifra semejante al 46% reportado por la OMS para AM en países de bajos ingresos (46%). El 6.8% de los AM evaluados en la Encuesta Nacional de Salud 2012, reportó tener alguna limitación para realizar actividades de autocuidado como: caminar, vestirse, levantarse de la cama o bañarse y el porcentaje más alto se encontró entre los sujetos de 80 años y más (47.6%). Lo cual determina que al menos uno de cada cuatro AMM requiere de ayuda para realizar las actividades de la vida diaria. (Instituto Nacional de Salud Pública, 2012, p. s.p.). Ante este

panorama nos preguntamos ¿Cual es la participación de los profesionales de enfermería en la rehabilitación del adulto mayor dependiente?

#### 5. Intervenciones de los profesionales de enfermería en la rehabilitación del adulto mayor.

La rehabilitación abarca un amplio abanico de actividades, como atención médica de rehabilitación, fisioterapia, psicoterapia, terapia del lenguaje, terapia ocupacional y servicios de apoyo. (Organización Mundial de la Salud, 2017, pág. s.p.). En este apartado se utilizó la metodología de enfermería para formular algunas de las intervenciones de enfermería al adulto mayor con alguna discapacidad, tomando como referencia la NIC 6ª. Edición (Tabla No. 2).

Tabla No. 2. Intervenciones de enfermería en la rehabilitación del adulto mayor por aparatos y sistemas

Sistema/aparato	Intervenciones de Enfermería	Definición	Actividades
Nervioso	Terapia de validación	Utilización de un método de comunicación terapéutica con ancianos con demencia que se centre en el contenido emocional más que en el contenido concreto.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar la fase de deterioro cognitivo del paciente.</li> <li>2. Escuchar con empatía</li> <li>3. Relacionar la conducta con necesidades como amor, seguridad, actividad y utilidad.</li> </ol>
	Terapia de reminiscencia	Utilización del recuerdo de sucesos, sentimientos y pensamientos pasados para facilitar el placer, la calidad de vida o la adaptación a las circunstancias actuales.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Elegir un ambiente comodo.</li> <li>2. Determinar qué método de reminiscencia ( autobiografía grabada, periódico, revisión estructurada de la vida, álbum de recortes, discusión abierta, narración de historias) es más eficaz.</li> <li>3. Fomentar la expresión verbal de sentimientos, tanto positivos como negativos, de los sucesos pasados.</li> </ol>

Óseo	Prevención de caídas	Establecer precauciones especiales en pacientes con alto riesgo de lesiones por caídas.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificar déficits cognitivos o físicos del paciente que puedan aumentar la posibilidad de caídas en un ambiente dado.</li> <li>2. Enseñar al paciente cómo caer para minimizar el riesgo de lesiones.</li> <li>3. Colocar señales recordatorias para que el paciente solicite ayuda para salir de la cama, según corresponda.</li> </ol>
	Terapia de ejercicios: movilidad articular	Realizar movimientos activos o pasivos para mantener o restablecer la flexibilidad articular.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Determinar las limitaciones del movimiento articular y su efecto sobre la función.</li> <li>2. Colaborar con fisioterapia en el desarrollo y ejecución de un programa de ejercicios.</li> <li>3. Poner en marcha medidas de control del dolor antes de comenzar el ejercicio de las articulaciones.</li> </ol>



Digestivo y urinario	Manejo del estreñimiento/impactación fecal	Prevención y alivio del estreñimiento/impactación fecal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vigilar signos y síntomas de estreñimiento.</li> <li>2. Identificar los factores (medicamentos, reposo en cama y dieta) que puedan ser la causa del estreñimiento o que contribuyan al mismo.</li> </ol>
	Cuidados de la incontinencia urinaria	Ayudar a fomentar la continencia y mantener la integridad de la piel perineal.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Monitorizar la eliminación urinaria incluyendo la frecuencia, consistencia, olor, volumen y color.</li> <li>2. Limitar los líquidos dos o tres horas antes de irse a la cama, según corresponda.</li> </ol>

Fuente: (Bulechet, Butcher, Dochterman, & Wagner, 2014)

## 6. Conclusiones

El panorama demográfico muestra el incremento notable de adultos mayores que se tendrá en los próximos años y la discapacidad será un motivo de preocupación aún mayor, ya que su prevalencia está aumentando. Ello se debe a que la población está envejeciendo y el riesgo de discapacidad es superior entre los adultos mayores, y también al aumento a nivel nacional de enfermedades crónicas tales como la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, el cáncer y los trastornos de la salud mental. De aquí, la necesidad de que los profesionales de enfermería conozcan las patologías que padecen los adultos mayores para intervenir con oportunidad en la prevención, tratamiento y rehabilitación a través intervenciones de enfermería de calidad.

## 7. Referencias

- Consejo Nacional de Población. (s.f). Recuperado el 09 de 10 de 2017, de [www.marista.edu.mx/documents/download/36/transicion-demografica-en-mexico](http://www.marista.edu.mx/documents/download/36/transicion-demografica-en-mexico): [www.marista.edu.mx/documents/download/36/transicion-demografica-en-mexico](http://www.marista.edu.mx/documents/download/36/transicion-demografica-en-mexico)
- Bulechet, G., Butcher, H., Dochterman, J., & Wagner, C. (2014). *Clasificación de Intervenciones de Enfermería*. (6a.Edición ed.). (Elsevier, Ed.) Barcelona, España: Elsevier. física.com, T. (s.a). [www.terapia-fisica.com/rehabilitación-adulto-mayor/](http://www.terapia-fisica.com/rehabilitación-adulto-mayor/). Recuperado el 12 de 09 de 2017, de [www.terapia-fisica.com/rehabilitación-adulto-mayor/](http://www.terapia-fisica.com/rehabilitación-adulto-mayor/)
- Instituto Nacional de Salud Pública. (s.d. de 11 de 2012). Recuperado el 25 de 08 de 2017, de [ensanut.insp.mx/doctos/FactSeet\\_ResultadosNacionales14novpdf](http://ensanut.insp.mx/doctos/FactSeet_ResultadosNacionales14novpdf)
- Instituto Nacional de Salud Pública. (2012). [http://ensanut.insp.mx/docs/ENSANUT2012\\_Sint\\_Ejec-24oct.pdf](http://ensanut.insp.mx/docs/ENSANUT2012_Sint_Ejec-24oct.pdf). (I. N. Salud, Ed.) Recuperado el 12 de 09 de 2017, de [http://ensanut.insp.mx/doctos/ENSANUT2012\\_Sint\\_Ejec-24octubre.pdf](http://ensanut.insp.mx/doctos/ENSANUT2012_Sint_Ejec-24octubre.pdf).
- OMS- Banco Mudial. (2011). Recuperado el 09 de 11 de 2017, de [www.paho.org/imagenes/Gallery/Informe\\_spa.pdf](http://www.paho.org/imagenes/Gallery/Informe_spa.pdf)
- OMS-OPS. (30 de 09 de 2015). [paho.org](http://paho.org). Recuperado el 09 de 10 de 2017, de [www.paho.org/hg/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1130%Aworl](http://www.paho.org/hg/index.php?option=com_content&view=article&id=1130%Aworl)
- Organización Mundial de la Salud. (2001). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 09 de 10 de 2017, de Organización Mundial de la Salud: [www.envejecimiento.cisc.es/documentos/documentos/oms-hombres.01.rtf](http://www.envejecimiento.cisc.es/documentos/documentos/oms-hombres.01.rtf)
- Organización Mundial de la Salud. (09 de 2017). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 30 de 09 de 2017, de <http://www.who.int/topics/disabilities/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Organización Mundial de la Salud*. Recuperado el 30 de 09 de 2017, de <http://www.who.int/topics/disabilities/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (09 de 09 de 2015). *Salud y envejecimiento*. Recuperado el 23 de 08 de 2017, de [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es): [www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es](http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs404/es)
- Organización Panamericana de la Salud. (2013). (E. Anzola, Ed.) Recuperado el 22 de 08 de 2017, de <http://apps.who.int/bitstream/10665/173956/1Enfermeria20gerontologia%20conceptos%20parala%20practica.pdf>
- Velázquez, M., Prieto , B., & Contreras, R. (09 de 2004). El envejecimiento y los radicales libres. *Revista de Cultura Científica* , 75 . México, México: UNAM.

## ÁREA MULTIDISCIPLINARIA



## PERCEPCIÓN DE APOYO EN PAREJAS CON UN HIJO CON SÍNDROME DE DOWN

Janacua Benítez María<sup>1</sup>, Morales Rodríguez Marisol<sup>2</sup>

<sup>1</sup>vientoafavor\_mjb@hotmail.com

<sup>2</sup>2911mmr@gmail.com

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Resumen.** Según Estrada (2007) la llegada de un hijo requiere de espacio físico y emocional. Este advenimiento como lo señala Jasso (2001) es un acontecimiento familiar muy importante. Cuando nace un hijo con Síndrome de Down (SD) puede alterar la dinámica familiar, en particular la relación de pareja, por ello, el apoyo entre cónyuges es indispensable para hacerle frente a los nuevos requerimientos.

A partir de lo anterior, surge el objetivo del presente estudio, dirigido a identificar la percepción de apoyo en parejas con un hijo con Síndrome de Down que habitan en Paracho, Michoacán.

Es un estudio cuantitativo, de alcance descriptivo. Participaron 20 parejas con un hijo con SD. Se utilizó el Inventario de Apoyo Para la Pareja IAPP (Brizuela, Ojeda, Calderón y Cruz, 2006), que evalúa apoyo positivo, expresado y negativo. La aplicación se llevó a cabo individualmente a cada pareja en las instalaciones del CAM y DIF de Paracho, Michoacán.

Los resultados muestran niveles bajos en percepción de apoyo en todas las modalidades. En cuanto al análisis comparativo destaca que las parejas con nivel técnico y estudios universitarios manifiestan los niveles más altos en la percepción de apoyo expresado. Así mismo, se observó que existe mayor percepción de apoyo positivo y expresado en parejas con hijos infantiles.

Se concluye que las parejas refieren poco apoyo entre ellos; lo cual implica que el nacimiento de un hijo con SD puede causar una gran tensión en la relación conyugal.

**Palabras Clave:** Apoyo, Pareja, Hijo, Síndrome Down.

### Introducción

El sistema familiar está compuesto por subsistemas, conyugal, parental, fraterno e individual (Minuchin y Fishman, 1990). Se ha planteado que si cada subsistema es funcional, lo es el sistema en su totalidad. Al respecto, Satir (2002) señala que un sistema funcional es aquel en donde el objetivo es desarrollar nuevos individuos y favorecer el crecimiento de los ya existentes, así mismo tiene facilidad para interactuar con el exterior, esto significa relacionarse con el cambio, con todo lo nuevo y diferente.

Relativo a lo anterior, el sistema conyugal es visto como un elemento fundamental, pues es el punto de inicio de una familia. En él se debe ofrecer apoyo voluntario y consciente al otro. La posible diferencia a esto se encuentra con la llegada de los hijos, ya que hay una reestructuración del contrato matrimonial y en las reglas que hasta ese entonces han venido rigiendo al matrimonio (Estrada, 2007).

Con el nacimiento de un hijo, el matrimonio trata de adaptarse, ahora no solo conviven como pareja sino que, desempeñan el rol como padres, es decir, surge un nuevo subsistema, el parental. Lo difícil es cuando el rol de padres que ellos planearon llevar a cabo no resulta así; como ha sido planteado por Rossel (2004), el nacimiento de un bebé suele ser un instante colmado de alegría y satisfacción, sin embargo, cuando el bebé expresa una diferencia visible que escapa a la normalidad, como es el caso del Síndrome de Down, afecta no solo la vinculación afectiva sino el rol de los padres y la relación de pareja.

La conmoción y la crisis que produce el nacimiento de un hijo con Síndrome de Down incrementan la necesidad mutua. Cuando la pareja responde a esa necesidad y se da mutuamente el apoyo emocional y práctico necesario, mejora la relación de pareja (Cunningham, 1990, como se citó en Romero y Peralta, 2012).

El apoyo en la pareja implica intimidad, acercamiento emocional, comprensión y ayuda material que llevan a la satisfacción mutua (Arias y Polizzi, 2011), lo cual puede contener el impacto de la llegada de un hijo con discapacidad.

Estudios realizados en torno al impacto de la presencia del Síndrome de Down en la familia, destacan que el diagnóstico de una condición diferente puede producir un impacto que perdura en el tiempo y genera cambios tan importantes en el seno de la familia como la salida de uno de los padres porque, al igual que cualquier otra condición diferente, el síndrome de Down es un factor de estrés que hace que el sistema familiar cambie su estructura para mantenerse y poder adaptarse a las nuevas exigencias (De la Torre y Pinto, 2007).

Los distintos tipos de reacción ante la noticia tienen que ver con aceptación o rechazo, sobreprotección, o disgusto, reacciones que estarían determinadas, según Aramayo (1996, como se citó en De la Torre y Pinto, 2007), por emociones tales como culpa, ansiedad, pesimismo, etc. En las familias con bajos niveles de adaptabilidad los posibles trastornos de los niños suelen generar en los padres respuestas disfuncionales como fastidio o desilusión, comportándose de manera menos positiva con sus hijos.

En otra línea, un hallazgo considerado ya como un hito es el de “ventaja del síndrome de Down” (Seltzer y Riff, 1994; Hodapp et al., 2001), ya que diversos estudios encuentran que, en comparación con las familias de niños con otras discapacidades, aquellas que tienen hijos con síndrome de Down lo afrontan mejor. Las familias parece ser más cálidas y con mayor armonía, lo que a su vez promueve un afrontamiento más eficaz (Hodapp, 2008).

Son pocos los estudios que han abordado específicamente, el impacto sobre el apoyo percibido de la pareja, más bien se han enfocado a estudiar el impacto de dicha condición sobre el rol de los padres, como el realizado por Paul, Cerda, Correa y Lizama (2013) quienes exponen que por lo regular los padres se sienten insatisfechos con la noticia de que su hijo presenta Síndrome de Down, lo que repercute en el apego con el recién nacido y en la salud mental de los padres.

A partir de lo anterior, surge el objetivo del presente estudio, el cual se enfocó a identificar la percepción de apoyo en parejas con un hijo con Síndrome de Down que habitan en Paracho, Michoacán.

## **Desarrollo**

### **La pareja**

El nacimiento de una familia parte de la conformación de la pareja, donde dos personas deciden unirse y compartir su experiencia de vida. Para García, Rivera, Díaz-Loving y Reyes-Lagunes (2015) una familia surge de dos personas que toman la decisión de vivir juntos, lo cual comprende la organización de un sistema de aprendizaje a partir de una serie de errores y ensayos, cuyos implicados aprenden a convivir construyendo un nuevo sistema.

La pareja es toda dualidad de personas que proporcionan estabilidad, apoyo y un sin número de emociones afectivas, que producen un buen desarrollo hacia el otro, en la que llegan existir una gran cantidad de satisfacciones logradas (Arriaga, 2013).

En tanto, Ríos (2005, como se citó en Arenas, 2014) define a la pareja como un grupo humano integrado por dos miembros relacionados por vínculos de afecto y en el que se hace posible la maduración de la persona a través de contactos continuos e interacciones comunicativas que llevan a una estabilidad personal y de la dualidad misma, una cohesión interna y posibilidades de progreso evolutivo según las necesidades de los implicados.

Toda relación de pareja es una mezcla de biología y cultura que se fundamenta en cuatro pilares básicos: compromiso, intimidad, romance y amor. Una relación debe poseer dichos elementos, sin embargo, es posible establecer relaciones basadas en solo alguno o mezclas de estos elementos. Los tres primeros componentes son de tipo social y por lo tanto se fundan en el lenguaje, el cuarto en cambio es de tipo biológico y se presenta de la misma forma en todas las culturas y sociedades, pero con ciertas variaciones individuales (Maureira, 2011).

El mismo autor describe los 4 componentes de la manera siguiente:

El amor es una necesidad fisiología de una pareja exclusiva para la cópula, reproducción y para la crianza, su satisfacción genera placer. El amor romántico produce placer y está asociado con el sistema de recompensa; de esta manera se concibe como una experiencia claramente determinada por circuitos neurales.

El compromiso “hace referencia al interés y responsabilidad que se siente por una pareja y por la decisión de mantener dichos intereses con el transcurso del tiempo pese a las posibles dificultades que puedan surgir” (p. 328). Dicho elemento aumenta a medida que transcurre el tiempo de duración de la relación dado que existe una mayor interdependencia personal y material entre ambos miembros.

En tanto, la intimidad se relaciona con el apoyo afectivo, con la capacidad de compartir cosas personales y profundas a la pareja, la confianza, la seguridad que se siente con el otro; es estar dispuesto a compartir.

Finalmente, el romance es un conjunto de acciones que socialmente son conceptualizadas como demostrativas del interés de pareja que un individuo manifiesta en relación a otro. Tal elemento tiene un crecimiento acelerado en los primeros años de relación debido a la activación fisiológica de la atracción física. Posteriormente se observa una disminución debido a la convivencia diaria en pareja, lo cual se atribuye al efecto de la habituación-saciación.

Como puede observarse los pilares que sustentan a la pareja le dan solidez y si ésta se posiciona, es más probable que la familia desarrolle una dinámica funcional. También es importante destacar que, así como la familia tiene un ciclo evolutivo, también la pareja evoluciona por una serie de etapas.

Pollak (1965, como se citó en Estrada, 2007) describe cuatro fases por las que atraviesa una pareja:

1. Antes de la llegada de los hijos.
2. La crianza de los hijos.
3. Cuando los hijos se van del hogar.
4. Después de que los hijos se van.

Lo anterior permite comprender que en función de la etapa en la que se encuentre la pareja, surgen necesidades, sin embargo el apoyo será un factor que estimule la satisfacción mutua independientemente del momento en el que se ubiquen.

### **Apoyo en la pareja**

El apoyo constituye una percepción subjetiva y personal de ser amado y cuidado, valorado y estimado y de pertenecer a una red de derechos y obligaciones (Gil Lacruz y Frej Gómez; 1993, como se citó en Arias y Polizzi, 2012, p.13).

El análisis del apoyo cobra importancia en cuanto a la relación de pareja, por ser ésta el pilar de la familia, y esta última la unidad funcional de las sociedades colectivas. A pesar de su importancia mental, psicológica y emocional, su estudio es relativamente reciente. El apoyo entre esposos guía la satisfacción de necesidades y permite responder mejor hacia los diversos eventos estresantes de la vida; lo que a su vez puede contribuir a mejorar la intimidad y la cercanía entre los miembros de la pareja (Aguilar, 2014).

El apoyo es fundamental en la pareja ya que brinda protección, existe un compromiso mutuo a través del cual se cubren las necesidades del otro, lo que otorga un sentimiento de seguridad.

La seguridad emocional es una característica definitoria de las relaciones de pareja de calidad. Es decir, para que un miembro de la pareja perciba y considere al otro como una base de seguridad emocional, en primer lugar la pareja debe ser sensible ante las necesidades de su compañero, mostrando la habilidad de reconocer sus necesidades cuando éstas tengan lugar. En segundo lugar, cada miembro de la pareja debe mostrarse disponible para ofrecer apoyo y responder a las necesidades del otro de manera ajustada. En este sentido, la adecuación del apoyo es fundamental para la satisfacción conyugal y no siempre se interpreta el apoyo recibido como útil (Arenas, 2014).

Un buen nivel de apoyo conyugal permite a los miembros de la pareja sentirse entendidos, atendidos y cuidados, lo que facilita la comodidad necesaria para establecer entre ellos una conexión íntima y la ausencia de ansiedad de ser abandonados o rechazados (Collins, Guichard, Ford y Feeney, 2006, como se citó en Arenas, 2014).

De esta manera, el apoyo basado en el compromiso emocional entre dos personas, destaca como eje central de la satisfacción mutua y como un factor protector frente a las adversidades.

Cohen y Wills (1985, como se citó en Velasco y Luna, 2006) distinguen cuatro tipos de apoyo que se brinda la pareja: *el apoyo puramente informacional, el apoyo instrumental, el apoyo de compañía y el apoyo moral (de estima)*, de los cuales los dos primeros son estilos de apoyo **instrumental** porque proporcionan conocimiento, técnica, método o ayuda al que solicita o necesita el apoyo para que realice una tarea lo mejor posible. Los otros dos estilos de apoyo son de tipo **emocional** por que le proporcionan confort y tranquilidad a la persona que solicita o necesita el apoyo.

Los mismos autores afirman que los apoyos instrumentales pueden ser el transporte, la ayuda en labores del hogar y el cuidado y acompañamiento. En tanto, los apoyos emocionales se expresan, por ejemplo, por vía del cariño, la confianza, la empatía, los sentimientos asociados a la familia y la preocupación por el otro. Pueden asumir distintas formas, como visitas periódicas, transmisión física de afecto, otras.

Guzmán, Huenchuan y Montes de Oca (2003) plantean que cuando el intercambio de apoyos es recíproco se generan efectos psicológicos positivos en las personas participantes, lo cual no sucede si el intercambio no es balanceado. Cuando se da más de lo que se recibe se experimentan sentimientos de sobrecarga y frustración; por lo contrario, cuando se recibe más de lo que se da podría haber una sensación de dependencia y endeudamiento.

Lo crucial de cuando se habla de apoyo es que fortalece las relaciones humanas, define patrones de relación saludables, actúa como promotor de conductas adaptativas y, como ya se ha dicho, funge como factor protector frente a situaciones adversas y críticas como lo es la presencia de enfermedades, en particular cuando un hijo presenta una discapacidad, que no solo impacta en la pareja sino en todo el sistema familiar.

## El hijo con Síndrome de Down



Cuando se llega el nacimiento de un hijo(a), por lo general, es un acontecimiento familiar muy feliz y trascendente. Las esperanzas son numerosas, ya que todos los padres desean que su bebé sea el más hermoso y perfecto. Sin embargo, si durante el nacimiento, ya sean horas, días o meses después se enteran de que el niño nació con SD, las esperanzas se quebrantan de manera abrupta (Jasso, 2001).

El nacimiento de un niño con malformaciones congénitas es un acontecimiento relativamente frecuente: de 3 a 4% de los nacidos vivos tienen alguna malformación mayor, suficientemente importante para poner en peligro su vida o su desarrollo; esta situación se acompaña de un gran impacto familiar, social y médico. Dicho impacto puede ser devastador porque uno de los estigmas mayores de la vida es que un hijo nazca con alguna malformación. Esto puede producir en los padres, un verdadero choque (Flores, Garduño y Garza, 2014).

El tan esperado acontecimiento puede verse mermado por el dolor que provoca una situación que al inicio resulta incierta; la preocupación, la angustia se basa en un futuro poco prometedor, creándose una visión de la realidad en muchos casos, poco realista. No obstante, no se deja de lado que un hijo con tales características, impacta no solo a nivel afectivo, sino también a nivel instrumental requiriéndose ajustes en los roles familiares.

La familia debe reorganizarse, autorregularse para dirigir asertivamente los sentimientos y las reacciones para afrontar el nacimiento de un hijo con síndrome de Down y permitir que los roles y las funciones de todos los miembros se dirijan a la solución de las dificultades y a avizorar las oportunidades que conlleva tener un hijo con discapacidad (Rojas, 1998, como se citó en Huiracocha, Almeida y Pazán, 2013).

Es importante destacar que igualmente, los planes y proyectos de vida familiar y personal se ven alterados de forma más o menos radical. Tal discrepancia puede ser tan grande que los padres se encuentren, al menos temporalmente, sin recursos para superar la situación a la que deben enfrentarse. La llegada de un hijo con discapacidad genera en la familia una crisis inesperada, que exige de los padres una adaptación instantánea. El equilibrio de la familia queda generalmente descompensado, tanto el funcionamiento interno como sus relaciones con el mundo exterior, se ven alterados (Vallejo, 2001).

Si la llegada de un hijo con discapacidad trastoca la vida familiar, de igual forma sucede con la pareja, ya que, con el ajuste en los roles dadas las necesidades del hijo o de la hija, tendrán que adaptarse a las nuevas formas de convivencia en función del tiempo disponible, de las demandas personales, familiares y sociales; de tal forma que podrá vivirse como un evento favorable de unión o como una situación estresante.

No existe evidencia que demuestre la existencia de más dificultades en el matrimonio con un hijo con Síndrome de Down que en grupos de familias que no tienen un niño discapacitado. Además, no se cuenta con pruebas que demuestren que a medida que el niño se hace mayor, se encuentren más dificultades o tensiones, como a menudo se supone. Muchos padres refieren que las cosas

son cada vez más fáciles, especialmente a medida que los niños se hacen más independientes y el niño con SD mejora su capacidad de comunicación y habilidades propias.

Muchos de los matrimonios se mantienen unidos ya que aprenden a confiar en el otro y a respetarse mutuamente. Esto es lo que ocurre cuando la pareja lo experimenta como una oportunidad para que ambos puedan demostrarse como nunca sus cualidades e inquietudes mutuas. En consecuencia, se dice que si los padres tienen una buena relación, el nuevo miembro les acercará aún más, pero si la relación es pobre, entonces podrá ocurrir lo contrario.

Los expertos afirman que hay una serie de fases en la reacción familiar al conocer la deficiencia del hijo, que van desde el conflicto inicial hasta la resolución del mismo. Entre ellas, destaca el choque emocional y desconcierto, el sentimiento de pérdida del hijo deseado, la negación de la situación, la respuesta agresiva contra uno mismo y contra los demás, culpabilidad, el sentimiento de invalidez, ansiedad, dificultad para transmitir la noticia, deseos de muerte y preocupación por el futuro (Zulueta, 1992, como se citó en Ruiz, 2008).

Todas las reacciones anteriores pueden mermar la relación de pareja ya sea de manera temporal o más duradera, de ahí la necesidad de profundizar en estudios de esta naturaleza.

## Método

El presente estudio se basa en una metodología cuantitativa con diseño no experimental, transversal, de alcance descriptivo.

### Participantes

El tipo de muestreo fue probabilístico. La muestra estuvo conformada por 20 parejas con un hijo con SD que viven en Paracho, Michoacán, y que fueron referidas por el CAM (Centro de Atención Múltiple) y el DIF Municipal.

En cuanto a la distribución por edad de los participantes, el 15% se ubica entre los 20 y 30 años, el 10% entre 31 y 40 años, el 15% entre 41 y 50 años, el 35% entre 51 y 60 años y el 25% entre 61 y 70 años.

En cuanto a la edad del hijo con Síndrome de Down, el 30% tiene un hijo/a que se ubica entre los 0 y 10 años, el 60% de los participantes, es padres y madre de un menor de entre los 11 y 20 años de edad, y el 10% de estos, tienen un hijo (a) de entre los 21 y 30 años.

Con respecto a la escolaridad de los participantes, el 15% cuenta con primaria incompleta, el 10% con primaria completa, 10% con secundaria incompleta; 5% con secundaria completa y un mismo porcentaje quienes tienen nivel medio superior incompleto. El 20% terminó dicho nivel y solo un 5% tiene nivel técnico; llama la atención que el mayor porcentaje, 30% son quienes tienen nivel superior.

## Instrumentos

Se utilizó el Inventario de Apoyo Para la Pareja (IAPP). Está conformado por 59 reactivos con 5 opciones de respuesta tipo likert, de los cuales 36 miden el apoyo positivo, 8 apoyo negativo y 15 mide el apoyo expresado. El coeficiente de confiabilidad alfa de Cronbach para apoyo positivo es de 0.971, para apoyo expresado es de 0.963 y para apoyo negativo es de 0.821.

A continuación se describen los factores de la escala:

**Apoyo Positivo:** Alude a aquellas conductas destinadas a dar soporte emocional al otro miembro de la relación cercana, a través de proporcionarle protección, brindarle seguridad, afecto y amor cuando éste se encuentre en momentos difíciles, aumentando con esto la comunicación entre ellos.

**Apoyo Expresado:** Se refiere a aquellas conductas destinadas a ayudar al otro miembro de la relación cercana a buscar solución a sus conflictos, expresándole directamente su afecto, amor, seguridad y soporte, mejorando con esto la comunicación entre ellos.

**Apoyo negativo:** Se refiere a aquellas conductas destinadas a no apoyar al otro miembro de la relación cercana, cuando éste último atraviese por momentos difíciles, por medio de comunicarse con su pareja hostilmente, enjuiciamiento, crítica, dureza, evitación, rechazo y/o indiferencia. Así mismo se utilizó una ficha para obtener datos de identificación.

## Procedimiento

Se acudió al CAM y al DIF Municipal para que funcionaran como un filtro y se canalizaran a los participantes de la investigación. Posteriormente se acordó sobre su colaboración y se realizó una ficha clínica de identificación de su hijo y se aplicó el IAPP a la pareja, el cual, contestaron cada cónyuge por separado. Posteriormente se registraron y analizaron los datos para la obtención de frecuencias y las pruebas estadísticas U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis.

## Resultados

Los hallazgos destacan que en cuanto al apoyo negativo, como se observa en la figura 1, más de la cuarta parte manifiesta no apoyar al otro cuando este atraviesa por momentos difíciles, comunicándose con él/ella hostilmente, criticándolo(a), evitándolo(a) y/o rechazándolo(a). Sin embargo, existe un 15% de participantes que tienden a manifestar conductas destinadas de apoyo al otro.

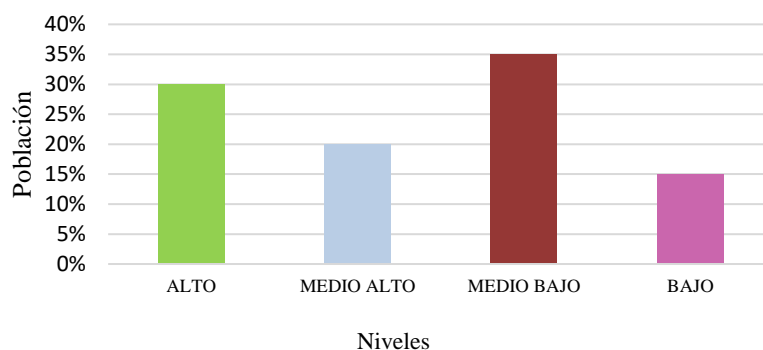


Figura 1. Niveles de Apoyo negativo

En cuanto al apoyo expresado, se observa que poco más de la tercera parte de la población de estudio, deja de ayudar al otro a buscar solución a sus conflictos, no le expresa directamente su afecto, amor, seguridad y soporte, empeorando con esto la comunicación entre ellos. Sin embargo, casi la mitad de los participantes refiere proporcionar el apoyo expresado que se requiere para la mejora de la relación. (Ver figura 2).

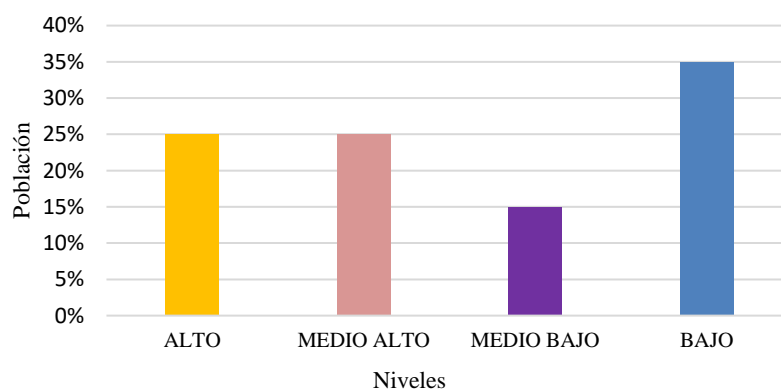


Figura 2. Niveles de Apoyo expresado

El *apoyo positivo* hace alusión a aquellas conductas destinadas a dar soporte emocional al otro miembro, a través de proporcionarle protección, brindarle seguridad, afecto y amor, como se observa en la figura 3, se distribuye de manera uniforme en los distintos niveles, observándose una ligera predominancia en el nivel medio bajo.

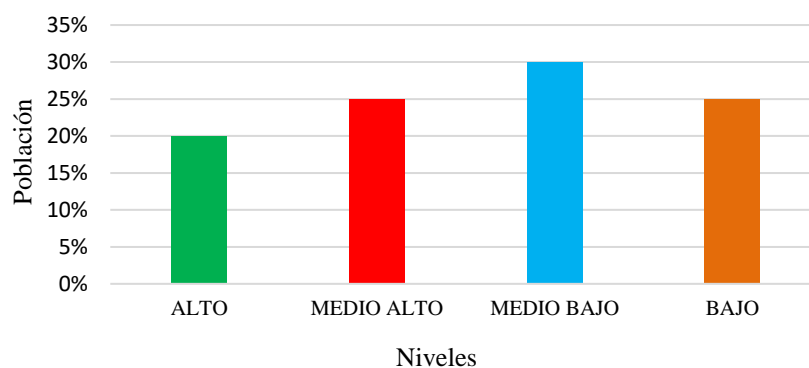


Figura 3. Niveles de Apoyo positivo

En otra línea, el análisis comparativo arrojó diferencias por edad del hijo con Síndrome de Down tanto en *apoyo positivo* ( $H=7.00$ ;  $p=.030$ ) como en *apoyo expresado* ( $H=9.18$ ;  $p=.010$ ) (Ver figuras 4 y 5), destacando que particularmente el apoyo positivo es mucho mayor en parejas cuyo el hijo se ubica en la infancia, en comparación con aquellas cuyos hijos son adolescentes o adultos.

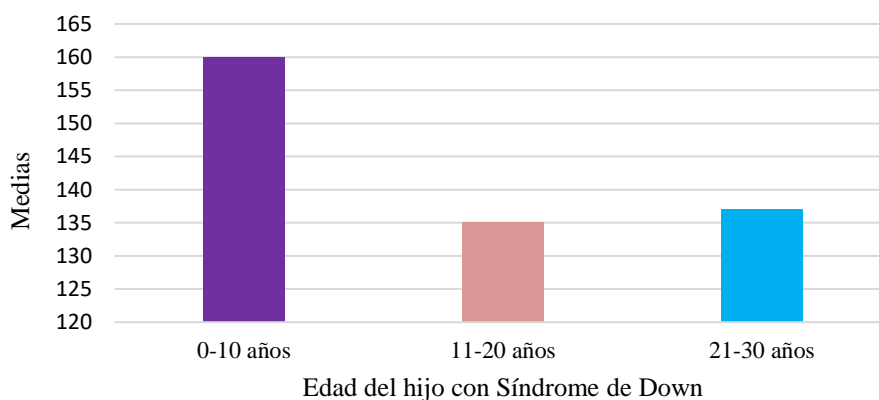


Figura 4. Diferencias en apoyo positivo por edad del hijo

En torno al apoyo expresado, la tendencia es similar a la anterior, sin embargo la diferencia no es tan acusada, observándose un decremento en este apoyo conforme crece el hijo.

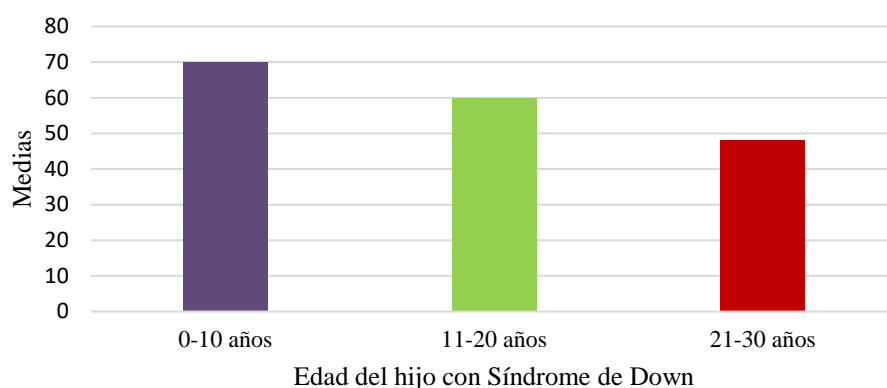


Figura 5. Diferencias en apoyo expresado por edad del hijo.

Otra de las variables contextuales que marcó diferencias en apoyo positivo fue la escolaridad de los padres, encontrándose diferencias significativas en *apoyo expresado* ( $H= 13.84$ ;  $p=.054$ ). Existe mayor expresión de afecto, amor, seguridad y soporte en las parejas con nivel técnico, seguido de aquellas con estudios universitarios. Llama la atención que son las parejas con nivel de secundaria, las que muestran los niveles más bajos (Ver Figura 6).

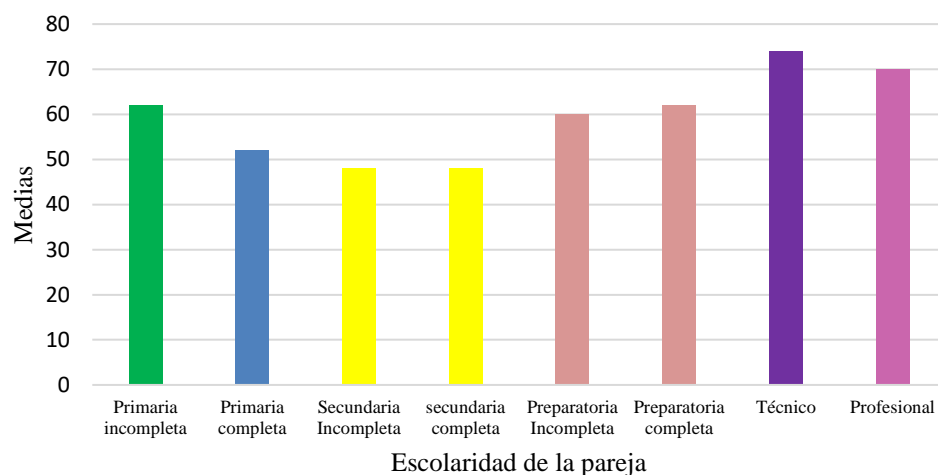


Figura 6. Diferencias en apoyo positivo por escolaridad de los padres.

De acuerdo al género y edad de la pareja, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los factores.

## Discusión y Conclusiones

Con la presente investigación se logró identificar cómo es la percepción de apoyo en parejas con un hijo con Síndrome de Down, a la vez de determinar la existencia de diferencias entre los distintos elementos que conforman dicho apoyo, con base en la edad del hijo con SD y la escolaridad de la pareja.

La pareja es uno de los sistemas relacionales más pequeños que puede formar un individuo, y al mismo tiempo, es en él donde se puede generar una de las relaciones más íntimas, intensas y gratificantes que el ser humano puede tener (Soto, 2015).

En palabras de Campo y Linares (2002, en Soto, 2015, p.72), la pareja se crea a partir de que “dos personas procedentes de familias distintas, de diferente género, deciden vincularse afectivamente para compartir un proyecto común, que incluye apoyarse y ofrecerse cosas importantes mutuamente, en un espacio propio que excluye a otros pero que interactúa con el entorno social”.

El apoyo que se manifiesta en las relaciones de pareja se convierte en el eje central de dicha diada, ya que es la base de la satisfacción mutua; incluso se ha constatado según Sánchez (2007, como se citó en Solares, Benavides, Peña, Rangel y Ortiz, 2011) que una de las principales causas por lo que las relaciones se deterioran es la falta de apoyo y comunicación en la pareja.

Los hallazgos destacan una cierta predominancia de niveles bajos. Particularmente en torno al apoyo negativo una parte de la muestra manifiesta no apoyar al otro cuando este atraviesa por momentos difíciles, comunicándose con él/ella hostilmente, criticándolo(a), evitándolo(a) y/o rechazándolo(a). Otro porcentaje similar se ubica en un nivel medio bajo que significa que existe una ligera preocupación hacia el otro, recordando en palabras de Velasco y Luna (2006) que el apoyo negativo denota aquellas conductas destinadas a no apoyar al otro miembro de la relación cuando este último atraviesa por momentos difíciles.

Lo anterior hace referencia a que el nacimiento de un hijo con SD puede causar una gran tensión en las parejas, implicando un número mayor de conductas negativas hacia la pareja mediante el rechazo. Son pocos los estudios sobre familias que tienen un niño con el SD que han reflejado este problema. Todos están de acuerdo en que durante la primera infancia, no hay evidencia que demuestre la existencia de más dificultades en el matrimonio que en grupos similares de familias que no tienen un niño discapacitado (Cunningham, 1990, en Latorre, Bisetto y Teruel, 2010).

Acorde al Apoyo expresado, se observa una tendencia hacia los niveles bajos lo que significa que se deja de ayudar al otro a buscar solución a los conflictos, no expresándole directamente su afecto, amor, seguridad y soporte, empeorando con esto la comunicación entre ellos. Sin embargo, una cuarta parte de los participantes refiere si proporcionar el apoyo expresado que se requiere para la mejora de la relación.

Con lo anterior, se observa que una buena parte de los participantes no encuentran en la pareja el apoyo necesario para solucionar juntos la condición de su hijo con discapacidad, ya que muy probablemente según Jasso (2001) se encuentran afectados además de la condición del hijo, por la intensidad de sus sentimientos hacia el niño, hacia ellos mismos, hacia su cónyuge y hacia sus demás hijos.

En cuanto al Apoyo positivo, se observó una distribución uniforme en los distintos niveles, con una ligera predominancia en el nivel medio bajo, de acuerdo a ello Jasso (2001) hace referencia a que muchos de los matrimonios se mantienen unidos por que las parejas aprenden a confiar el uno en el otro y a respetarse mutuamente. Esto es lo que ocurre cuando la pareja se encuentra con el bebé con SD. Es una oportunidad para que ambos puedan demostrarse como nunca sus cualidades e inquietudes mutuas. En consecuencia, se deduce que si los padres tienen una buena relación, el bebé les acercará aún más, pero si la relación es pobre, entonces les puede causar un gran conflicto.

En otra línea, se encontró que existen diferencias significativas en apoyo positivo y en *apoyo expresado*, en relación a la edad del hijo con SD; ya que se considera que existe un mayor soporte emocional (apoyo positivo) y mayor expresión de afecto, amor, seguridad y soporte (apoyo expresado) en las parejas con hijos pequeños. Explicando lo anterior, podemos decir que:

...no se cuenta con pruebas que demuestren que a medida que el niño se hace mayor, se encuentren más dificultades o tensiones, como a menudo se supone. Muchos padres dicen que las cosas son cada vez más fáciles, especialmente a medida que los niños se hacen más independientes y el niño con SD mejora su capacidad de comunicación y habilidades propias (Jasso, 2001, p. 56).

Al inicio, cuando el hijo con SD es pequeño, la comunicación en la pareja es más fluida, conforme el hijo va creciendo, ésta comunicación se va perdiendo. Lo anterior se puede justificar en el hecho de que ahora la pareja se encuentra en otra etapa, que podríamos llamarla “reencuentro”, en donde, posiblemente la pareja se encuentra distanciada y en crisis, pues durante muchos años los hijos se adueñaron de su tiempo (Sánchez, 2004).

Además, la esperanza de vida de una persona con Síndrome de Down ha aumentado, lo que equivale a que los padres se mantengan por más tiempo, alertas a su desarrollo y ello lleve a un mayor cansancio.

Según diversos estudios, el promedio de edad a la que mueren las personas con síndrome de Down es cerca de los 60 años aproximadamente, cuando era a los 30 en 1970 (Bittles y Glasson, 2004, como se citó en Hodapp, 2008).

A partir de lo anterior, se plantea que efectivamente con el paso del tiempo, disminuye la calidad de apoyo positivo y expresado que se brinda en pareja.

Conforme a escolaridad de la pareja, las diferencias encontradas son en apoyo expresado, observándose que existe mayor expresión de afecto, amor, seguridad y soporte en las parejas con nivel técnico y profesional. Esto debido a que cuando la escolaridad de la pareja es baja, se puede



en algún momento cuestionar su propia autoestima, deteriorando con ello la relación entre ambos (Ruano y Serra, 2001).

De acuerdo a lo anterior, Lemaire (2003) señala que desde el comienzo de la relación existen una serie de obstáculos externos que tienden a limitar la comunicación: las lenguas diferentes, la falta de desarrollo intelectual, la carencia del desarrollo verbal, etc. Como consecuencia, habrá una comunicación cualitativamente insuficiente, ya que son parejas que se transmiten una gran cantidad de información sin que por eso la comunicación sea buena.

Con lo anterior se constata que a mayor educación formal mayores recursos personales; desarrollar habilidades cognitivas durante la formación superior, permite afrontar situaciones adversas de la mejor manera, ya que este componente se asocia a elementos de resolución de problemas.

Bajo otra perspectiva, no se reportan diferencias en apoyo por género de los participantes, a diferencia de diversos estudios que resaltan que las madres experimentan más estrés, expresan mayor necesidad de apoyo social y familiar, de información para explicar la condición de su hijo a otros, a diferencia de los padres (Bailey et al, 1992, como se citó en Hodapp, 2008).

La presencia de un hijo con Síndrome de Down no es tarea fácil, porque en sí misma, la crianza de cualquier hijo resulta una tarea compleja; existe la falsa creencia de que si un hijo presenta una discapacidad jamás llevará una “vida normal” y no será feliz, de ahí que surgen una serie de ideas y sentimientos que abonan hacia el sufrimiento, la preocupación, la angustia lo que disminuyen las respuestas de contención y apoyo al interior de la familia, principalmente de la pareja.

Se concluye que las parejas participantes presentan algunas deficiencias en el apoyo manifiesto al interior de la diada, lo cual podría tener relación con el hecho de tener un hijo con discapacidad, no obstante, no es la única variable que ejerce influencia, por lo que tendría que profundizarse para confirmar si el apoyo o la falta de este en la pareja, obedece exclusivamente a la condición de ser padres de un hijo con discapacidad. Otra de las limitaciones es la muestra de estudio ya que el número de parejas participantes fue reducido, por lo que los resultados no pueden generalizarse a otras poblaciones, solo es un referente teórico.

A la luz de los resultados, la presencia en la familia de un miembro con discapacidad, genera un impacto en la totalidad del sistema, particularmente en la pareja incide de manera determinante, demandando una serie de ajustes en los roles, lo que trae como consecuencia, cambios en la percepción de apoyo en esta tan importante diada.

## Referencias

Aguilar, C. (2014). Dimensiones psicológicas entre parejas que enfrentan cáncer. *Servicio de Psico-Oncología del Instituto Nacional de Cancerología, México*. Recuperado de <http://www.incanmexico.org/incan/docs/tesis/2014/altaspecialidad/Art.%20Psc%20Aguilar.pdf>

Arenas, A. (2014). *El papel de la relación de pareja en los contextos familiares de riesgo psicosocial*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/58575/2014arenaelpap.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Arias, C. y Polizzi, L. (2011). La relación de pareja. Funciones de apoyo y sexualidad en la vejez. Revista temática *Kairós Gerontología*, 14 (10), 49-71. Recuperado de <https://revistas.pucsp.br/index.php/kairos/article/view/28932/20265>.

Arias, C. y Polizzi, L. (2012). Pareja, hijos y amigos. Análisis de sus atributos y funciones de apoyo social en la vejez. *IV Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional en Psicología* Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires. Recuperado de <https://www.aacademica.org/000-072/326.pdf>.

Arriaga, B. (2013). Parejas constructivas. *Tesina de Licenciatura*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. f. Recuperado de <http://132.248.9.195/ptd2013/junio/091075631/Index.html>.

De la Torre, C. y Pinto, B. (2007). Estructura familiar del niño con Síndrome de Down. *Ajayu, Órgano de Difusión Científica del Departamento de Psicología de la Universidad Católica Boliviana "San Pablo"*, 5 (1), 48-70. Recuperado de <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=461545471003>.

Estrada, M. (2007). *El ciclo vital de la familia*. México: Debolsillo.

Flores, K., Garduño, A. y Garza, R. (2014). El nacimiento de un niño con síndrome de Down. El impacto de la primera entrevista con los padres. *Acta pediátrica de México*, 35 (1), 3-6. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0186-23912014000100002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-23912014000100002&lng=es&nrm=iso). ISSN 2395-8235.

García, M., Rivera, S., Díaz-Loving, R. y Reyes-Lagunes, I. (2015). *Continuidad y cambio en la familia*. México: Manual Moderno.

Guzmán, J. M., Huenchuan, S. y Montes de Oca, V. (2003). Redes de apoyo social de las personas mayores: marco teórico conceptual. Ponencia Presentada en el *Símpoio Viejos y Viejas. Participación, ciudadanía e Inclusión Social 51 congreso internacional de Americanistas*. Santiago de Chile. Julio.

Hodapp, R. (2008). Familias de las personas con síndrome de Down: perspectivas, hallazgos, investigación y necesidades. *Revista Síndrome de Down*, 25, 17-32. Recuperado de [www.downcantabria.com/revistapdf/96/17-32.pdf](http://www.downcantabria.com/revistapdf/96/17-32.pdf).

Huiracocha, L., Almeida, C. y Pazán, C. (2013). El nacimiento de un hijo o hija con síndrome de Down. *Memorias del II Congreso Binacional de Investigación, Ciencia y Tecnología de las Universidades*. Recuperado de [https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=El+nacimiento+de+un+hijo+o+hija+con+s%C3%ADndrome+de+Down&btnG=](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=El+nacimiento+de+un+hijo+o+hija+con+s%C3%ADndrome+de+Down&btnG=).

- Jasso, L. (2001). *El niño Down. Mitos y realidades*. México: Manual Moderno.
- Latorre, A., Bisetto, D. y Teruel, J. (2010). *Trastornos y dificultades del desarrollo. Evaluación, intervención y casos prácticos*. Valencia: PUV.
- Lemaire J. (2003). *La pareja humana*. México; Fondo de cultura económica.
- Maureira, F. (2011). Los cuatro componentes de la relación de pareja. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*. 14, (1), 321-332. Recuperado de <file:///C:/Users/marisol/Downloads/24815-44667-1-PB.pdf>.
- Minuchin, S. y Fishman, H. Ch. (1990). *Técnicas de Terapia Familiar* (5ª. Ed.). México: Paidós.
- Paul, M., Cerda, J., Correa, C. y Lizama, M. (2013). ¿Cómo reciben los padres la noticia del diagnóstico de su hijo con síndrome de Down?. *Revista Médica de Chile*, 141 (7), 879-886. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872013000700007>.
- Romero, C. y Peralta, S. (2012). Estudio de la dinámica en familias con hijos/as con Síndrome de Down. *Eureka*, 9 (1), 69-77. Recuperado de <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/eureka/v9n1/a08.pdf>.
- Rossel, K. (2004). Apego y vinculación en el Síndrome de Down. Una emergencia afectiva. *Revista pediátrica electrónica*, 1 (1), 3-8. Recuperado de [www.portalsindromededown.com.br/arquivos/apago\\_e\\_down.pdf](http://www.portalsindromededown.com.br/arquivos/apago_e_down.pdf).
- Ruano, P. y Serra, D. (2001). Secesos vitales y tensiones en familias con hijos adolescentes. *Estudios Pedagógicos*, 27, 55-64. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Ruiz, E. (2008). La función de la familia en la educación escolar en los alumnos con síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, 25, 6-18. Recuperado de: <http://www.downcantabria.com/revistapdf/96/06-16.pdf>.
- Sánchez, C. (2004). *Pacto de amor. Como construir una relación plena y saludable*. México: Grijalbo.
- Satir, V. (2002). *Nuevas relaciones humanas en el núcleo familiar*. México: Pax.
- Solares, S., Benavides, J., Peña, B., Rangel, D. y Ortiz, A. (2011). Relación entre el tipo de apoyo y el estilo de amor en parejas. *Enseñanza e investigación en Psicología*, 16 (1), 41-56. Recuperado de [https://cneip.org/documentos/revista/CNEIP\\_16\\_1/Barbosa.pdf](https://cneip.org/documentos/revista/CNEIP_16_1/Barbosa.pdf).
- Soto, R. (2015). Factores que intervienen en la elección de pareja de jóvenes mexicanos. *Redes*, 32, 71-84. Recuperado de <http://redesdigital.com.mx/index.php/redes/article/view/58/102>.
- Vallejo, J. (2001). Duelo de los padres ante el nacimiento de un niño con discapacidad. *Revista médica Universidad de Antioquia*, 14 (2). Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/iatreia/article/view/380>.
- Velasco, Campos M. L. y Luna, Portilla M. del R. (2006). *Instrumentos de evaluación en terapia familiar y de pareja*. Compiladoras. México: Pax.

## EQUINOTERAPIA COMO ALTERNATIVA DE REHABILITACIÓN EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD

García Amador Mirian mirian\_g.a@hotmail.com Verónica Arredondo Martínez  
vero.arredondomtz@hotmail.com  
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Resumen.** El presente trabajo está enfocado en dar a conocer los beneficios físicos y psicológicos que la equinoterapia como alternativa de rehabilitación brinda a las personas con discapacidad. Al mismo tiempo pretende informar sobre la importancia del apoyo familiar dentro de este proceso, y la función que ejerce el psicólogo en este ámbito.

**Palabras Clave:** Equinoterapia, Discapacidad, Rehabilitación, Tratamiento, Reintegración.

### Introducción

En la actualidad la función del psicólogo es bastante amplia, cada vez más su estereotipo dentro del campo clínico se ha ido desvaneciendo, actualmente el psicólogo es un agente activo que está al servicio de las necesidades de la sociedad. El psicológico como promotor de la salud ha logrado situarse en instituciones donde anteriormente solo la medicina podía hacerlo. La psicología de la salud, ha logrado que el psicólogo pueda insertarse en ámbitos como la educación especial y la rehabilitación física y psicológica de personas con discapacidad. El apoyo del psicólogo dentro de esta área laboral, debe enfocarse más allá de un diagnóstico médico, evaluando el aspecto cognitivo, emocional y social de las personas con discapacidad.

Por lo anterior, el presente trabajo permite conocer el concepto de la de la equinoterapia, su valor fisioterapéutico y psicoterapéutico, las discapacidades y técnicas con las que interviene, el vínculo afectivo entre el hombre y el caballo, además del papel del psicólogo dentro de la discapacidad y educación especial.

**Método:** Documental

**Objetivo:** Conocer los beneficios psicológicos y físicos que brinda la equinoterapia como alternativa de rehabilitación en personas con discapacidad.

### Desarrollo

Equinoterapia

La equinoterapia es una técnica de intervención, que en la actualidad comienza a tener una relevancia social a pesar de que su intervención para aliviar dolencias físicas y psicológicas se remonta a varios años atrás. La investigación dentro de este campo, ha logrado situar a la equinoterapia como una alternativa de recuperación encargada de mejorar la discapacidad.

Aseff (2014), menciona que la equinoterapia es un método de rehabilitación que utiliza la monta terapéutica para el tratamiento de trastornos físicos y emocionales. De la misma manera, la fundación de equinoterapia San Luis (citado en García, 2010), resalta que la equinoterapia, es una alternativa terapéutica que utiliza al caballo como el principal instrumento para brindar una rehabilitación física, mental y social a las personas que presentan algún tipo de discapacidad.

De acuerdo con Gross (2006), el uso de la equinoterapia se encuentra dividido por tres diferentes áreas según el tipo de discapacidad con la que se quiera intervenir. Fue en el año de 1988 en Toronto Canadá, donde el Congreso Internacional de Monta Terapéutica, dividió a la equinoterapia en las siguientes tres áreas:

**Hipoterapia.** Su utilización se enfoca en los movimientos tridimensionales que emite el caballo, para estimular y relajar los músculos y articulaciones (Falke, 2009).

**Monta Terapéutica.** Su utilización se enfoca en la estimulación de algunas áreas como la motora y psicosocial. Dentro de esta esfera de intervención se implementan ejercicios neuromusculares y gimnásticos, en combinación con algunos juegos terapéuticos que permiten situar al paciente en un papel activo (Gross, 2006).

**Equitación como deporte para discapacitados.** Busca insertar a la persona con discapacidad, en un ambiente recreativo de manera positiva y activa. Este tipo de permite desarrollar nuevas habilidades y al mismo tiempo ayuda mejorar la confianza, socialización y autoestima (Falke, 2009).

En términos generales para Gross (2006), la equinoterapia abarca cuatro ámbitos profesionales diferentes tales como la medicina, la psicología, pedagogía y el deporte. El área médica es una esfera de trabajo que desempeña un papel importante dentro de la hipoterapia porque la monta a caballo se utiliza desde una manera fisioterapéutica, indicada para trabajar con problemas relacionados con difusiones neuromotoras de origen, neurológico o degenerativo.

La psicología y pedagogía adquieren más importancia en la monta terapéutica, enfocándose en disfunciones de tipo psicomotoras, sensomotoras y sociomotoras. Finalmente la monta a caballo como deporte, brinda la oportunidad de integrar y experimentar una vida plena dentro del área deportiva.

Por lo anterior, la equinoterapia es un método multidisciplinario que puede cambiar o combinar su método de intervención con base en lo que la misma discapacidad requiera, lo importante es brindar una rehabilitación terapéutica que promueva nuevas capacidades y mejore los aspectos orgánicos, psicológicos y sociales que permitan brindar una mejor calidad de vida a la persona con discapacidad.

## 1.2 Principios terapéuticos de la equinoterapia

La equinoterapia se caracteriza por la presencia de tres principios terapéuticos donde por medio del caballo se obtienen beneficios a nivel fisioterapéutico y psicoterapéutico. De acuerdo con Gross (2006), conocer la función que desempeña cada principio es una manera de comprender cómo y cuáles son las aportaciones que proporciona la equinoterapia a la discapacidad.

### 1.2.1 Primer principio: Transmisión del calor corporal del caballo al cuerpo del usuario.

#### **Valor fisioterapéutico.**

La temperatura corporal del caballo en movimiento oscila entre 38° y 38.8 °, es decir, se encuentra por encima de la temperatura del humano. Situar en el lomo del caballo permite que el calor sea transmitido al cinturón pélvico y a los miembros inferiores del paciente, ayuda en la relajación de músculos y ligamentos, la flexibilidad, elasticidad y postura. Los estímulos sensoriales que la temperatura del caballo transmite benefician también la sensopercepción, el sistema circulatorio y los órganos internos (Gross, 2006).

#### **Valor psicoterapéutico**

El calor corporal que el caballo brinda, adquiere gran importancia dentro del área psicoafectiva. El movimiento del caballo junto con los impulsos rítmicos, ayudan a resolver conflictos psíquicos, que con el paso de las sesiones ayuda a generar sentimientos de seguridad, autoconfianza, protección y aceptación (Gross, 2006).

### 1.2.2 Segundo principio: Trasmisión de impulsos rítmicos del lomo del caballo al cuerpo del usuario.

#### **Valor fisioterapéutico.**

El caminar del caballo emite de 90 a 110 impulsos rítmicos por minuto, los cuales son transmitidos al cinturón pélvico y viajan a la columna vertebral y los miembros inferiores. Estos impulsos contribuyen al relajamiento de los ligamentos pélvicos, la estimulación y el fortalecimiento de la columna vertebral, los músculos dorsales y abdominales. Al mismo tiempo generan grandes beneficios en el sistema digestivo y respiratorio, liberando el diafragma y promoviendo una respiración más profunda (Gross, 2006).

#### **Valor psicoterapéutico.**

Los impulsos rítmicos que brinda el caballo no solamente mueven el cuerpo físico, también generan cambios en el estado psíquico de la persona, el efecto de dejarse mover provoca una serie



de sensaciones asociadas al impulso de avanzar e ir hacia adelante, este evento inconsciente ayuda a restablecer la confianza en el Yo. Arquetípicamente los impulsos del caballo se asocian con los impulsos instintivos del inconsciente, aprender a aceptar y controlar estos impulsos, son parte esencial para lograr un autocontrol y mejorar la autoconfianza (Gross, 2006).

1.2.3 Tercer principio: Transmisión de un patrón de locomoción tridimensional equivalente al patrón fisiológico de la marcha humana.

#### **Valor fisioterapéutico.**

Este principio terapéutico, es uno de los más importantes dentro de la rehabilitación equinoterapéutica. Lo que se busca es grabar y automatizar el patrón fisiológico de la marcha, restablecer la flexibilidad, la elasticidad de los ligamentos pélvicos, disolver contracturas musculares y proporcionar un balance dinámico del tronco y de la cabeza hacia su estabilización (Gross, 2006).

#### **Valor psicoterapéutico.**

Experimentar la sensación de avanzar a través del caballo sin que ninguna limitante física lo impida, proporciona beneficios en el estado psíquico. Adaptarse al impulso de ir hacia adelante por medio del caballo, ayuda a aumentar la confianza, liberar emociones reprimidas y bloqueos psíquicos que permiten mejorar la vitalidad y experimentar libertad (Gross, 2006).

Los principios mencionados anteriormente, muestran que la equinoterapia es una herramienta terapéutica que se enfoca en las áreas física y psicológica, básicas en el buen funcionamiento del desarrollo humano, para lograr una rehabilitación integral en los usuarios.

## **2. Definición de discapacidad**

El término discapacidad, es un concepto dinámico, modificado a lo largo del tiempo, por lo que su definición se ha consolidado en relación al contexto social y cultural de cada época.

De acuerdo con Juárez (citado en INEGI 2010), la discapacidad en la antigüedad mantenía una percepción negativa, por lo que la presencia de algún rasgo físico anormal al momento de nacer era motivo de sacrificio. En Asiria y Babilonia este concepto se asociaba a una falta divina, que como consecuencia había sido castigada. Para Hernández (citado en INEGI, 2010), fue hasta el siglo XIX, cuando el concepto de discapacidad dio un cambio radical en su concepción dejando de ser vista como anomalía y situándose como una discapacidad que requería de cuidados y protección profesional.

En la actualidad, este término es usado para referirse a todas aquellas deficiencias físicas, mentales, intelectuales o sensoriales que afectan el pleno desarrollo biopsicosocial de una persona. En palabras de la Organización Mundial de la Salud (OMS), este concepto se utiliza

para referirse a toda aquella restricción o ausencia de la capacidad, que le impide a una persona realizar una actividad dentro de los estándares de la normalidad (Cáceres, 2004).

De acuerdo con Villacorta, Meza, Castañeda, Chaclán, y Muralles (2006), el término adecuado para referirse a las personas que presentan algún tipo de restricción, ese el de “personas con discapacidad,” señalado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en 1993, esto a consideración que la discapacidad es producto de la interacción entre la persona y el medio físico en el que se desenvuelve.

## 2.1 La discapacidad y su impacto en la familia.

La discapacidad de un hijo, es un evento estresante que genera cambios psicológicos y sociales en los vínculos familiares. La presencia de una persona con discapacidad dentro del sistema familiar, no es una situación que afecte solamente a la persona que lo padece, sino que por el contrario, es un acontecimiento que repercute en todos los miembros que la integran.

De acuerdo con García y Bustos (2015), la presencia de algún tipo de discapacidad dentro del sistema familiar es un evento que trae consigo una serie de alteraciones, sobre todo en la dinámica emocional de la familia. Esperar la llegada de un hijo, es un acontecimiento que consolida la formación de la familia, sin embargo cuando el hijo no coincide con los esquemas esperados, existen una serie de reacciones que afectan a los padres.

Las reacciones y emociones que experimentan los padres ante la discapacidad de un hijo dependen del diagnóstico, sin embargo la mayoría de los padres suelen experimentar reacciones similares, que son comunes dentro del proceso de aceptación. En este sentido, Seligman y Hornby (citado en Lara, 2014), mencionan que los padres experimentan ante este suceso, un proceso de cuatro fases que conforme se avanza de una fase a otra se generan cambios en la manera de percibir la gravedad de la situación, estas son:

Fase del shock: Se caracteriza tener una duración de minutos o días. Existe la presencia de un bloqueo psicológico, donde los padres se muestren desorientados, irracionales y confusos. Dentro de esta fase existe la presencia de algunas reacciones como ansiedad, amenaza y culpa.

Fase de reacción: Se caracteriza por la presencia de algunas manifestaciones como el enfado, rechazo, resentimiento e incredulidad, que dan paso a una reestructuración en la manera de percibir la situación.

Fase de adaptación: Se caracteriza por ser la fase en donde surgen las valoraciones de posibles opciones de acción.

Fase de orientación: Es la fase caracterizada por una organización y acción, donde se recurren a la ayuda, con la intención de saber cómo actuar ante la situación.

Estas fases no se dan de un día para otro, requieren de un proceso gradual de adaptación y aceptación, que reestructure la manera de ver la situación. La duración e intensidad de cada fase,



dependerá de los mecanismos de afrontamiento que desarrolle cada cónyuge. Para Mendoza (citado en Alberoni, 2013), existen algunos factores como la gravedad, edad del diagnóstico, la manera como fue recibida la información, los problemas financieros y el mito de la cura, que influyen en la respuesta de los padres ante la situación.

Lambert, Ganete y Cunningham (citado en Ortega, Salguero & Garrido, s.f), resaltan que la llegada de un hijo es un evento relevante para la familia, la expectativa de la mayoría es tener un hijo sano con el cual convivir y educar, sin embargo cuando este acontecimiento no es como se espera, genera un gran impacto y la manera de responder ante el suceso dependerá de cada familia y de algunos factores como el sistema de creencias personales, las ideas religiosas y las tradiciones con las que se cuentan.

De acuerdo con García y Bustos (2015), las familias en donde alguno de sus integrantes presenta una discapacidad, son más vulnerables a experimentar cambios continuos en los roles, dentro y fuera del sistema familiar que les permitan sobrellevar la discapacidad. Su impacto es tal que puede generar grandes modificaciones en el sistema familiar, especialmente si existen problemas previos, llegando a producir rupturas y fragmentación familiar. Sin embargo, según Ballenato (1996), en algunas otras familias el enfrentarse a la discapacidad puede ayudar a mejorar la cohesión familiar, fortalecer el matrimonio y los lazos de apoyo, si se tiene la capacidad de promover el cambio y lograr adaptarse a las nuevas circunstancias.

Por su parte Ortega (2012), menciona que el tener un hijo con discapacidad incrementara los gastos familiares, porque requiere de cuidados y atenciones especiales que afectan en la economía familiar, lo que a su vez puede ocasionar problemas conyugales. Ante la atención especial que requiere la persona con discapacidad, en algunos casos uno de los padres tiene que dedicarse de tiempo completo a su cuidado, lo cual implicaría reestructurar los roles y asignar nuevas responsabilidades dentro de la familia. En algunas situaciones es necesario reducir las jornadas laborales lo que a su vez perjudica la economía familiar.

En este mismo sentido Núñez (2003), señala que en relación con los vínculos fraternos, los hermanos desarrollan sentimientos como aislamiento, soledad, envidia, celos, etc., ocasionados por las limitaciones que el hermano con discapacidad presenta. Respecto al vínculo conyugal, se pueden llegar a presentar sentimientos de desilusión, dolor, culpa, miedo, amor, ansias, desconcierto y rabia.

Por lo tanto, la presencia de un integrante con discapacidad, es un evento inesperado ante el cual no se está preparado y puede ocasionar un desequilibrio en la estructuración familiar; el afrontar de manera adecuada las diferentes etapas y reacciones mencionadas anteriormente, es un gran reto que puede o bien, brindar la oportunidad de reestructurar las pautas de interacción, que posibilitan la asignación de nuevos roles que permiten el crecimiento y desarrollo del sistema; o por el contrario, llevar a la ruptura y disolución del vínculo conyugal.

## 2.2 Discapacidades con las que trabaja la equinoterapia.

La equinoterapia es una alternativa terapéutica que puede ser aplicada a una gran variedad de discapacidades. De acuerdo con Gross (2006), este tratamiento puede aplicarse a cualquier diagnóstico que permita la movilización del sistema articular-muscular y es contraindicada para aquellos diagnósticos donde no debe movilizarse o existen procesos inflamatorios. Entre los cuadros clínicos con los que se recomienda trabajar de manera segura y con los cuales se intervino durante la prestación del servicio social se encuentran los siguientes:

Parálisis Cerebral.

Síndrome de Down.

Autismo.

Síndrome de Rett.

Síndrome de Asperger.

Trastorno por déficit de atención con hiperactividad.

Epilepsia.

### 2.3 La rehabilitación y el rol del psicólogo dentro de la discapacidad.

La rehabilitación es un proceso de duración limitada, con objetivos definidos, encaminados a promover un nivel físico, psicológico y social en la persona con discapacidad. Este proceso está dirigido en brindar una recuperación física y promover el desarrollo psicosocial, para mejorar su desenvolvimiento dentro de su entorno habitual (Sorrentino, 1990).

De acuerdo con Hernández (s.f), la rehabilitación busca promover el desarrollo de óptimos niveles de independencia física y psicológica para que la persona con discapacidad logre desenvolverse de manera autónoma. Los principales objetivos de la rehabilitación son:

Rehabilitar a las personas con discapacidad en su entorno comunitario.

Incorporar a la persona discapacitada en actividades económicas, socioculturales y deportivas.

Realizar actividades de promoción y prevención de deficiencias y discapacidades.

En base a la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalía (CIDDIM) (citada en Verdugo, 1998), el proceso de rehabilitación se plantea en base a dos modelos complementarios: el médico y psicosocial. La parte médica de la rehabilitación se centra en la fase inicial del proceso, su finalidad es reducir la discapacidad y restaurar el funcionamiento óptimo en la persona. La rehabilitación psicosocial es la segunda fase de intervención, se centra en la discapacidad con la finalidad de reducir la desventaja social.

La rehabilitación no es tarea ligada a una profesión particular, requiere de un trabajo multidisciplinario que realice intervenciones de diversas áreas (pediatra, neurólogo, neuropsiquiatra, neurocirujano, psicólogo, etc.), para permitir una recuperación integral en el sujeto (Sorrentino, 1990).

En este sentido, el psicólogo como parte del equipo multidisciplinario dentro de la rehabilitación, debe enfocarse en brindar un nivel de salud adecuado que beneficie el proceso de la rehabilitación. De acuerdo con Elliott y Gramling (citado en Verdugo, 1998), la formación de las personas que trabajan dentro del ámbito de la rehabilitación debe centrarse en aspectos como la evaluación (técnicas y problemas de evaluación de la inteligencia, personalidad, factores ambientales y situacionales), y estrategias terapéuticas (intervenciones conductuales, biofeedback, terapia de grupo, estrés, familias y parejas etc.).

Frente a la concepción psicológica y médica de la rehabilitación ante la discapacidad, la psicología de la salud es un área que puede ayudar a reducir los efectos físicos y psicológicos. Según Branon y Feis (citado en Olvera & Soria, 2008), el psicólogo de la salud, es un profesional enfocado en ayudar al individuo a comprender la condición de enfermedad, evitando un desgaste emocional y psicológico en el sujeto y su familia.

Becoña, Vázquez, Oblitas y Vázquez (citado en Olvera & Soria, 2008), señalan que las actividades a desempeñar de los psicólogos de la salud, pueden enfocarse en la áreas de investigación, aplicación y formación. Implementar este tipo de actividades es una fuente de apoyo que ayuda a crear mayores propuestas de evaluación e intervención enfocadas a este campo.

Por lo tanto, el psicólogo dentro del proceso de rehabilitación debe centrarse en la evaluación, diagnóstico y tratamiento, que beneficie las dificultades emocionales y sociales que experimenta el paciente y su familia (Catalán & Mendieta, 2014).

De acuerdo con Fantova (2000), los profesionales que se dedican a trabajar con la discapacidad deben enfocarse en desarrollar las siguientes actividades que incluyen el brindar apoyo a los familiares de la persona con discapacidad.

**Información:** Consiste en ampliar el conocimiento de los miembros de la familia sobre la discapacidad para que conozcan más sobre el tema y así aumentar los recursos que pueden ayudar a la persona con discapacidad.

**Orientación y asesoría:** Se enfoca en brindar una atención individualizada sobre las posibles decisiones de actuación relacionadas con la persona con discapacidad.

**Apoyo emocional:** Consiste en crear y ayudar a mantener las condiciones de encuentro entre padres de personas con discapacidad que brinden un apoyo emocional.

**Promoción de la participación:** Radica en promover la participación de los familiares para mejorar la discapacidad.

Los planteamientos psicológicos y el rol que desempeña el psicólogo dentro del área de la rehabilitación muestran que el apoyo (evaluación, diagnóstico, intervención, orientación, etc.) psicológico y psicoeducativo, son áreas de suma importancia para que la persona con discapacidad, pueda tener en la medida de sus posibilidades, una notable mejoría la esfera física y social.

## Conclusiones

En la actualidad existen muchos métodos de rehabilitación encaminados a mejorar la calidad de vida de las personas con alguna discapacidad. Entre la gran variedad de intervenciones, la equinoterapia es una alternativa terapéutica, dirigidos a desarrollar nuevos mecanismos de aprendizaje, mejorar el área física, motriz, ocupacional, emocional y psicológica de las personas.

Los principios terapéuticos por los cuales se rige la equinoterapia demostraron que la fisiología, temperamento y ritmo saludable que emite el caballo fueron de gran ayuda para mejorar el estado perceptivo, sensorial, psíquico y orgánico de los niños con los que se trabajó. El calor corporal del caballo ayudó significativamente a mejorar la musculatura y la posición del tronco, principalmente en aquellos diagnósticos caracterizados por la espasticidad. Los impulsos rítmicos, ayudaron principalmente a mejorar la motricidad, el equilibrio y tono muscular en los diagnósticos con alteración de tipo motor.

Desde una perspectiva psíquica, el movimiento de marcha del caballo y temperatura corporal, fue de gran ayuda para mejorar el nivel de seguridad y autoestima en los niños, pues conforme avanzaban en sus sesiones terapéuticas, los pacientes se mostraron más seguros y tranquilos al momento de realizar sus ejercicios.

Por lo anterior, es posible afirmar que el caballo interviene en dos áreas importantes del paciente, por un lado relaja la estructura musculo esquelético del paciente, mientras que al mismo tiempo influye de manera inconsciente en su área emocional. El movimiento natural que brinda el caballo y la sensación de sentirse relajado y dejarse llevar por los impulsos rítmicos que este emite, promueve el desarrollo de nuevas reacciones psicológicas consigo mismo y su ambiente.

Dentro de su proceso terapéutico, la equinoterapia implementa algunas técnicas de relajación que permiten disminuir los niveles de estrés y ansiedad que pueden presentar algunos pacientes. Entre las técnicas implementadas, la música fue una de las estrategias que demostró que la utilización adecuada de ritmos y sonidos en combinación con el ritmo natural del caballo son dos factores esenciales que ayudan a relajar la musculatura y los niveles de estrés. Por lo anterior y en base a la experiencia observada durante las sesiones terapéuticas, es posible afirmar lo aportado por Soto (2015), quien menciona que la música es un medio afectivo que genera cambios psicológicos en el estado de ánimo de las personas.

En combinación con la música, la utilización de otras técnicas como la respiración profunda y la estimulación verbal de conductas, demostraron que el acompañamiento físico y verbal por parte del terapeuta, así como la promoción de una adecuada respiración e inhalación por parte del paciente, pueden disminuir significativamente el nivel de estrés y brindar una sensación de apoyo y seguridad.

La experiencia adquirida en el campo de la discapacidad, demostró que esta rehabilitación interviene con una gran variedad de discapacidades, como lo son: el autismo, síndrome de Down, epilepsia, trastornos de déficit de atención con hiperactividad, problemas de conductas, parálisis

cerebral y otros problemas de salud mental. La manera de intervenir en cada una de estas discapacidades, deja ver que a pesar de que la equinoterapia es un tratamiento con una metodología determinada en cuanto a su intervención, ésta también interviene de manera individual en el diagnóstico y necesidad de cada paciente, ya que implementa ejercicios y actividades ecuestres de acuerdo al área que requiera estimular.

En relación con las áreas que mostraron mayor avance respecto a los cuadros clínicos con los que se intervino, se encuentra el área psicosocial y la psicomotora. Dentro del área psicosocial se observó que la constante interacción del paciente con el terapeuta y el caballo, ayudó de manera significativa al mejoramiento de confianza y seguridad de los niños con los que se trabajó, ya que conforme fueron avanzando las sesiones los pacientes se mostraron más empáticos y seguros, tanto con el equipo de trabajo como con sus padres.

La realización de ejercicios de cepillar al caballo, acariciarlo, imitar sus movimientos y sonidos, fueron algunos ejercicios que brindaron una estimulación en áreas como la sociointegrativa, psicomotricidad y de sensopercepción.

En relación con los avances psicomotores, se observaron mejoras en la coordinación motriz, estabilidad del tronco, aumento de flexibilidad de brazos y piernas, así como mayor conciencia corporal, este tipo de avances se dieron principalmente en los cuadros de epilepsia, síndrome de Down y parálisis cerebral. En relación a áreas como la atención, concentración, conducta e interacción social los cuadros de autismo, hiperactividad y síndrome de Down fueron los que mostraron mayores avances.

La sensación de compromiso y esfuerzo que mostraron algunos pacientes en sus sesiones terapéuticas, demostró que la constante interacción entre el paciente y el caballo, desarrolla un vínculo emocional que involucra en el paciente algo más que un proceso de rehabilitación. Presenciar cómo se desarrolla una conexión emocional entre el niño y el caballo, ayudó a corroborar lo aportado por Gutiérrez (2007) & Gross (2006), quienes señalan que la interacción entre el caballo y el paciente crea un lazo afectivo de confidencialidad, que trae mejoras en la interacción psicosocial, autoestima y personalidad.

Por lo señalado, es posible mencionar que la equinoterapia es una alternativa terapéutica que abarca: el área física, involucra el área psicológica, cognitiva y social, reestructura el pensamiento, el lenguaje, la inteligencia, la atención, concentración y la autoestima.

Por los beneficios que el caballo ejerce en estas áreas, reconocemos que el psicólogo debe enfocarse de manera directa a reforzar y evaluar los aspectos emocionales y sociales que pueden interferir en una adecuada recuperación.

Por otro lado, abordar los sentimientos y emociones que los pacientes y los padres experimentan durante el proceso de recuperación, es un área de trabajo que se debe considerar para obtener mayores beneficios y lograr una rehabilitación integral.

Finalmente, el taller vivencial con los padres de familia, fue una actividad que les permitió concientizar el esfuerzo y los obstáculos que sus experimentan al momento de realizar una sesión

terapéutica. Es menester mencionar que las actividades del taller, ayudaron tal y como menciona Rocamora (2008), a reconocer los límites que implica una discapacidad promoviendo conductas resilientes en los padres y brindando un mayor apoyo emocional al paciente.

En definitiva, el psicólogo dentro del campo de la rehabilitación tiene la responsabilidad de comprometerse con una recuperación lo más integral posible; como profesional de la salud, debe conocer y estudiar los principios básicos de la equinoterapia y al mismo tiempo, promover actividades encaminadas a la investigación científica, que exponga de manera más precisa los avances alcanzados por medio de la equinoterapia.

Este tipo de actividades, no solamente mantendrá informados a la población sobre los beneficios de este tratamiento, sino que también ayudará a brindarle al psicólogo un papel más activo dentro de esta área de trabajo.

## Referencias

Acevedo, C., Miranda, C., Campos, M., Caraballo, R., Carpio, A., Cuadra, L., Marinis, J., Fandiño, J. Sander, L. (2008). *Informe sobre epilepsia en Latinoamérica*.

Agüero (2015). Síndrome de Asperge: Aspectos Discapacitantes y Valoración. Recuperado de <http://www.aspergeraragon.org.es/ARTICULOS/DOSSIER%20ASPERGER%20Valoracion%20Discapacidad.pdf>

Alberoni, S. (2013). *Impacto del nacimiento de una persona con discapacidad en la estructura familiar*. (Tesis de grado no publicada, Universidad Nacional de cuyo, Argentina). Recuperado de [http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/6554/tesis-fcpys-ts-2013-alberoni.pdf](http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6554/tesis-fcpys-ts-2013-alberoni.pdf)

American Psychiatric Association (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos Mentales*. (5ª ed.). Arlington, VA: American Psychiatric Publishing.

Bados, A., & García Grau, E. (2011). *Técnicas operantes*. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/18402/1/T%C3%A9cnicas%20operantes%202011.pdf>

Ballenato Prieto, G. (1996). *Discapacidad: un reto personal y familiar*. Recuperado de <http://www.cop.es/colegiados/m-13106/images/Art%C3%ADculoReto.pdf>

Cáceres, C. (2004). Sobre el concepto de discapacidad: Una revisión de las propuestas de la OMS. *Revista Electrónica de Audiología*. 2, 74-77. Recuperado de <http://www.auditio.com/revista/pdf/vol2/3/020304.pdf>

Deutsch Smith, D. (2003). *Bases Psicopedagógicas de la educación especial*. (4ª ed.). España: Pearson Prentice Hall.



- Escobedo, P., Cantón, M., y Sevilla, S. (2000). *Compendio de la educación especial*. México: Editorial manual moderno.
- Falke, G. (2009). Equinoterapia, enfoque clínico, psicológico y social. *Revista Asociación Médica Argentina*. 2, 6-19. Recuperado de [http://terapiaambcavall.com/wp-content/uploads/2011/11/Equinoterapia\\_Falke1.pdf](http://terapiaambcavall.com/wp-content/uploads/2011/11/Equinoterapia_Falke1.pdf)
- Fantova Azkoaga, F. (2000). Trabajar con las familias de las personas con discapacidades. *Siglo Cero*, 6, 33-49. Recuperado de [file:///C:/Users/Maritza/Downloads/Trabajar%20con%20las%20familias%20de%20las%20personas%20con%20discapacidades%20\(2002\)%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Maritza/Downloads/Trabajar%20con%20las%20familias%20de%20las%20personas%20con%20discapacidades%20(2002)%20(1).pdf)
- García Sarabia, S. (2010). *Equinoterapia: Un binomio con fines terapéuticos*. (Tesis de Licenciatura, Universidad Veracruzana, México). Recuperado de <http://cdigital.uv.mx/bitstream/12345678/733/2/Selene%20Garcia%20Sarabia.pdf>
- García, V. (2005). *Síndrome de asperger: un enfoque multidisciplinar*. *Actas de la 1.a jornada científico-sanitaria sobre síndrome de asperger*. Recuperado de <http://www.psycron.com/wp-content/uploads/2011/05/ASPERGERANDALUCIA.pdf>
- González, J., Montigny, C., Remillard, G., & Andermann, F. (1981). Tratamiento Psicológico de la Epilepsia. *Psiquis*, 2, 136-152. Recuperado de [http://www.psicoter.es/art/81\\_A025\\_04.pdf](http://www.psicoter.es/art/81_A025_04.pdf)
- González, E. (1995). *Necesidades educativas especiales*. Madrid: Editorial CCS.
- Gratch, O. (2003). *El trastorno por déficit de atención*. Argentina: Panamericana.
- Groos Naschert, E. (2006). *Equinoterapia: La rehabilitación por medio del caballo* (1ª ed.). México: Editorial Trillas.
- Hernández Tápanes, S. (s.f). *Conceptos básicos en rehabilitación*. Recuperado de <http://www.sld.cu/sitios/rehabilitacion/temas.php?idv=615>
- Hunter, K. (2000). *Manual del Síndrome de Rett: en palabras que tú puedes comprender, por los que te comprenden*. Recuperado de <http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/rehabilitacion-equino/capitulo13tratamiento.pdf>
- Madrigal, A. (2004). *La parálisis cerebral*. Recuperado de [http://sid.usal.es/idsocs/F8/FDO8993/paralisis\\_cerebral.pdf](http://sid.usal.es/idsocs/F8/FDO8993/paralisis_cerebral.pdf)
- Naranjo Flórez, R. (2014). *Avances y perspectivas en Síndrome de Asperger*. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/nova/v12n21/v12n21a07.pdf>
- Ortega, L. (2004). *El síndrome de Down*. México: Editorial Trillas.
- Ortega, S. (2012). *Cambios en la dinámica familiar con hijos con discapacidad*. Recuperado de <http://www.psicologiacientifica.com/hijos-con-discapacidad-cambios-familia/>

Ruiz Rodríguez, E. (2013). Cómo mejorar la atención de los niños con Síndrome de Down. *Revista Síndrome de Down*, 30, 63-75. Recuperado de <http://www.downcantabria.com/revistapdf/117/63-75.pdf>

Siboldi, J. (2011). *Síndrome de asperger y habilidades sociales: un abordaje grupal*. (Tesis de licenciatura, Universidad Teresa de Ávila, Parana Argentina). Recuperado de <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/sindrome-asperger-habilidades-sociales-abordaje.pdf>

Vázquez, J., Cárdenas, E., Fera, M., Benjet, C., Palacios, L., & Peña, F. (2010). *Guía clínica para el trastorno por déficit de atención e hiperactividad*. Recuperado de [http://www.inprf.gob.mx/opencms/export/sites/INPRFM/psicosociales/archivos/guias/guia\\_tdah.pdf](http://www.inprf.gob.mx/opencms/export/sites/INPRFM/psicosociales/archivos/guias/guia_tdah.pdf)

Verdugo, A. (1998). Personas con discapacidad: Perspectivas psicopedagógicas y rehabilitadoras. En L. Fuertes Zurita, J., & Porfirio Palomero, C. *Intervención temprana*. (pp. 925-967). Madrid: Siglo veintiuno de España.

Verdugo, A. (1998). *Personas con discapacidad: Perspectivas psicopedagógicas y rehabilitadoras*. En L. Durán Benítez, R., Delgado Morales, J & Dengra Molina, R. *Trabajo interdisciplinario en personas con discapacidad* (pp.1201-1264). Madrid: Siglo veintiuno de España.

Village, D. (1996). *El niño campesino deshabilitado*. Canadá: Rustica Ilustrados.

Weitzman, M. (2005). Terapias de Rehabilitación en niños con o en riesgo de Parálisis cerebral. *Revista Pediatría Electrónica*, 2, 47-51. Recuperado de [http://www.revistapediatria.cl/vol2num1/pdf/8\\_terapias\\_en\\_paralisis.pdf](http://www.revistapediatria.cl/vol2num1/pdf/8_terapias_en_paralisis.pdf)

Zamudio Basantana, G. (2009). Comunicación persuasiva y medicación de conflictos organizaciones en universidades. *Revista científica de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 29, 98-113. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/761/76120642006.pdf>

## **EVALUACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA INCLUYENTE Y PROBLEMÁTICA PARA DISCAPACITADOS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE JIQUILPAN**

Luis Fernando Mireles Guerrero<sup>1</sup>  
 arq\_fer50@hotmail.com<sup>1</sup>, rst\_1961@hotmail.com<sup>2</sup>  
 Instituto Tecnológico de Jiquilpan



**Resumen.** Es necesario cambiar la actitud de nosotros que conformamos la sociedad hacia los discapacitados, ellos deben de gozar de los mismos derechos que todos. Falta concientizarse que siempre habrá personas que se le dificultará utilizar con autonomía lo que nos rodea y que todos somos susceptibles de sufrir alguna discapacidad física temporal o permanente, por lo que es una realidad que nos involucra a todos, hoy en día la indiferencia hacia esta problemática de movilidad de personas discapacitadas es muy marcada, la mayoría de los espacios públicos carecen de instalaciones adecuadas para que todos sin importar su estado físico puedan realizar sus actividades sin dificultades, el caso del Instituto Tecnológico de Jiquilpan no es la excepción ya que sus instalaciones no fueron concebidas con infraestructura incluyente, en los últimos años ha trabajado en ello, pero de una forma inadecuada. Es por ello que se debe evaluar el estado actual de las instalaciones tomando en cuenta los Principios de Diseño Universal, los Criterios DALCO así como normas vigentes que garanticen la accesibilidad universal para que todos las personas puedan desarrollar las actividades cotidianas con completa accesibilidad al entorno construido así como una correcta evacuación hacia los puntos de reunión contemplando planes de contingencia para dotar de seguridad a las personas con discapacidad y fomentando el respeto a los derechos humanos, la inclusión de personas con discapacidad y salvaguardar sus garantías individuales, logrando con ello un mejor ambiente laboral y estudiantil, generando confort, seguridad, armonía y eficiencia en todos los aspectos.

**Palabras clave:** Evaluación, incluyente, accesibilidad.

## Introducción

Hoy en día la indiferencia y falta de concientización hacia la problemática de movilidad de personas discapacitadas es muy marcada, ya que en la mayoría de los espacios públicos carecen de instalaciones adecuadas y necesarias para que estos puedan realizar sus actividades cotidianas sin dificultades, todos somos susceptibles de sufrir alguna discapacidad física tanto temporal como permanente, por lo que es una realidad que nos involucra a todos, y es por ello que debemos tomar carta en el asunto en contra de la indiferencia hacia las personas con algún tipo de discapacidad del Instituto Tecnológico de Jiquilpan. Es responsabilidad de toda la sociedad civil y de los poderes públicos adecuar el entorno para que sea utilizado en igualdad de condiciones para todos, no importando su estado físico. Para lograrlo es tarea de todos y muy en especial de los profesionales de la arquitectura y urbanistas haciendo énfasis en el cuidado de cumplir con las normatividades que rigen las instalaciones para discapacitados en nuestros diseños urbano-arquitectónicos.

## Planteamiento del problema

En la actualidad el fenómeno de la discapacidad ha cobrado importancia por múltiples factores; entre ellos destacan, el área de la arquitectura y urbanismo que trata de concebir espacios, entornos y servicios para poder desarrollar tanto en el aspecto social, laboral, así como una vida sin obstáculos para los que padecen alguna discapacidad para realizar actividades esenciales de la

vida cotidiana. No obstante, parece ser que no ha cobrado la debida importancia a la hora de diseñar y construir espacios arquitectónicos públicos-urbanos ya que en la mayoría de los casos se olvida el aplicar las normas para personas con limitaciones funcionales, en otros casos si se toman en cuenta, pero a la hora de aplicarlas lo hacen de manera inadecuada. Cabe señalar que en la mayoría de los espacios públicos que ya están contruidos de hace años carecen de instalaciones adecuadas para discapacitados, en algunos de ellos se les han anexoado estas instalaciones, pero como en su diseño inicial no fueron concebidos para albergar estas instalaciones acaban por ser no funcionales como es el caso del Instituto Tecnológico de Jiquilpan. Es de suma importancia adecuar sus instalaciones para que sus usuarios tengan las mismas oportunidades sin excepción alguna de desarrollar sus actividades en igualdad de condiciones.

### **Justificación**

Es necesario que todos los usuarios del Instituto Tecnológico de Jiquilpan tengan las mismas oportunidades en igualdad de condiciones sin importar su estado físico, es por ello que se debe rediseñar las instalaciones para discapacitados con la flexibilidad que cubra las necesidades de todas las personas, y con las medidas de apoyo específicas para que todo usuario pueda desarrollar las actividades cotidianas sin ninguna limitación y la completa accesibilidad al entorno construido.

De lo anterior cabe la necesidad de analizar minuciosamente la infraestructura para discapacitados con la que cuenta las instalaciones del Instituto Tecnológico de Jiquilpan para posteriormente rediseñar toda la infraestructura para el correcto funcionamiento de las instalaciones de la institución. Cabe mencionar que para ello es necesario concientizar a toda la comunidad de la relevancia que tiene el generar un cambio en nuestra conducta social respecto a las personas discapacitadas.

### **Objetivos**

Diagnosticar el estado físico actual de la infraestructura en cuanto a instalaciones para discapacitados del Instituto Tecnológico de Jiquilpan, así como verificar que cumplan con las normas de diseño establecidas para su correcto funcionamiento y una adecuada accesibilidad tomando en cuenta los principios del diseño universal.

### **Objetivos Específicos**

- Propiciar la concientización de toda la comunidad tecnológica de la problemática de accesibilidad para los discapacitados y cambiar la actitud de indiferencia hacia los mismos.
- Contribuir por medio de la evaluación de la infraestructura incluyente a la rehabilitación y acondicionamiento a las instalaciones, mobiliario y o equipo para discapacitados del Instituto

Tecnológico de Jiquilpan para garantizar la seguridad de las personas con alguna discapacidad física.

-Determinar los requisitos que debe cumplir las instalaciones para personas con capacidades diferentes del Instituto Tecnológico de Jiquilpan en cuanto a las características arquitectónicas, basados en las normatividades existentes.

-Considerar en el crecimiento futuro de estructura física las normatividades vigentes para su correcto funcionamiento en cuanto a seguridad y accesibilidad.

## **Hipótesis**

Con el desarrollo de este proyecto de investigación se logrará el reacondicionamiento de la infraestructura física para una eficaz y segura accesibilidad a todos los espacios del Instituto Tecnológico de Jiquilpan.

Se logrará cambiar la actitud de toda la comunidad tecnológica hacia las personas con diferentes capacidades. Se hará un mejor uso del mobiliario, equipo, aulas, talleres, laboratorios y anexos tomando en cuenta todo tipo de usuario.

Con todo lo anterior se alcanzará un mejor ambiente laboral, estudiantil, generando confort, seguridad y armonía. Y esto dará como resultado eficiencia en todos los aspectos de toda la comunidad Tecnológica.

## **Desarrollo**

### **Antecedentes Teóricos**

#### *La inclusión en México*

La idea de una educación para la diversidad sintetiza los ideales expresados, especialmente en una nación como México, que tiene como principal característica la heterogeneidad en todos sentidos: cultural, social, económica, étnica, lingüística, de género, geográfica, religiosa, y, especialmente, la heterogeneidad debida a las características personales. El gran reto de la educación en estos días consiste en responder con eficiencia a las necesidades educativas que se derivan de esta heterogeneidad. México tardó en contraer políticamente este compromiso hasta que finalmente asumió las propuestas de la ONU. La Comisión Nacional de Derechos Humanos elaboró el documento de Derechos Humanos de los Discapacitados con la finalidad de establecer los principios básicos del orden normativo mexicano. En el contexto de una educación para la diversidad, en los últimos años ha surgido en México una política educativa cuyo principal objetivo es el de lograr la integración de las personas con necesidades educativas especiales, con y sin discapacidad, a la escuela regular, esfuerzo que ha estado dirigido principalmente al nivel de la educación básica, pero sin perder de vista que la integración abarca todos los niveles educativos. Las experiencias que se han venido desarrollando, indican que las exigencias de la

integración son grandes, pues no sólo se requiere de una profunda convicción por parte de las autoridades educativas, los profesores, los alumnos, los padres y, en general, de la sociedad, sobre sus ventajas y conveniencia, sino que también implica modificaciones en las formas de llevar a cabo el trabajo educativo con un sentido incluyente en las instituciones. (ANUIES)

## Antecedentes Conceptuales

### Conceptos

Persona con Discapacidad: Toda persona que por razón congénita o adquirida presenta una o más deficiencias de carácter físico, mental, intelectual o sensorial, ya sea permanente o temporal y que al interactuar con las barreras que le impone el entorno social, pueda impedir su inclusión plena y efectiva, en igualdad de condiciones con los demás. (Congreso de la Unión, 2015)

Discapacidad: Es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.

Accesibilidad: Las medidas pertinentes para asegurar el acceso de las personas con discapacidad, en igualdad de condiciones con las demás, al entorno físico, el transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de la información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales. (Gobernación S. d., 2016)

Accesibilidad universal: entendida como la condición que deben cumplir los entornos, procesos, bienes, productos y servicios, así como los objetos o instrumentos, herramientas y dispositivos, para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas en condiciones de seguridad y comodidad y de la forma más autónoma y natural posible. (<http://www.discapnet.es/areas-tematicas/nuestros-derechos/preguntas-y-respuestas>, s.f.)

Ruta accesible: Camino o recorrido designado que sigue o deben seguir las personas con discapacidad. Ruta de evacuación (o medio de egreso): un camino de recorrido continuo y sin obstrucciones desde cualquier punto en un edificio o estructura hasta una vía pública que consiste en tres partes separadas y distintas: el acceso a la salida, la salida y la descarga de salida. (Administración Pública Del Distrito Federal S. D., 2011)

El diseño universal: Es un paradigma del diseño relativamente nuevo, que dirige sus acciones al desarrollo de productos y entornos de fácil acceso para el mayor número de personas posible, sin la necesidad de adaptarlos o rediseñarlos de una forma especial. El concepto surge del diseño sin barreras, del diseño accesible y de la tecnología asistida de apoyo. A diferencia de estos conceptos el diseño universal alcanza todos los aspectos de la accesibilidad, y se dirige a todas las personas, incluidas las personas con discapacidad. Resuelve el problema con una visión holista, partiendo de la idea de la diversidad humana. El propósito es simplificar la realización de las tareas cotidianas mediante la construcción de productos, servicios y entornos más sencillos de

usar por todas las personas y sin esfuerzo alguno. Así pues, beneficia a todas las personas de todas las edades y habilidades. ([https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o\\_universal](https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_universal), s.f.)

### **Principios del Diseño Universal o Diseño para Todos**

Los 7 Principios del Diseño Universal o Diseño para Todos, se centran en el diseño utilizable universalmente o por todos, pero hay que tener en cuenta que en el diseño intervienen otros aspectos, como el coste, la cultura en la que será usado, el ambiente, etc.; que tampoco pueden olvidarse.

*1<sup>er</sup> Principio: Uso equiparable:* **El diseño es útil y vendible a personas con diversas capacidades.**

Pautas para el Principio 1; Que proporcione las mismas maneras de uso para todos los usuarios: idénticas cuando es posible, equivalentes cuando no lo es. Que evite segregar o estigmatizar a cualquier usuario. Las características de privacidad, garantía y seguridad deben estar igualmente disponibles para todos los usuarios. Que el diseño sea atractivo para todos los usuarios.

*2<sup>o</sup> Principio: Uso flexible:* **El diseño se acomoda a un amplio rango de preferencias y habilidades individuales.** Pautas para el Principio 2; Que ofrezca posibilidades de elección en los métodos de uso. Que pueda accederse y usarse tanto con la mano derecha como con la izquierda. Que facilite al usuario la exactitud y precisión. Que se adapte al paso o ritmo del usuario.

*3<sup>o</sup> Principio: Simple e intuitivo:* **El uso del diseño es fácil de entender, atendiendo a la experiencia, conocimientos, habilidades lingüísticas o grado de concentración actual del usuario.** Pautas para el Principio 3; Que elimine la complejidad innecesaria. Que sea consistente con las expectativas e intuición del usuario. Que se acomode a un amplio rango de alfabetización y habilidades lingüísticas. Que dispense la información de manera consistente con su importancia. Que proporcione avisos eficaces y métodos de respuesta durante y tras la finalización de la tarea.

*4<sup>o</sup> Principio: Información perceptible:* **El diseño comunica de manera eficaz la información necesaria para el usuario, atendiendo a las condiciones ambientales o a las capacidades sensoriales del usuario.** Pautas para el Principio 4; Que use diferentes modos para presentar de manera redundante la información esencial (gráfica, verbal o táctilmente). Que proporcione contraste suficiente entre la información esencial y sus alrededores. Que amplíe la legibilidad de la información esencial. Que diferencie los elementos en formas que puedan ser descritas (por ejemplo, que haga fácil dar instrucciones o direcciones). Que proporcione compatibilidad con varias técnicas o dispositivos usados por personas con limitaciones sensoriales.

*5<sup>o</sup> Principio: Con tolerancia al error:* **El diseño minimiza los riesgos y las consecuencias adversas de acciones involuntarias o accidentales.** Pautas para el Principio 5; Que disponga los elementos para minimizar los riesgos y errores: elementos más usados, más accesibles; y los

elementos peligrosos eliminados, aislados o tapados. Que proporcione advertencias sobre peligros y errores. Que proporcione características seguras de interrupción. Que desaliente acciones inconscientes en tareas que requieren vigilancia.

*6° Principio: Que exija poco esfuerzo físico: El diseño puede ser usado eficaz y confortablemente y con un mínimo de fatiga.* Pautas para el Principio 6; Que permita que el usuario mantenga una posición corporal neutra. Que utilice de manera razonable las fuerzas necesarias para operar. Que minimice las acciones repetitivas. Que minimice el esfuerzo físico continuado.

*7° Principio: Tamaño y espacio para el acceso y uso: Que proporcione un tamaño y espacio apropiados para el acceso, alcance, manipulación y uso, atendiendo al tamaño del cuerpo, la postura o la movilidad del usuario.* Pautas para el Principio 7; Que proporcione una línea de visión clara hacia los elementos importantes tanto para un usuario sentado como de pie. Que el alcance de cualquier componente sea confortable para cualquier usuario sentado o de pie. Que se acomode a variaciones de tamaño de la mano o del agarre. Que proporcione el espacio necesario para el uso de ayudas técnicas o de asistencia personal. (<http://sidar.org/recur/desdi/usable/dudt.php>, s.f.)

**Criterios DALCO:** Conjunto de requisitos relativos a las acciones de Desplazamiento, Aprehensión, Localización y Comunicación que ha de satisfacerse para garantizar la accesibilidad universal. ***Desplazamiento D:*** Acción de dirigirse de un sitio a otro de manera autónoma. El desplazamiento puede ser horizontal, es decir, la que se produce desplazándose por calles corredores, dependencias, etc. y vertical, como la que se produce subiendo o bajando peldaños, escaleras, rampas, etc. ***Aprehensión A:*** Acción de tomar, recoger o asir alguna cosa. Lleva implícita la acción de alcanzar lo que vaya a ser asido. ***Localización L:*** Acción de averiguar el lugar o momento preciso en el que está algo, alguien o puede acontecer un suceso. La acción de localización está directamente relacionada con la orientación. ***Comunicación CO:*** Acción de intercambio de la información necesaria para el desarrollo de una actividad. (Comite Tecnico de la AEN/CTN 170 Necesidades y Adecuaciones Para Personas con Discapacidad, 2007)

## Metodología

La metodología por aplicar será con la comprobación del cumplimiento de los requisitos DALCO en cada uno de los aspectos, así como el cumplimiento de las normas que rigen las instalaciones para discapacitados y los principios de diseño universal. Primeramente, el análisis de la accesibilidad se basa en los cuestionamientos siguientes:

¿Cómo se llega a los distintos puntos del Instituto Tecnológico de Jiquilpan? ¿Cuál es el recorrido más adecuado y seguro para evacuación de las instalaciones en caso de contingencia? ¿Cómo se desarrollan las actividades de un discapacitado en el Instituto Tecnológico de Jiquilpan?

Que pueden responderse sintéticamente de la siguiente forma:

- \* Resolviendo los problemas de maniobra y cambio de nivel; para poderse desplazar.
- \* Solucionando las cuestiones relacionadas con el alcance y el control para poder utilizarlo.
- \* Proponiendo una restructuración de la infraestructura, mobiliario y equipo del Instituto.

## Criterios de deambulaci3n

### Accesos

#### Cruce Peatonal Entre Banquetas

**Evaluaci3n:** En este caso se analiza la entrada principal a nivel v3a p3blica, desde el trazado, dise1o y entorno sea accesible que permita la deambulaci3n a todos los usuarios, para lo cual se deduce que no cuenta con una infraestructura incluyente ya que carece rampas en las banquetas y un cruce peatonal directo al acceso de la escuela, as3 como un acceso seguro y c3modo para todos.



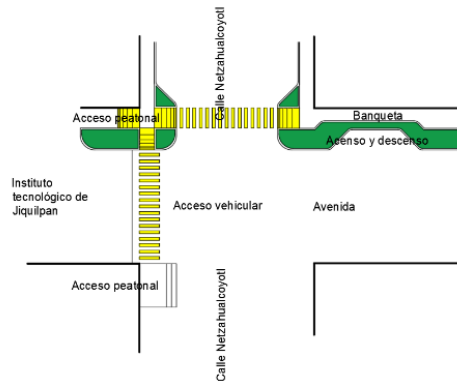
**Fotograf3a 1: Acceso principal del Instituto Tecnol3gico de Jiquilpan.**

*Fuente: Fotograf3a tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoac3n, (2017)*

Para la mejora de este acceso principal se propone lo siguiente:

Crear un acceso directo que conecte la banqueta principal de la avenida al acceso de la instituci3n por el lado poniente incluyendo rampas y franjas peatonales se1aladas con color amarillo, una bah3a de ascenso y descenso.





**Figura 1: Propuesta para acceso principal.**

*Fuente: Elaboración propia basada en datos obtenidos de campo*

## Zonas de circulación

### *Pasillos*

**Evaluación:** El ancho mínimo requerido de los pasillos en interiores como exteriores, si cumple ya que cuentan con las medidas adecuadas. La superficie de los pisos en los pasillos exteriores son materiales lisos y antiderrapantes siendo los adecuados. Se puede constatar que la pendiente transversal de los pasillos si cumplen ya que no tienen un máximo de 2%, a pesar de ello si se crean encharcamientos en tiempos de lluvia. Los pasillos de circulación que cuentan con lados expuestos hacia vacíos si cuentan con una protección lateral, pero en otros todavía no los tiene o si los tiene es solamente de un solo lado, es de suma importancia que se homogenice este aspecto para que cumpla con las normas y así todos los usuarios puedan desplazarse a lo largo y ancho del Instituto y llegar a los lugares y objetos a utilizar con comodidad y seguridad.



**Fotografía 2: Pasillo interior del edificio R.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*





**Fotografía 3: Pasillo exterior con protección lateral en un solo lado.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### ***Puertas***

***Evaluación:*** En lo concerniente a las puertas de acceso, intercomunicación y salida se cumple la norma de altura mínima de 2.10, y anchura libre de 0.60 m así mismo se respeta la disposición de los abatimientos y de la altura de la chapa que es superior a los 0.60m. Los abatimientos en puertas son en sentido opuesto al usuario (empujar), cumpliendo con las dimensiones mínimas reglamentarias. En este Tecnológico no contamos con casos de puertas en serie, contiguas u opuestas. Las manijas de puertas destinadas a espacios también para personas con discapacidad no son de tipo palanca o de apertura automática. Así mismo no contamos puertas giratorias o torniquetes, únicamente en el caso de la biblioteca el control de acceso interior es de tipo giratorio impidiendo con ello el correcto acceso a personas con silla de ruedas. Las puertas cumplen con la disposición en ancho y altura mínima, pero no con la chapa la cual debe ser del tipo palanca.

### ***Mobiliario y equipo***

***Evaluación:*** En este rubro los salones de clases no cuentan con un espacio para uso prioritario de personas con discapacidad, en cuanto a la colocación de los pizarrones están colocados un poco más altos de la medida de noventa centímetros y en cuanto a los espacios si están libres de obstáculos por lo que no invaden las circulaciones. En base a lo anterior se puede deducir que no cumple al cien por ciento este rubro por lo cual también hay que tomar la debida atención para resolver este problema.



**Fotografía 4: Escalón a pie de pizarrón que impide el libre acceso.**

*Fuente: Fotografía tomada por Ricardo Silva, Jiquilpan, Michoacán, (2017).*

### ***Laboratorios y Talleres.***

**Evaluación:** Las disposiciones para las mesas de trabajo de los laboratorios de Bioquímica, Química y Tecnología de Alimentos se cumplen satisfactoriamente (0.80 m de altura y 0.75 m libres en espacio inferior que facilita la circulación), pero no para el laboratorio de Operaciones Unitarias el cual no se cuenta con mesas de trabajo, si con equipo tipo torre y diseñado para ser utilizado exclusivamente por personas sin discapacidad. En el Laboratorio de Operaciones Unitarias los paneles de control de los equipos tienen una altura del piso, mayor a 1.20 m, limitando con ello el uso de los mismos por personas que utilicen silla de ruedas o con alguna otra discapacidad, como el uso de muletas o dimensiones antropométricas diferentes.



**Fotografía 5: Laboratorio de Bioquímica.**

*Fuente: Fotografía tomada por Ricardo Silva, Jiquilpan, Michoacán, (2017).*



**Fotografía 6: Laboratorio de Tecnología de Alimentos.**

*Fuente: Fotografía tomada por Ricardo Silva, Jiquilpan, Michoacán, (2017).*

### ***Bibliotecas.***

***Evaluación:*** En cuanto a el espacio destinado para la biblioteca no cuenta con libros de escritura Braille, ni con audio libros, tiene un mostrador para personas con discapacidad, no tiene libreros al alcance de la mano para personas con sillas de ruedas, tiene ficheros de consulta electrónica a la altura adecuada. El área entre libreros es suficiente para circular con silla de ruedas, pero no para acceder a los libros a una altura mayor a un metro. Con lo que no cuenta es con un acceso viable para usuarios con silla de ruedas. Este último punto es medular ya que, aunque cumpliera con todos los aspectos interiores de la biblioteca no cuenta con un acceso viable, por lo tanto, no cumple su función correctamente.



**Fotografía 7: Acceso a la biblioteca.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### ***Auditorios.***

**Evaluación:** El espacio destinado para auditorio de usos múltiples, no está diseñado para albergar ni un solo usuario que utilice silla de ruedas, ya que desde el acceso al mismo no cuenta con un acceso incluyente, mucho menos está dotado con la infraestructura interior incluyente, cabe mencionar que los usuarios de este auditorio no solo son deportistas que gozan de una movilidad corporal al cien por ciento, también tiene la necesidad de hacer uso de este espacio una personas con alguna discapacidad ya sea como publico espectador, como ponente o participante de algún congreso.



**Fotografía 8: Interior del auditorio de usos múltiples vista hacia el escenario.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*



**Fotografía 9: Acceso al auditorio de usos múltiples.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

**Sanitarios.**

**Evaluación:** Actualmente nuestro Instituto Tecnológico cuenta con algunos módulos sanitarios con inodoros para uso de personas con discapacidad los cuales se evaluarán más adelante, esta norma no aplica ya que los módulos que actualmente no cuentan con inodoros para discapacitados pueden ser sustituidos por los sanitarios que, si lo tienen, o existe la alternativa de adecuar e incluir nuevos espacios con inodoros para minusválidos. Por tal razón se considera innecesario los inodoros confinados, ya que la solución es la adecuación de los existentes.

### ***Inodoros.***

**Evaluación:** El Instituto Tecnológico de Jiquilpan cuenta con módulos sanitarios para alumnos, con espacios para inodoros para uso exclusivo para discapacitados, cabe destacar que si bien cumplen con la norma de dimensiones no la cumplen por los accesorios necesarios o señalamientos del símbolo internacional de accesibilidad lo anteriormente citado se puede solucionar sin mayores problemas. Por otro lado, otros espacios como la biblioteca, la administración, cubículos maestros y auditorio, en sus módulos sanitarios no cuentan con inodoro para uso de personas en silla de ruedas, que en la mayoría de los casos es factible adecuar las instalaciones para la integración de un inodoro con características especiales. Los módulos sanitarios para alumnos si cuentan con inodoros para discapacitados con dimensiones que respetan la norma citada previamente, pero que en relación con los accesorios se deberá hacer un análisis detallado por modulo ya que estos no integran en la mayoría de los casos todos los accesorios en los materiales, calidad y dimensiones requisitadas. Esto implica adecuaciones menores a los inodoros para personas especiales, ya que el problema son los accesorios y no el mueble sanitario ni las dimensiones del espacio de uso.



**Fotografía 10: Toma del interior de los baños del edificio Q.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### ***Mingitorios.***

**Evaluación:** El Tecnológico cuenta en todos los sanitarios para hombres con mingitorios, con diferentes alturas a los 0.40 m sobre el nivel de piso terminado, que establece la norma, como se observa en las siguientes imágenes. Estos mingitorios carecen de los accesorios necesarios como barras de apoyo y gancho portamuletas, también necesarios por norma.



**Fotografía 11: Toma del interior de los baños del edificio Q.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### **Lavabos.**

**Evaluación:** En todos los módulos sanitarios se cuenta con área de lavabos a la altura que indica la norma de 0.80 m de altura sobre N.P.T. en la mayoría de los casos. No cuentan con manerales tipo palanca y la colocación de accesorios como jaboneras, dispensadores, toallas de papel, varía en sus dimensiones. El problema más significativo es el cambio de manerales en todos los lavabos por lo que representa el costo. En relación con el cambio de ubicación de accesorios es un problema fácil de solucionar, aunque la cantidad de lavabos sea significativa.



**Fotografía 12: Toma del interior de los baños del edificio Q.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*



### ***Estacionamientos.***

***Evaluación:*** En este rubro de estacionamientos se tiene una falla muy marcada dentro de los dos estacionamientos que cuenta el Instituto Tecnológico de Jiquilpan, esto es un punto que demuestra la falta de concientización de toda la Comunidad Tecnológica hacia las personas con alguna discapacidad. El primer error que se detecta es, que, en el estacionamiento principal, la zona ideal para la albergar los cajones de estacionamiento para usuarios con alguna discapacidad se localizan los estacionamientos exclusivos de uso oficial es decir los vehículos de la propia institución. Otro problema muy marcado es que solo hay dos cajones de estacionamiento dentro de toda la institución y este lo mal ocupan personas que no tienen ninguna discapacidad.



**Fotografía 13: Toma de cajones de estacionamiento exclusivo uso oficial.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*



**Fotografía 14: Toma de cajones de estacionamiento para discapacitados.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### **Espacios de aproximación y maniobra**

***Evaluación:*** El acceso y circulación libres y sin obstáculos desde la calle y desde las áreas de estacionamiento de vehículos, hasta las plantas bajas de todos y cada uno de los edificios de los inmuebles escolares, no se cumple en varios casos; El acceso a laboratorios no es libre de

obstáculos, tampoco se cumple con símbolos de accesibilidad. No tiene mobiliario adecuado para que las personas con discapacidad desarrollen adecuadamente sus actividades dentro de las instalaciones. Ninguna de las rampas existentes cumple la norma de pendiente mínima. No se cuenta con un sistema de alarma sonora y luminosa de emergencia con los dos tipos de luces, roja y amarilla; la primera para indicar emergencia de primer grado, donde se tiene que evacuar el edificio y la segunda será para casos de emergencia en los que se debe evitar utilizar determinadas zonas de peligro.

### ***Salidas de emergencia***

***Evaluación:*** Este rubro es otro de los aspectos que se ha pasado por desapercibido ya que ningún edificio de la institución está dotado de salidas de emergencia en caso de contingencia bien planeadas y mucho menos estas salidas incluyen a las personas con algún tipo de discapacidad.

### **Obstáculos**

#### ***Obstáculos fijos a la pared.***

***Evaluación:*** No se cuenta con obstáculos en las circulaciones de pasillos, banquetas o andadores fijos a la pared que sobresalgan más de 10 cm.

### **Cambios de plano**

#### ***Escaleras***

***Evaluación:*** El ancho de las escaleras de los edificios “Q” y “E” si tienen el ancho mínimo que establece la norma, Pero solamente la escalera del edificio “Q” cuenta con pasamanos. No existe en ninguna de las escaleras previo al arranque de los escalones, así como final de los mismos, un cambio de textura o pavimento táctil de mínimo. En cuanto a los peraltes y huellas si cumple con las medidas que se estipulan y si tienen una franja antiderrapante. Al principio y final del pasamanos no cuenta con el número de piso en alto relieve.





**Fotografía 15: Toma de escaleras del edificio Q.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*



**Fotografía 16: Toma de escaleras del edificio E.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### ***Escalones***

***Evaluación:*** El tramo de escaleras de acceso al auditorio de usos múltiples y del acceso al edificio Q, no cuenta con pasamanos en ambos lados. En cuanto a las escaleras del acceso al edificio administrativo si cuenta con pasamanos laterales, así como pasamanos intermedio por lo tanto este si cumplen con lo estipulado en la norma.



**Fotografía 17: Toma de escaleras del edificio administrativo.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### **Rampas**

**Evaluación:** La mayoría de las rampas si cumplen con el ancho mínimo de 1.00 m y 1.20. El piso es firme, uniforme, aunque no tan antiderrapante en algunas de ellas. No tienen cambios de textura o pavimento para identificar el área de aproximación al inicio y término de la rampa, solamente están delimitadas por una línea de color amarillo en todos sus lados. En otros casos como se aprecia en la fotografía 39 las rampas terminan en terracería y tienen una diferencia de nivel entre la rampa y el piso de donde se pretendería subir por lo que esas rampas no tienen ningún uso ya que son inaccesibles además de que los automóviles se estacionan muy cerca de ellas dejando completamente inaccesible la rampa.



**Fotografía 18: Toma de escaleras y rampas de intercomunicación a los diferentes edificios.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*



**Fotografía 19: Toma de rampas de acceso al edificio R.**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### **Pavimentos**

**Evaluación:** Es este rubro de pavimentos táctiles, el Instituto Tecnológico de Jiquilpan no cuenta con ningún espacio que tenga las texturas para que los usuarios con discapacidad visual se desplacen con mayor seguridad y advierta o alerte de cambios de nivel o dirección.

### **Criterios de la Aprehensión**

#### **Elementos para la localización**

**Evaluación:** No se cuenta con señalización e iluminación de productos y servicios que se ofrece a los usuarios en el Instituto Tecnológico, razón por la cual es necesario implementar dicha señalización, dado que la carencia de ello puede incluso provocar un accidente.

### **Ubicación**

**Evaluación:** Para la ubicación y distribución de los elementos y productos a manipular y la de las máquinas o equipos que se ubican sobre todo en laboratorios y talleres es necesario observar de manera puntual lo que establece la norma como elementos de prevención de accidentes en el uso de equipo y/o mobiliario que permita la aproximación, el alcance y los movimientos requeridos para su correcto y seguro uso.

### **Diseño**

**Evaluación:** Como se analizó previamente es importante considerar en el diseño de: Equipo, mobiliario, circulaciones etc. el uso de los mismos por personas con diferentes capacidades ya

que el problema más relevante con el que nos encontramos es que los equipos en laboratorios están diseñados para uso exclusivo de personas sin discapacidad, aunado a ello el acceso a cada espacio se ve limitado por la falta de concientización del profesional de la arquitectura en la aplicación correcto del reglamento en referencia. En conclusión, esta escuela está diseñada desde su origen para uso exclusivo de personas sin discapacidad, el posibilitar y facilitar el acceso a una educación superior de calidad a personas minusválidas implica cambios profundos y costosos, que se pudieron evitar en su inicio.

### **Servicios Auxiliares**

Los responsables de la oferta de productos o servicios deben poner a disposición de los usuarios el personal auxiliar y los servicios que les permitan resolver las posibles dificultades o impedimentos que pudieran surgir en las acciones de manipulación, sin perjuicio de la puesta en marcha de las actuaciones que permitan, en su caso, corregir las no conformidades. (Certificación, 2007)

**Evaluación:** En una institución educativa de nivel superior publica como es el Instituto Tecnológico de Jiquilpan por razones obvias está muy limitada en contratar a personal auxiliar que permitan resolver posibles dificultades o impedimentos en acciones de manipulación.

### **Criterios de Localización**

#### **Señalización**

**Evaluación:** En este rubro carece de un sistema de señalización, acústica y mucho menos táctiles o su combinación, En cambio si cuenta con una la señalización visual que facilitar al usuario la información que le permita ejecutar las acciones que corresponde en cada momento. Para la identificación de todos los espacios del Instituto si se identifican plenamente cada edificación, así como también sus espacios internos, pero no cuenta con la señalización adecuada que pueda orientar el camino a tomar para trasladarse a un lugar determinado, o la posible ruta de desplazamiento para llegar a él. En cuanto a la iluminación todos sus espacios cuentan con una iluminación tanto natural como artificial adecuada. En cuanto al Símbolo Internacional de Accesibilidad no se utiliza de una manera uniforme y suficiente en la infraestructura física para indicar entradas, rutas accesibles o localización de servicios adaptados para personas con alguna discapacidad.



**Fotografía 20: Modulo de sanitarios alumnos.**

*Fuente: Fotografía tomada por Ricardo Silva, Jiquilpan, Michoacán, (2017).*

### Señalización Informativa y Comunicación Sensorial

**Evaluación:** Como consecuencia de no integrar al diseño arquitectónico y al de equipo y mobiliario las normas que establecen la posibilidad de que personas con alguna capacidad diferente puedan acceder como en este caso a una educación de calidad, tenemos la carencia de ofrecer a este tipo de usuarios la fácil localización e identificación de lugares y objetos, provocando con ello mucha dificultad al usuario.



**Fotografía 21: Se carece de una correcta señalización informativa de ubicación**

*Fuente: Fotografía tomada por Luis Fernando Mireles, Jiquilpan, Michoacán, (2017)*

### Rutas de Evacuación

**Evaluación:** La señalización en vías exteriores, visual, táctil y auditiva, así como elementos de señalización informativa y comunicación sensorial, prácticamente no existen, en cuanto a las rutas de evacuación y salidas no existe ninguna ruta ni siquiera planeada mucho menos señalizada, No existen medidas de emergencia que tomen en cuenta a las personas con

discapacidades sensoriales en especial en lo referente a la notificación de situación de emergencia mediante los diferentes sistemas de alarma y la iluminación. Es de suma importancia proveer de un adecuado plan de evacuación de todas las personas o en su caso plantear un refugio alternativo. Existen cinco puntos de reunión en toda la escuela localizándose en el estacionamiento de alumnos, frente a la biblioteca y edificio administrativo, en la plazoleta del auditorio de usos múltiples y frente al edificio R y entre la cafetería y el centro de cómputo, pero no hay información visual que dirija a esos puntos.

## **Orientación e iluminación**

**Evaluación:** En relación con la Orientación e iluminación aunado al punto anterior, no se cuenta con elementos señaladores con adecuada iluminación en lugares importantes que permitan a todo usuario identificar lugares y elementos varios que pueden provocar un accidente por la falta de estos elementos.

## **Criterios de Comunicación**

### **Señalización Para Personas Con Discapacidad Visual**

**Evaluación:** No se cuenta con criterios de comunicación que permita obtener la información precisa para que el entorno pueda ser utilizable por todas las personas en condiciones de seguridad, comodidad y de la forma más autónoma y natural posible, problemática que se debe atender de manera inmediata, dadas las características topográficas del terreno accidentado debe ser prioridad considerar estos criterios de comunicación que advierten al usuario invidente en situaciones de peligro y emergencia, que dan instrucciones y cualquier otra información de interés para el uso del entorno.

## **Conclusiones y recomendaciones**

Como en la mayoría de las instituciones educativas no fueron diseñadas en un principio para albergar infraestructura incluyente siendo este un problema generalizado se han tomado medidas de reacondicionamiento e inclusión de esta infraestructura. Pero no han sido suficientes, por un lado, por la mala adecuación o interpretación de las normas vigentes y por otro la situación económica del país. Estos factores han sido las limitantes no solo a nivel local sino a nivel nacional. No obstante, a pesar de las acciones que se han realizado han sido insuficientes y es por ello que necesitamos tomar cartas en el asunto para tener un entorno incluyente en todos los sentidos.

Aunado a ello la falta de concientización de toda la comunidad tecnológica hacia las personas con alguna discapacidad está muy marcada, al parecer hace falta que hasta que se esté personalmente



en situación de discapacidad es cuando se verá la dimensión de la problemática que se vive sin un entorno accesiblemente universal.

Además, la falta de planeación para rutas de evacuación y planes de acción en caso de emergencia es algo que no se debe dejar al olvido ya que no estamos exentos de sufrir alguna situación de riesgo ya sea por pánico, fuego o sismo. Debido a esto se debe planificar e implementar estas rutas de evacuación de tal modo que se garantice el desalojo de todos los usuarios hasta el último ocupante ubicado en la situación más desfavorable y esto deberá incluir obvio a las personas con discapacidad.

Este tipo de evaluación de infraestructura incluyente se debería escalar a todas las instituciones de educación en todos los niveles ya que esto daría una radiografía del estado actual real de todas ellas, y esto serviría para dar un paso más firme para tomar acciones que favorezcan a la infraestructura incluyente para que con ello se logre un mejor ambiente laboral, estudiantil, generando confort, seguridad y armonía.

A pesar de que se ha hecho mucho ha sido insuficiente todas las acciones en el aspecto de accesibilidad universal, por lo tanto, el estado actual de la infraestructura incluyente del Instituto Tecnológico de Jiquilpan no cumple al cien por ciento con las normas vigentes y si se tuviera que asignar una calificación numérica se le asignaría un 50 en una escala de 1 a cien todo esto fundamentado en el resultado del presente proyecto de investigación.

## Referencias

- Administración Pública Del Distrito Federal, S. D. (2011). *NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA EL PROYECTO ARQUITECTÓNICO*. Ciudad de Mexico.
- Administración Pública Del Distrito Federal, S. d. (2011). *Norma Técnica Complementaria para el Proyecto Arquitectónico*. Órgano de Difusión del Gobierno del Distrito Federal.
- Antonio Gutiérrez Martínez, C. (2006). *Guía para la elaboración de Atlas Estatales y Municipales de Peligros y Riesgos, Fenómenos Geológicos*. 1ra edición Serie Atlas de Riesgos.
- ANUIES. (s.f.). *Manual para la Integración de Personas con Discapacidad en las Instituciones de Educación Superior*. México.
- Cenapred. (2013). *Peligros Geológicos relevantes durante el periodo 1810-2010*. Versión electrónica.
- Cenapred. (2014). *Diagnostico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México*. Cenapred.
- Certificación, C. t. (2007). Norma UNE 170001-1 Accesibilidad Universal, Criterios DALCO. España: AENOR.

Cfe. (s.f.). *Diseño por sismo*.

Comite Tecnico de la AEN/CTN 170 Necesidades y Adecuaciones Para Personas con Discapacidad, A. (2007). *Accesibilidad Universal, Norma Española UNE 170001-1*. AENOR 2007.

Congreso de la Unión. (2015). *Ley General Para La Inclusión De Las Personas Con Discapacidad*.

Educativa, I. N. (2012). *Norma de accesibilidad, Volumen 3 Habitabilidad y Funcionamiento, Tomo 2*.

Federal, A. L. (1993). *REGLAMENTO DE CONSTRUCCIONES PARA EL DISTRITO FEDERAL*. Diario Oficial de la Federación.

García Arróliga, N., Marín Cambranis, R., & Méndez Estrada, K. (2014). *Guía básica para la elaboración de atlas estatales y municipales de peligros y riesgos, Evaluacion de la vulnerabilidad fisica y social*. Cenapred.

Gelman Muravchik, O. (1996). *Desastres y proteccion civil, Fundamentos de Investigacion interdisciplinaria*. Universidad Autonoma de México .

Geografía, I. N. (2016). *La discapacidad en México, Datos al 2014*. Aguascalientes, Aguascalientes.

Gobernacion, S. d. (2010). *Peligros Naturales y Tecnologicos relevantes durante el periodo 1810-210*.

Gobernacion, S. d. (2016). *NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SEGOB-2015, Personas con discapacidad.- Acciones de prevención y condiciones de seguridad en materia de protección civil en situación de emergencia o desastre*.

Gobernación, S. d. (s.f.). *NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SEGOB-2015, Personas con discapacidad.- Acciones de prevención y condiciones de seguridad en materia de protección civil en situación de emergencia o desastre*.

Gutierrez, C. B. (1998). *"Criterios Técnicos", Curso de Valuación de Inmuebles II*. Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales.

H. Ayuntamiento de Sahuayo. (S.F.). *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de Mexico*. . Obtenido de Estado de Michoacan de Ocampo, Sahuayo: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM16michoacan/municipios/16076a.html>

Hidalgo Silva, S. L. (2004). *Teorias y Criterios Formativos del Valor en bienes inmuebles*. Universidad Autonoma de Nuevo Leon.

<http://sidar.org/recur/desdi/usable/dudt.php>. (s.f.).

<http://www.discapnet.es/areas-tematicas/nuestros-derechos/preguntas-y-respuestas>. (s.f.).

[https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o\\_universal](https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_universal). (s.f.).



Humanos, C. N. (2016). *LEY GENERAL PARA LA INCLUSIÓN DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD*. MEXICO.

*Igualdad de Oportunidades, no Discriminación y Accesibilidad Universal de las Personas con Discapacidad*. (s.f.).

Inegi. (s.f.). *Espacio y datos de México*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/espacioydatos/default.aspx?ag=16076>

Inegi. (s.f.). *Mapa digital de México*. Obtenido de <http://gaia.inegi.org.mx/mdm6/?v=bGF0OjIwLjA2MDk2LGxvbjotMTAyLjcyMzI4LHo6MTAsbDpjMTExc2VydmJjaW9zfHRjMTExc2VydmJjaW9z>

Inegi. (s.f.). *Regiones socioeconómicas de México*. Obtenido de Niveles de estratificación : <http://sc.inegi.gob.mx/niveles/index.jsp?me=es&ly=16,16a,00&la=16076&t2=SAHUAYO,%20MICHOACAN%20DE%20OCAMPO&at=0&ne=ag&nt=6>

Kostoglodov, V., & Pacheco, J. (1999). *Geofísica Unam*. Obtenido de Cien años de sismicidad en México: <http://usuarios.geofisica.unam.mx/vladimir/sismos/100a%F1os.html>

Lavell, A. (1997). *Viviendo en riesgo, Comunidades vulnerables y prevención de desastres en América Latina*. La Red.

Maskrey, A. (1993). *Los Desastres No Son Naturales*. La Red Tercer Mundo.

Mendez Morales, J. S. (2003). *"El Mercado y su Clasificación", Fundamentos de Economía*. Me Graw Hill.

Mexicano, S. G. (s.f.). *Evolucion de las placa tectónica en México*. Obtenido de Museo Virtual, Riesgos Geológicos: <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/riesgos/tectonica/evolucion-tectonica-mexico>

México, G. d. (2016). *Manual de Normas Tecnicas de Accesibilidad*. Ciudad de México.

Mireles, L. F. (2017). Jiquilpan, Michoacan.

Norma Mexicana NMX-C-459-SCFI-ONNCCE-2007. (2007). *Servicios de Valuación*. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación.

Peralta, J. H. (2004). *Discapacidad Y Accesibilidad*.

Ramirez Gomez, R. (1972). *La moneda, el crédito y la banca a través de la concepción marxista y de las teorías subjetivas*. Mexico: Unam.

*Sistema de información geográfica sobre riesgos*. (s.f.). Obtenido de Consulta de la base de datos de los fenómenos naturales y antrópicos que ha integrado el CENAPRED: <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>

*Tipos de contactos entre las placas tectónicas*. (s.f.). Obtenido de <http://docplayer.es/42289-Tipos-de-contactos-entre-placas-tectonicas.html>

UNESCO , ICCROM, ICOMOS, & UICN. (2014). *Gestión del riesgo de desastres*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura.

Vargas, J. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales*. Cepal Eclac .

Vargas, J. E. (2002). *Políticas públicas para la reducción de la vulnerabilidad frente a los desastres naturales*. Cepal Eclac.

## MÚSICA COMO ESTRATEGIA TECNOLÓGICA APLICADA AL DESARROLLO DE HABILIDADES EN PERSONAS CON DISCAPACIDAD<sup>i</sup>

Rigel Miravete Reyes, rigelmirr@gmail.com  
Conservatorio de las Rosas A.C., Morelia, Michoacán

**Resumen.** Se reflexiona y observa que las nociones de la tecnología se conciben primordialmente en rubros como científicos y/o médicos, sin embargo, se pretende exponer que la música y los recursos de esta disciplina pueden funcionar como estrategias tecnológicas y coadyuvar enormemente en la búsqueda de superar dificultades derivadas de la discapacidad, así como promover el desarrollo de habilidades útiles en el desarrollo social de las personas con discapacidad.

El método autoetnográfico permitió conocer de primera mano la experiencia y desarrollo de personas con discapacidad del área musical.

Se eligió a cuatro estudiantes de música con discapacidad (incluyendo la investigadora) y otros sin discapacidad, además de maestros de teoría y práctica musical, todos adscritos a la misma institución académica, quienes hicieron su contribución en la percepción acerca del impacto positivo que tiene el recurso musical en las personas con discapacidad y dan testimonio del desarrollo personal y social que personas de esta condición han mostrado en el transcurso de la formación musical. Se recolectaron los datos a través de: cuestionario (planteamientos que se hizo la investigadora) y entrevistas semi-dirigidas (por medio de ellas, los participantes aportaron sus respuestas a los planteamientos).

Se comprobó que la música ofrece posibilidades como un recurso tecnológico para promover la superación de dificultades relacionadas con la discapacidad, promoviendo el desarrollo de habilidades que permitan resolver las cuestiones técnicas e interpretativas que exige la práctica musical universal y estas habilidades también se hacen extensivas al mejor desenvolvimiento de las personas con discapacidad en su entorno social.

**Palabras clave:** Música, tecnología, estrategias, habilidades, discapacidad

### Consideraciones iniciales

En primera instancia, parecería que la tecnología se concibe como un término aplicado principalmente en las áreas conocidas como industriales y/o científicas, llámense ingenierías, medico-biológicas y sus derivados, sin embargo, existe una noción más distante con respecto al ámbito artístico, ejemplo de ello la música.

Considero que sería de gran importancia hacer una revisión etimológica del término ‘tecnología’ con la intención de reivindicar en el estado epistemológico a la disciplina musical, como un área de índole tecnológica y con contribuciones equiparables a los que se desprenden de las áreas denominadas como científicas.

De ser la música una disciplina que cuente con carácter tecnológico, ésta permitiría coadyuvar en el desarrollo de habilidades/capacidades que tengan un impacto positivo en la inserción y desenvolvimiento de grupos sociales que requieren especial atención, como lo son las personas con discapacidad.

Por ello, previo al análisis de estudios de caso, que muestran el impacto positivo y trascendental de la práctica musical en personas con discapacidad, expondré brevemente un desglose de las nociones de ‘tecnología’ y otras relacionadas a ella, a fin de aclarar los parámetros que conllevan a que este término sea probablemente más usual en ciertas disciplinas que en otras.

Según el Diccionario de la Real Academia Española (23ª edición), ‘tecnología’ tiene como origen: del gr. *technología*, de *technólogos*, de *téchnē* ‘arte’ y *lógos* ‘tratado’ (Real Academia Española, 2014).

Sus acepciones son: 1. Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico; 2. Tratado de los términos técnicos; 3. Lenguaje propio de una ciencia o de un arte y 4. Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto (Real Academia Española, 2014).

Si sustraemos el primer componente semántico *téchnē*, de éste se desprende el calco latino ‘arte’ (*ars, artis*), que tiene como primeras tres acepciones, las siguientes: 1. Capacidad, habilidad para hacer algo; 2. Manifestación de la actividad humana mediante la cual se interpreta lo real o se plasma lo imaginado con recursos plásticos, lingüísticos o sonoros; 3. Conjunto de preceptos y reglas necesarios para hacer algo (Real Academia Española, 2014).

Por tanto, al remitirnos al componente primario de tecnología que es *téchnē* y éste que deriva en la copia semántica de arte, se puede inducir que en la tecnología están implícitas capacidades y habilidades para hacer algo, las cuales son propias de la actividad humana.

En el segundo componente semántico se tiene que *-logía* es: ‘tratado’, ‘estudio’, ‘ciencia’ (Real Academia Española, 2014).

Una de las implicaciones propias del primer concepto *téchnē* o arte se refiere a un conjunto de preceptos y reglas necesarios para ser aplicados en la realización de algo. Para comprender y organizar estas normativas, se necesita de un tratado o estudio que lo establezca a modo sistemático y tangible, como lo declara el segundo componente semántico.

Entonces, la tecnología comprende no sólo las habilidades y capacidades propias del hombre y las reglas que le dan el enfoque para encauzarlas, sino también la metodología propia para sistematizar el estudio de dichas reglas que permitirán desempeñar una actividad.

Ahora bien, en la *téchnē* o arte, existen nociones derivadas como: el arte mayor, que son cada una de las bellas artes y el arte menor, que son cada una de las que aplican una actividad artística al diseño y fabricación de objetos (Real Academia Española, 2014).

En el arte mayor se habla de disciplinas independientes, mientras que en el arte menor se habla de la actividad abocada a la creación de objetos. Tanto una como otra se relacionan estrechamente. Las bellas artes requieren de objetos para complementar su realización; el arte menor surge a partir de la necesidad de desempeñar eficazmente cada disciplina del arte mayor.

Inclusive, en la cuarta acepción de ‘tecnología’, existe una noción industrial que también puede relacionarse con las artes mayores y menores. La industria se refiere a la maña y destreza o artificio para hacer algo (Real Academia Española, 2014).

Para el arte mayor, se requiere de capacidades y habilidades y, si agregamos la parte ‘industrial’ también tiene maña y destreza. En el arte menor, existe la relación con los objetos o artificios.

Personalmente, agregaría que la música, la cual pertenece a lo que anteriormente se refirió como arte mayor o bellas artes, no sólo produce deleite de manera contemplativa o conmueve emocionalmente. Habría que considerar que la actividad musical como un arte o *téchnē*, también requiere de industria, es decir, destrezas, habilidades y capacidades, además de una metodología para ejecutarla.

De todo lo anterior, habría que comprender que si la música se observa con exigencia de metodología (preceptos y reglas), en su estudio y aplicación, puede funcionar como una estrategia tecnológica (un conjunto de *téchnēs*) que coadyuve al desarrollo y potencialización de habilidades y capacidades del ser humano y mejorar además el desenvolvimiento de las personas, sobre todo las de un rubro tan importante como son aquellas que viven con discapacidad.

## Metodología

En el aspecto del método se propone como fundamento principal la auto-etnografía, que “es un enfoque de investigación y escritura que busca describir y analizar sistemáticamente (grafía) la experiencia personal (auto) con el fin de comprender la experiencia cultural (etno).” (Ellis, Carolyn., E. Adams, Tony & Bochner, Arthur P., 2015)

Con este tipo de metodología, como lo refiere Joaquín Guerrero:

Se muestran las tensiones y paradojas que tienen lugar durante el quehacer investigador cuando éste se dirige a captar con profundidad la experiencia humana, social y culturalmente mediada. La auto-etnografía es un recurso novedoso tanto en la investigación básica como en la aplicada,

que está contribuyendo a generar enriquecedores debates acerca de la construcción del conocimiento en las ciencias humanas y sociales. (Guerrero, 2014)

Guerrero expone que a través del método autoetnográfico es posible vislumbrar los diversos pormenores (tensiones y paradojas) cuando un investigador centra su enfoque en la experiencia humana, social y cultural.

La actividad musical, ya sea ejercida pasiva (escucha) o activamente (ejecución), se adhiere fuertemente a la vivencia o experiencia humana, y también es parte de los fenómenos socio-culturales. Por tanto, es factible que, para efectos de la investigación, la música sea analizada por medio del método que propone Guerrero.

En un punto más concreto, para el área artística el método auto-etnográfico es especialmente útil como parte de una serie de herramientas de investigación. Ello lo refiere Rubén López-Cano:

Entre las metodologías más usadas en la investigación musical general, están la investigación documental (detección, lectura y estudio de libros, revistas, diarios, CDs, DVDs, material multimedia, etc.), los métodos cualitativos como la observación, la entrevista, las historias de vida, los grupos focales o la auto-etnografía, y los métodos cuantitativos como la estadística o la experimentación. (López-Cano, R. y San Cristóbal, U., 2014, pp. 43-44)

Particularmente, esta herramienta metodológica responde a las peculiaridades que presenta la disciplina musical a la hora de ser estudiada:

Si tuviéramos que señalar algunos de los aspectos que distinguen la investigación artística de la investigación musical en el seno de las ciencias y humanidades, podríamos decir que ésta se caracteriza, entre otras cosas, por el tipo de preguntas de investigación que se formula, el papel de la práctica artística dentro del proceso, las competencias y habilidades específicas requeridas para desarrollarla y las fuentes de información que emplea. (López-Cano, R. y San Cristóbal, U., 2014, p.44)

El lugar de adscripción tanto de quien investiga como del grupo elegido para estudiar y resolver los planteamientos de la investigación, no puede ser un entorno artístico-musical general o arbitrario, sino una entidad educativa en común: un conservatorio de música.

López-Cano afirma que este tipo de espacio es el más propicio para llevar a cabo el proceso de investigación:

La investigación artística en música sólo puede ser desarrollada por un artista práctico, ejerciendo sus competencias específicas en un entorno de docencia y práctica artística como es un conservatorio. Si el proyecto o preguntas pueden ser atendidos por un musicólogo o historiador del arte que no ejerzan como compositores o intérpretes prácticos, es muy probable que no se trate de investigación artística. (López-Cano, R. y San Cristóbal, U., 2014, pp. 45-46).

Por todos los argumentos anteriores, es que se ha elegido la auto-etnografía como la base metodológica de la investigación y veremos más adelante que las herramientas y sujetos de estudio se ajustan a los parámetros que propone López-Cano.

### Participantes y herramientas

Para realizar la investigación, se eligieron a los siguientes participantes:

#### Sujetos de investigación

Jerarquía según el organigrama académico: Número:

Docentes	Según el área dentro del plantel:	Teoría	2
		Especialidad (Práctica)	3
Estudiantes	Según la condición:	Con discapacidad	4
		Sin discapacidad	2

Es importante puntualizar que los docentes que se encuentran en el área de Teoría, son activos no sólo como profesores, sino también desempeñan ejecución instrumental.

Los estudiantes se dividieron según la condición, ya que se consideró importante contrastar y observar los puntos de vista entre los estudios de caso (alumnos con discapacidad) y aquellos que son sus pares en el entorno (alumnos sin discapacidad), teniendo entre sí como puntos en común la práctica musical y pertenecer al mismo plantel, además de compartir ciertas materias con algunos de los docentes que participaron para esta investigación.

Los estudios de caso son los siguientes:

Estudiante*	Especialidad	Diagnóstico	Docentes entrevistados
Miranda	Canto	Escoliosis dorso-lumbar congénita	Docente Especialidad 1
Arnoldo	Canto	Retinosquiasis congénita	Docente Especialidad 2
Quintín	Composición	Espina bífida oculta, escoliosis	Docente Especialidad 3**
Romina	Piano	Espina bífida-mielomeningocele	Docente Especialidad 4

El objetivo de tener a estos participantes es cumplir con las características adecuadas para efectos de la investigación autoetnográfica en música. Lo mencionaba López-Cano, el investigador debe mantenerse como elemento activo de la disciplina, así mismo los sujetos involucrados en el estudio y como lugar propicio el conservatorio. Los participantes, incluida la investigadora, se adscriben a la misma institución que es el Conservatorio de las Rosas, además que todos llevan a cabo con regularidad su actividad musical.

Se eligió una ‘instrumentación combinada’. Ésta se compone de cuestionario y entrevista semi-dirigida.

El primer componente (cuestionario) aporta, como propone D. Laurier, “una percepción general y exploratoria de las representaciones [tipo de respuestas, información] que se formulan los investigadores-creadores [entiéndase creadores como artistas] de la cuestión metodológica.” (Laurier, D. & Lavoie, N. 2013); mientras que el segundo componente (entrevista semi-dirigida) dio “una comprensión enriquecida del fenómeno estudiado, notablemente gracias a la cualidad del encuentro fundado en el principio de empatía del entrevistador con respecto al entrevistado, además del poder evocativo de las citas y las posibilidades de estímulo entre los dos participantes de la entrevista.” (Laurier, D. & Lavoie, N. 2013)

Las entrevistas que proponen Laurier y Lavoie son de tipo ‘interactivo’.

Son esfuerzos de colaboración entre los investigadores y los participantes, las actividades de investigación en las cuales los investigadores y los participantes –siendo el mismo ser– sondean en conjunto temas que transpiran, en la conversación, temas específicos [...] Las entrevistas interactivas suelen consistir en múltiples sesiones, y, a diferencia de las tradicionales cara a cara

\* Vale la pena aclarar que se utilizan seudónimos para respetar la identidad de los participantes, incluyendo el de la autora de estas líneas.

\*\* Por razones personales/profesionales, no fue posible contar con la participación de este docente, únicamente con el alumno.



con extraños, se sitúan en el contexto de relaciones emergentes y bien establecidas entre participantes y entrevistadores (Adams, 2008). El énfasis en estos contextos de investigación está puesto sobre lo que se puede aprender de la interacción dentro del ambiente de la entrevista, así como en las historias que cada persona aporta al encuentro de investigación (Mey y Mruck, 2010).

Se tomó la decisión de realizar este tipo de entrevista, ya que con ella se puede establecer un mejor acercamiento y empatía entre entrevistador y entrevistados, además se exploran ampliamente los temas que se plantea en un cuestionario el investigador.

La forma de recolección de la información a partir de las entrevistas fue grabación de audio. Esta información se esquematizó de acuerdo a los aspectos(cuestionario) que se planteó la investigadora.

### **Aspectos, esquematización de respuestas y análisis de resultados**

Los aspectos que se planteó la investigadora fueron las siguientes:

1. Nociones de ‘tecnología’.

---

2. Dificultades en el desempeño académico de los estudiantes con discapacidad derivadas de la condición.

---

3. Dificultades en el desempeño musical de los estudiantes con discapacidad derivadas de la condición.

---

4. Dificultades en el desenvolvimiento social de los alumnos con discapacidad derivadas de la condición.

---

5. Habilidades/capacidades logradas o mejoradas en los estudiantes con discapacidad gracias al estudio de la disciplina musical y que son aplicables al desarrollo de la vida en general.

Por una necesidad de concreción, se extrajo la información más importante, que se ejemplifica en los comentarios de los entrevistados. (2017. Entrevistadora: Rigel Miravete. Conservatorio de las Rosas, A. C., Morelia, Michoacán. [Grabaciones de audio].) Las respuestas al primer planteamiento son:



*Docente Teórico 1:*


---

“El concepto general, viejo, parece olvidado, es, si recuerdo bien, una serie de posibilidades que se refieren a algún tipo de *téchnē*, algún tipo de técnica, por lo tanto, sería algo que ayuda a hacer las cosas mejor [...] estudiar escalas [musicales] es tecnología, pero obviamente al escucha le vale ‘gorro’. No me acuerdo haber leído que exista una tecnología digital [dedos] pero, si me ciño al concepto general como lo expliqué antes, cualquier estudio a profundimiento [sic] que te ayuda en la interpretación musical crea un conocimiento tecnológico [...] nos hacen énfasis los maestros sobre la mejora de ciertos resultados a través de lo que llamamos ‘técnica’.”

---

*Docente Teórico 2:*


---

“Si existe un instrumento que tiene determinadas características, hay que poder con ese instrumento. Si existen las técnicas, por ejemplo con una flauta tradicional, si existen técnicas de multifónicos y de ejecución que se han desarrollado en las últimas décadas, todas esas técnicas tienes que dominarlas. Son técnicas, eso es tecnología.”

---

*Docente Especialidad 1 (Canto):*


---

“Mira, la palabra ‘tecnología’ está compuesta por dos palabras griegas: *téchnē*, que significa ‘técnica’ y *-logía* es el estudio de la técnica, entonces, la palabra ‘tecnología’ en lo que yo me dedico, que es el estudio del canto, lo relaciono con el estudio de la técnica vocal.”

---

*Docente Especialidad 2 (Canto):*


---

“En el arte, es la ciencia y es el lenguaje propio de un arte. La tecnología podríamos abarcarla como parte de lo que es la técnica y cuál es la técnica en la que más me enfoco, es en las sensaciones corporales de cada alumno.”

---

*Docente Especialidad 4 (Piano):*


---

“Muchas veces cuando se habla de tecnología ahora se vienen a la mente los teléfonos, las computadoras, y en materia musical, finalmente, lo que nos concierne a nosotros, son los instrumentos europeos clásicos [...] los lauderos de antes tenían una mejor tecnología para la fabricación de pianos [...] eran fabricados con una tecnología muy refinada y tenía que ver con el desarrollo del arma tecnológica más poderosa del ser humano: la mano[...] lo que yo hago es con las manos, los pianistas son con las manos [...] eso no se considera una ‘tecnología’ tal vez, pero es un ejemplo de una herramienta que no va a poder ser igualada [...] Entonces, mi concepto de ‘tecnología’ es nada más que la técnica utilizada para llevar a cabo una tarea o un arte.”

---

A fin de buscar economía de espacio, se omite citar cada una de las definiciones que dieron los alumnos, tanto con discapacidad como sin discapacidad. Es importante señalar que, hay una diferencia entre, cómo conciben la ‘tecnología’ los docentes y estudiantes. Los primeros, hacen alusión a correlaciones entre ‘tecnología’, el arte y/o la música. Sin embargo, los segundos no refirieron, en ninguno de los casos una conexión entre esos términos; más bien, expusieron ejemplos de aparatos electrónicos que facilitan la grabación y reproducción de música. Las nociones de los estudiantes permiten ver que, como se expuso en un inicio, parece ser que aún existe un enfoque de la ‘tecnología’ en aplicaciones que no van directamente relacionadas con la esencia del desempeño musical ni con una parte artística y/o humanística. Las aplicaciones que conciben los alumnos son meramente de registro y reproducción del fenómeno físico que produce la música (acústica).

El segundo planteamiento surge a partir de la necesidad de conocer la percepción que tienen otros miembros de la institución musical de los alumnos sin discapacidad. Sólo se les planteó a los docentes teóricos y a los estudiantes sin discapacidad, además de la opinión de cada uno de los alumnos con discapacidad, ya que en la institución (Conservatorio de las Rosas), se hace una distinción entre una parte académica (materias teóricas musicales y extramusicales) y otra parte musical (materias de especialidad/ interpretación).

Más adelante, habrá un planteamiento exclusivo para el área práctica (interpretación), la cual será respondida por los docentes titulares de especialidad (práctica musical) respectivos de cada estudiante con discapacidad, y la opinión propia de estos alumnos. Estas son las respuestas al segundo planteamiento:

Según la opinión:	Caso:	Dificultades en el desempeño académico de los estudiantes con discapacidad derivadas de la condición.	Estrategias de solución.
<i>Docente Teórico 1</i>	Todos	Ninguna	-----
<i>Docente Teórico 2</i>	Miranda	Ninguna	-----
	Arnoldo	Dificultad para ver partituras en proyección de pantalla.	Permitir que el alumno cambie de lugar cuando lo requiera para ver mejor. Docente hace ampliación de la imagen de pantalla.

	Quintín	Ausencia durante 1 ciclo escolar por cuestiones de salud.	El estudiante se esforzó en regularizarse en su aprendizaje de contenidos.
	Romina	Ninguna	-----
<i>Estudiantes sin discapacidad 1 y 2</i>	Todos	No han percibido ninguna dificultad.	-----
<i>Miranda</i>		Ninguna	-----
<i>Arnoldo</i>		Al igual que lo refiere el Docente Teórico 2, el estudiante declara tener dificultades al ver partituras proyectadas en pantalla.	Como lo dijo el docente en cuestión, el alumno coincide en tener la facilidad de cambiar de lugar o solicitar ampliación de la imagen para ayudarlo a percibir mejor el contenido visual.
<i>Quintín</i>		La rutina de trabajo, posterior a un accidente que causó lesión lumbar, se ha visto modificada.	Al tener los cuidados pertinentes puede realizar las actividades.
<i>Romina</i>		Ninguna	-----

Se observa que, en términos generales, en el desarrollo académico, sólo en el caso de los varones (Arnoldo y Quintín) hay referencia a ciertas dificultades que repercutieron en su trabajo de materias teóricas, sin embargo, se resolvieron tanto por iniciativa de los estudiantes como por el apoyo y comprensión docente. Y sólo uno de los docentes expresa la evidencia de estas dificultades.

Las respuestas de los alumnos con discapacidad fueron en total correspondencia con lo que refieren los docentes, en particular con lo que menciona el Docente Teórico 2.

Por su parte, los compañeros no observan ninguna dificultad en ninguno de los casos. Durante las entrevistas explicaron que, dado el comportamiento natural de los estudiantes con discapacidad,

además de la disposición inclusiva de los profesores, ni siquiera perciben diferencias en cómo se desarrollan los estudios de caso en cuestión.

El tercer planteamiento, se enfoca en lo particular de la práctica musical. Los docentes son particulares en cada caso ya que la ejecución/interpretación se estudia individualmente con profesores titulares para cada alumno. Las opiniones de los compañeros (alumnos sin discapacidad) son a partir de cómo han observado a los estudios de caso a la hora de presentarse en escena (Miranda, Arnoldo, Romina) y/o conocer el resultado del trabajo creativo (Quintín, que es compositor).

Las respuestas al tercer planteamiento fueron las siguientes:\*\*\*

Según la opinión:	Caso:	Dificultades en el desempeño musical de los estudiantes con discapacidad derivadas de la condición.	Estrategias de solución.
<i>Docente Especialidad 1 (Canto)</i>	Miranda	Al inicio de su carrera, la capacidad de realizar frases musicales largas (mantener aire).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Realizando ejercicios de respiración y abordando obras musicales de exigencia de mantener aire por mucho tiempo.</li> <li>2. Con cambio en la técnica postural, sin afectar la condición física.</li> <li>3. Con la voluntad de la alumna por hacer consciencia de su condición física y la necesidad de trabajar la técnica vocal.</li> </ol>
<i>Docente Especialidad 2 (Canto)</i>	Arnoldo	Por la discapacidad visual, la dificultad de leer partituras, lo cual repercutía en su postura para el canto y afectaba en su emisión sonora.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Desarrollando su capacidad de receptividad auditiva y conciencia de sensación corporal.</li> <li>2. Creando técnicas de memorización, exigiendo en el mínimo de lo posible la lectura de música.</li> </ol>

\*\*\* En el caso de Quintín, sólo se cuenta con la opinión de sus compañeros y de él mismo, ya que, como se mencionó en la nota anterior, su docente titular por cuestiones personales/profesionales no pudo colaborar en la investigación.

<i>Docente Especialidad 4 (Piano)</i>	Romina	A percepción del docente, ninguna.	-----
<i>Estudiantes sin discapacidad 1 y 2</i>	Todos	Ninguna	-----
<i>Miranda</i>		Al igual que su docente titular, opina que al inicio no había buen desarrollo en frases musicales largas.	1. Realizando ejercicios de respiración y abordando repertorio de exigencia de aire. 2. Cambiando su técnica postural.
<i>Arnoldo</i>		Al igual que su docente titular, opina que intentar leer en clase o en conciertos afecta su técnica postural y por tanto la técnica vocal.	1. Desarrollando técnicas de memorización y percepción auditiva, para así deslindarse del papel (partitura). 2. Ser consciente de siempre mantener postura recta para mantener la columna de aire en su lugar.
<i>Quintín</i>		La rutina de trabajo, posterior a un accidente que causó lesión lumbar, se ha visto modificada.	Tener los cuidados pertinentes y así realizar las actividades musicales.
<i>Romina</i>		Por el nivel de la lesión del mielomeningocele (lumbosacro), llevar mucho tiempo de estudio diario frente al piano causa cansancio o dolor en la zona.	Aunque su docente titular no lo refiera, se han hecho:  1. Técnicas de análisis y visualización mental de los movimientos y sonidos que se deben producir a partir de sólo leer la partitura. Ello es especialmente útil en días en que el dolor no permite siquiera levantarse de cama. 2. Consciencia de la relajación y

tensión muscular, además de técnica postural.

3. Organización de tiempos de estudio y entrega de repertorio; sesiones cortas, pero con objetivos de revisión de fragmentos concretos.

Se observa que, tanto docentes como los estudios de caso, refieren técnicas y/o estrategias que permiten sobrellevar las condiciones derivadas de la discapacidad y mejoran significativamente la resolución de las exigencias interpretativas musicales. Aquí se puede comenzar a vislumbrar la índole ‘tecnológica’ (la *téchnē*) que contiene la práctica musical y veremos en las respuestas de los últimos dos planteamientos que, la música permite el desarrollo o potencialización de habilidades/capacidades en las personas con discapacidad, aplicables a la cotidianeidad general de dichas personas.

El cuarto planteamiento se refiere al desenvolvimiento de la vida cotidiana de los alumnos con discapacidad. Las respuestas fueron las siguientes:

Según la opinión:	Caso:	Dificultades en el desenvolvimiento social de los alumnos con discapacidad derivadas de la condición.	Estrategias de solución por influencia del ejercicio musical.
<i>Docentes Teóricos</i> <i>1 y 2</i>	Todos	No se observan.	-----
<i>Estudiantes sin discapacidad</i> <i>1 y 2</i>			

<i>Docente Especialidad 1 (Canto)</i>	Miranda	Al inicio, por alusión de un comentario por parte de la madre de Miranda, se conoce que había retraimiento y poca expresividad a la hora de interactuar.	Desde su llegada al ámbito musical y su elección de ser cantante, la madre refirió que Miranda ha encontrado el medio ideal para salir adelante y elevar su confianza, por tanto, ha mejorado en su interacción social.
<i>Docente Especialidad 2 (Canto)</i>	Arnoldo	Por su discapacidad, a veces el hecho de no mantener la mirada fija en un punto, caía de raro en el público.	Dada su gran presencia y proyección en el escenario, él hace olvidar su condición a quien lo ve y escucha.
<i>Docente Especialidad 4 (Piano)</i>	Romina	A su parecer, ninguna.	-----
<i>Miranda</i>		<p>Considera el espacio musical como muy inclusivo.</p> <p>Sin embargo, a la hora de presentarse a un público o realizar casting por un papel operístico, es consciente de la impresión visual que puede causar.</p>	<p>Por voluntad propia, ha cambiado las prioridades:</p> <p>Primero está el perfeccionamiento musical, los prejuicios quedan en segundo plano. Trabaja arduamente para mostrar más allá del físico, su capacidad vocal.</p>
<i>Arnoldo</i>		Por su discapacidad visual, que no le permite enfocar bien y además fijar la mirada en un punto, hay quien lo ha juzgado como altivo al no reconocer muchas veces a personas a distancia.	<p>Al poder realizar diversos proyectos musicales donde interactúa con otros compañeros y donde lo importante es la calidad musical.</p> <p>La voluntad y entrega de su persona en un amplio sentido, le ha permitido encontrar amistad y compañerismo verdadero, dejando a un lado las relaciones banales con personas que puedan tener prejuicios.</p>
<i>Quintín</i>		Ninguna	-----

*Romina*

A veces, se ha enfrentado a cuestionamientos y prejuicios al tener que cuidar de su salud lumbar y otros aspectos relacionados con las secuelas del mielomeningocele cuando realiza/o no realiza ciertas acciones.

Igualmente, cuando requiere de usar objetos de determinadas características para sentarse o adoptar posturas distintas a las de un grupo social en situaciones de convivencia social.

En el ámbito musical, se ha encontrado con un medio muy inclusivo y que permite ajustar las condiciones para no afectar su salud en general, además, le hace sentirse activa y puede expresarse sin ser juzgada o cuestionada.

La realización de proyectos en ensambles musicales y pláticas sobre temática musical, que conllevan a la interacción con grupos diversos de público, le ha dado la posibilidad de sentir mayor desenvolvimiento social y satisfacción en su elección de quehacer artístico.

Las opiniones de los docentes teóricos y alumnos sin discapacidad no refieren ninguna dificultad en la interacción social de los estudios de caso. Por el contrario, en las entrevistas mencionaron que su desenvolvimiento se observa muy natural e incluso de modo positivo.

Los docentes de especialidad, a excepción del caso de Romina, expresaron un antes y un después. En el caso de Miranda, su docente titular dijo saber por las pláticas con la madre de la alumna, esta estudiante tenía dificultad para interactuar pero que gracias al canto ha cambiado positivamente y eso se ha reflejado en su desenvolvimiento social.

Arnoldo, igualmente cantante, al no poder complementar la expresión ‘gestual’ con su mirada, ello impactaba al público. Pero, de acuerdo a su docente titular, su proyección tanto vocal en congruencia con el desarrollo de una gran seguridad escénica, ha permitido que los públicos diversos reformulen su enfoque hacia lo positivo, olvidando incluso la parte de la discapacidad.

Los estudios de caso, excepto Quintín, refieren explícitamente que dadas sus discapacidades son conscientes de los prejuicios y se han tenido que enfrentar a ellos. En todos los casos, el medio musical les ha dado gran acogida y les ha permitido encontrar personas de gran valor y que les brindan la confianza en sus capacidades. Además, les satisface saber que se les exige debidamente de acuerdo a las particularidades musicales y han podido superar los requisitos de la disciplina.



El último planteamiento se contempló con la finalidad de dejar en claro los logros que obtuvieron los estudios de caso al desempeñarse profesionalmente en la disciplina musical. Estas fueron las respuestas:

Según la opinión:	Caso:	Habilidades/capacidades logradas o mejoradas en los estudiantes con discapacidad gracias al estudio de la disciplina musical y que son aplicables al desarrollo de la vida en general.
<i>Docente Teórico 1</i>	Todos	Responsabilidad, confianza, superación.
<i>Docente Teórico 2</i>	Miranda	Resiliencia, liderazgo, confianza, responsabilidad, búsqueda de calidad en todo lo que hace.
	Arnoldo	Resiliencia, responsabilidad, búsqueda de enriquecimiento cultural y en la calidad en todo lo que hace, contagiar energía positiva en los demás.
	Quintín	Resiliencia, disciplina.
	Romina	Resiliencia, responsabilidad, disciplina.
<i>Estudiantes sin discapacidad 1 y 2</i>	Todos	Cooperación /altruismo, resiliencia.
<i>Docente Especialidad 1 (Canto)</i>	Miranda	Sensibilidad, adaptación, confianza, autoconocimiento, autocrítica, búsqueda de la calidad, responsabilidad, disciplina, comunicación/expresión.
<i>Docente Especialidad 2 (Canto)</i>	Arnoldo	Autoconocimiento, adaptación, autocrítica, búsqueda de la calidad, responsabilidad, disciplina.
<i>Docente Especialidad 4 (Piano)</i>	Romina	Autoconocimiento, autocrítica, búsqueda de la calidad.
<i>Miranda</i>		Autoconocimiento, adaptación, confianza, autocrítica, búsqueda de la calidad, cooperación, empatía, responsabilidad, disciplina.

<i>Arnoldo</i>	Autoconocimiento, autocrítica, búsqueda de la calidad, adaptación, responsabilidad, disciplina.
<i>Quintín</i>	Autoconocimiento, adaptación, responsabilidad, disciplina, empatía, cooperación.
<i>Romina</i>	Autoconocimiento, autocrítica, adaptación, responsabilidad, disciplina, empatía, cooperación.

Como se observó en las respuestas a los planteamientos 3 y 4, existió un cambio en los estudiantes con discapacidad, al buscar estrategias para solucionar tanto las exigencias y dificultades que presenta la disciplina musical, como los obstáculos y prejuicios sociales.

Por tanto, el último planteamiento es una confirmación del impacto positivo que tiene en las personas con discapacidad elegir una carrera musical, ya que ésta permite hacer consciencia plena de las posibles limitaciones u obstáculos que pueden generar las discapacidades, y a su vez exigir la necesidad de buscar técnicas o estrategias que permitan cumplir cabalmente con lo que demanda la disciplina musical. Éstas técnicas y estrategias conllevan un desarrollo de habilidades, tanto de índole físico y cognitivo (mejor oído, postura, memoria), como psicosocial, que permiten que estas personas descubran su capacidad de inserción y desenvolvimiento en el medio social, además de la productividad a través de los conocimientos que van adquiriendo a lo largo de su estudio musical.

## Conclusiones

A través de los planteamientos que propuso despejar esta investigación, se pudo observar que, entre los docentes y estudiantes, existe una diferencia de comprensión acerca de la noción de ‘tecnología’. Sin embargo, los estudiantes con discapacidad comparten en común con los docentes la consciencia plena de la necesidad del estudio y aplicación de lo que se conoce como ‘técnica’.

Y los estudiantes sin discapacidad, refieren que sus pares, cuentan con habilidades que permiten su natural desempeño tanto como músicos como personas, por lo cual, también implícitamente, logran vislumbrar ‘técnicas’ o ‘estrategias’ que han hecho de sus colegas con discapacidad, gente con tanto potencial como cualquier otro estudiante o persona.

Por ello, se puede inferir que, ya sea explícita (docentes) o implícitamente (estudiantes), la música se concibe como una actividad que, como se define en las diversas acepciones de la

‘tecnología’, conlleva: técnicas, estudio, lenguaje propio y objetos o productos específicos del sector, y todos estos aspectos permiten el desarrollo de la disciplina. Además, cuando se relaciona al arte, la ‘tecnología’ tiene el vuelco humanístico, con las habilidades y capacidades inherentes al sujeto que desempeña determinada actividad.

Se propone que, al observar los testimonios de los sujetos que participaron en esta investigación, se pueda resignificar la noción de ‘tecnología’ y abrir camino a la inclusión de disciplinas como la

música, para diversificar las herramientas tecnológicas que puedan beneficiar a diversos sectores sociales, y en especial a aquellos que necesitan ser incorporados y comprendidos como elementos capaces de aportar en la productividad de la cultura y la sociedad en general: las personas con discapacidad.

## Referencias

Arte. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23° ed.). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=3q9w3lk>

Ellis, Carolyn., Adams, Tony E., & Bochner, Arthur P. (2015). Autoethnography: An Overview. *Astrolabio: Nueva Época*. No. 14. p.p. 249-273.

Guerrero, Joaquín. (2014). El valor de la auto-etnografía como fuente para la investigación social: del método a la narrativa. *Azarbe: Revista Internacional de Trabajo Social y Bienestar*. No. 3. p.p. 237-242.

Industria. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23° ed.). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=LRwJlbQ>

Laurier, Diane y Lavoie, Nathalie. (2013). Le point de vue du chercheur-créateur sur la question méthodologique: une démarche allant de l'énonciation de ses représentations à sa compréhension. *Recherches Qualitatives*. Vol. 32. No. 2. p.p. 294-319.

-logía. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23° ed.). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=NZ9RkOM>

López-Cano, Rubén y San Cristóbal, Úrsula. (2014). *Investigación artística en música: Problemas, métodos, experiencias y modelos*. Barcelona: Fondo para la Cultura y las Artes de México y la Escola Superior de Música de Catalunya.

Tecnología. (2014). *Diccionario de la Lengua Española* (23° ed.). Recuperado de <http://dle.rae.es/?id=ZJ2KRZZ>

## Entrevistas

Con el fin de proteger la privacidad de cada participante, se omiten, como en el texto, los nombres reales y sólo se hace referencia a quien hizo la recolección de datos:

(2017. Entrevistadora: Rigel Miravete. Conservatorio de las Rosas, A.C., Morelia, Michoacán. [Grabaciones de audio].

## APRENDIZAJE SUPERVISADO PARA DETECTAR DISLEXIA EN LA VOZ

Itzel Moreno Martínez<sup>1</sup> itzel.braun@hotmail.com, Karla Ivette Naranjo Juárez<sup>1</sup> ivette.naranjo@outlook.com, Jesús Manuel Olivares Ceja<sup>2</sup> jesus@cic.ipn.mx, Andrés Lucas Bravo<sup>1</sup> andres.lbravo@gmail.com, Benina Velázquez Ordoñez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Computación

<sup>3</sup>Dirección de Cómputo y Comunicaciones

**Resumen.** La dislexia es un trastorno del habla que afecta a miles de personas, entre ellas, al menos a 8% de estudiantes de nivel primaria. Este padecimiento causa dificultades en el aprendizaje y como consecuencia muchos estudiantes abandonan la escuela repercutiendo en el tipo de empleos que pueden obtener siendo poco remunerados. Una oportunidad para quien padece este tipo de trastorno es la detección oportuna desde la infancia. Este trabajo forma parte de un sistema telemático para la detección oportuna de la dislexia mediante el reconocimiento de palabras que se conoce su utilidad para realizar un diagnóstico adecuado. Los resultados que se obtienen a distancia, están sujetos a la valoración de un grupo de especialistas en el área de trastornos del lenguaje. A diferencia de los sistemas de reconocimiento de voz que en ocasiones confunden palabras similares, en este trabajo, se debe tener mayor precisión para detectar variaciones en la pronunciación de ciertas sílabas que caracterizan este padecimiento. Es por esto que se trata en este documento el aprendizaje de los patrones no supervisado que caracterizan a las palabras de interés. Se utilizaron muestras etiquetadas de infantes voluntarios con autorización de sus padres. Las pruebas realizadas permiten considerar como una alternativa no invasiva factible de aplicarse en sitios donde se carece de especialistas de la voz pero hay acceso a Internet y personal que puede lograr grabaciones con equipos a precios accesibles y condiciones de mínimo ruido.

**Palabras clave:** Dislexia, procesamiento de voz, aprendizaje supervisado, identificación de patrones.

### 1. Introducción

La dislexia (Jiménez, 2012), es un trastorno del habla que se presenta en las personas desde la infancia y persiste en el tiempo afectando habilidades básicas como la lectura y la escritura, repercutiendo en el aprendizaje. Afecta también a quienes tienen capacidades intelectuales normales o incluso superiores. La revista “México Sano” de la Secretaría de Salud publicó que aproximadamente el 8% de los niños cursando primaria presentan dislexia, con consecuencias

académicas que llegan al abandono de los estudios por haber reprobado. Estas personas con pocos estudios difícilmente pueden acceder a un empleo bien remunerado.

Los síntomas de la dislexia se pueden notar desde que los infantes comienzan a decir sus primeras palabras, pero usualmente el diagnóstico se realiza hasta que empiezan a leer y escribir con dibujos y pruebas escritas. La detección oportuna de la dislexia permite a los afectados mejorar su calidad de vida y darles mejores oportunidades para estudiar y completar una carrera, otorgándoles al mismo tiempo la oportunidad de mejorar la interacción con su entorno y así evitarles la marginación social a que se encuentran expuestos.

La dislexia se presenta en diferentes tipos:

Profunda o fonética, presentan errores semánticos y dificultades para comprender el significado de algunas palabras; añaden prefijos y sufijos al pronunciar palabras.

Fonológica, se conocen pocos trabajos.

Superficial, presentan problemas principalmente en palabras de longitud grande.

Las personas que presentan el trastorno de la dislexia presentan síntomas como:

Invertir letras de palabras completas o en partes, por ejemplo: en casa, dicen saca.

Cambian letras, por ejemplo, usan b en vez de p, o b en vez de d.

Copian palabras erróneamente aunque estén copiando.

Escriben una palabra con diferentes letras, por ejemplo: danca en vez de blanca.

Algunas palabras utilizadas para detectar personas con dislexia son: blanca, colombianos, fusil, jirafa, gemelo, entre otras.

El propósito de este trabajo es generar un diccionario fonético con patrones de palabras que puedan caracterizar los diferentes estilos fonéticos que se encuentran en el habla castellana. El diccionario se utiliza en la detección de la dislexia mediante la comparación de los patrones de palabras con la voz de los pacientes pronunciando palabras que se conocen como típicas para la detección oportuna de dislexia. El resultado del procesamiento automatizado se valida por un grupo de especialistas ubicados en un hospital del habla donde se ubica el servidor que efectúa el proceso de reconocimiento de patrones. El servidor permite mediante Internet que personas ubicadas en lugares remotos pueden enviar sus archivos de voz para analizarlos y que los especialistas los valoren. En caso que alguna persona presente síntomas del trastorno de dislexia, dependiendo del grado de severidad, los médicos le indicarán ejercicios o lo canalizarán a la ciudad más cercana para su seguimiento.

El resto del trabajo presenta el estado del arte relacionado con el procesamiento de voz. En la sección 3 se presenta la arquitectura del sistema telemático de reconocimiento de voz del cual este trabajo se encarga de la obtención del diccionario fonético. La sección 4 explica el proceso

de aprendizaje no supervisado con archivos de voz etiquetados y presenta los resultados obtenidos. Al final se indican las conclusiones y las referencias.

## 2. Estado del arte

En la literatura se reconoce a (Rabiner, 1993) como uno de los teóricos que han hecho importantes aportaciones en el área de reconocimiento de voz, tanto para la extracción de características como métodos para comparación de patrones o reconocimiento de la voz.

En la literatura es posible encontrar trabajos en que el procesamiento de la voz se aplica en:

Reconocimiento del hablante, una variante de este enfoque se emplea para el acceso seguro.

Reconocimiento de palabras independientemente del hablante, se utiliza principalmente en los sistemas que transforman la voz en texto; estos sistemas existen en versiones para dispositivos móviles.

Traducción de idiomas en tiempo real, algunos de estos desarrollos consisten en aplicaciones móviles que reconocen la voz en un idioma y le envían a los audífonos la voz con la traducción simultánea.

Análisis de la voz para detectar o ayudar a personas con algún trastorno.

En (Pérez, 2013) se utiliza el reconocimiento de la voz en un sistema de seguridad para el hogar. El sistema almacena las voces de los dueños de la casa para permitirles el acceso. El sistema se prueba con diferentes usuario y se valida que los usuarios no reconocidos no los deja ingresar, sin embargo, cuando el usuario cambia su tono de voz, el sistema tampoco puede reconocerlo y no le permite el acceso. Esta propuesta hace uso de una técnica conocida como «Linear Predictor Coefficients, LPC» Coeficientes de Predicción Lineal (CPL).

En (Linarez, 2011) se describe un sistema de reconocimiento de voz para reconocer las vocales del alfabeto en español de forma aislada para 3 hombres y 3 mujeres. Además, tiene la capacidad de mostrar algunas características cualitativas del sistema auditivo humano, como la identificación del locutor y la localización de la fuente sonora. En este sistema también se hace uso de los Coeficientes de Predicción Lineal (CPL) para caracterizar las palabras.

## 3. Arquitectura del reconocedor de voz

El reconocimiento de la voz en el sistema propuesto se realiza mediante los módulos de la Figura 1. La captura de la voz, preprocesamiento, procesamiento son comunes a la obtención del diccionario fonético y a la fase de reconocimiento. En la fase de reconocimiento se tiene la opción de aprendizaje en donde se obtiene uno o varios patrones que mejor caracterizan a una palabra. Los patrones múltiples se producen porque entre las personas algunas tienen un acento diferente; estos patrones se almacenan en el diccionario fonético. Las palabras que se proporcionan de los pacientes para el diagnóstico se clasifican con alguno de los patrones del diccionario fonético.

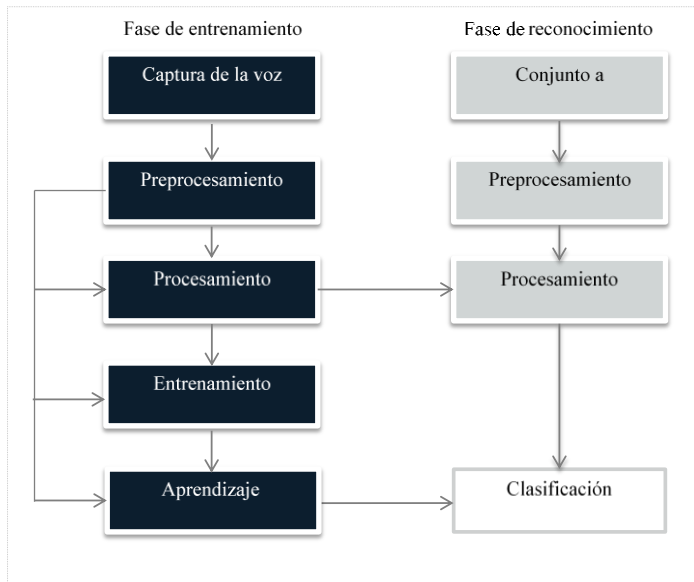


Fig. 9 Arquitectura del reconocedor de voz

### Captura de la señal de voz

La señal de voz se compone por ondas de presión producidas por el aparato fonador. Para realizar una adquisición adecuada de este tipo de ondas se utiliza un micrófono, considerando que la función principal de este dispositivo de medición es transformar las fluctuaciones de presión en fluctuaciones de voltaje eléctrico.

Una vez captada la señal analógica, es necesario convertirla a un formato que permita su procesamiento en la computadora, este cambio se realiza a través de un convertidor analógico digital (ADC) en la tarjeta de sonido, el cual entrega la señal digitalizada y codificada.

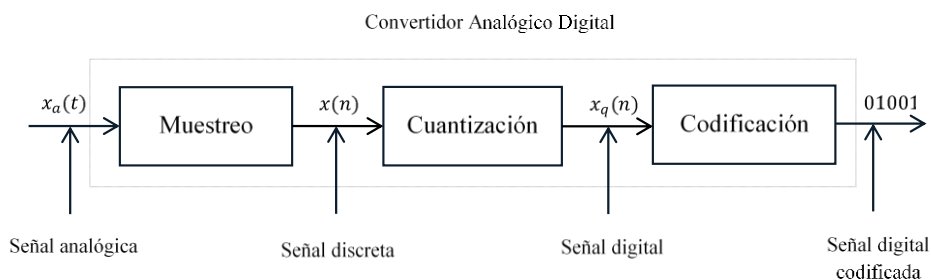


Fig. 10 Convertidor Analógico Digital

### Preprocesamiento

El preprocesamiento estriba en la manipulación de la señal mostrada en la Fig. 1 para que ésta sea más fácil de analizar. Consta de tres etapas, eliminación del ruido, preénfasis y segmentación.

En la primera, se debe aplicar cualquier técnica para la eliminación de señales indeseables, como ruido de fondo.

La segunda etapa radica en suavizar el espectro y dar acentuación a las frecuencias altas mediante un filtro.

Finalmente, en la tercera etapa los segmentos generados son guardados en formato de columna de matriz y son agrupados en varias tramas para el posterior procesamiento de la señal.

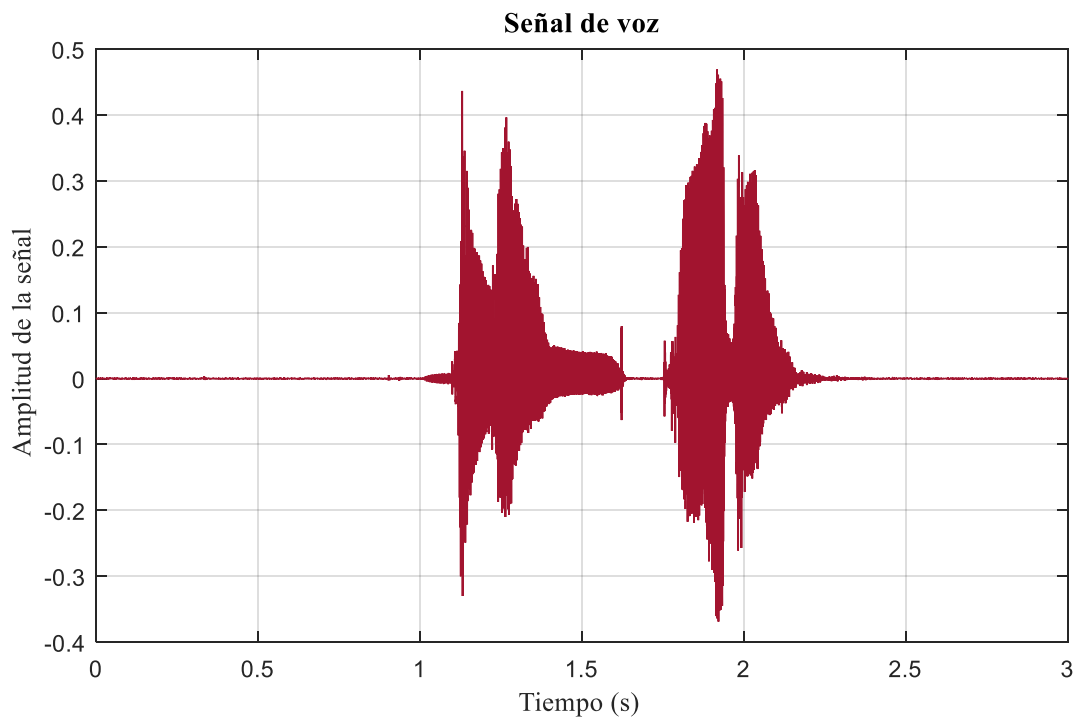


Fig. 11 Señal de voz de entrada

### Atenuación de Ruido

En una señal de voz capturada por un micrófono, generalmente se adhiere ruido originado de diversas fuentes, esta afectación puede modificar las características de las señales de voz y deteriorar su calidad provocando la inteligibilidad del habla.



Para aplicaciones de voz, la estimación de habla limpia se consigue a través de la aplicación de filtros lineales que reducen significativamente los efectos del ruido sin distorsionar la voz del hablante. Sin ello se tendrían datos perjudiciales. Es por ello que a la señal de entrada se le aplica un filtro de promedio móvil, se emplea para promediar los valores de forma local (Raúl Ibarra, 1999), esto significa que las componentes de entrada de mayor frecuencia son promediadas mientras que las componentes de menor frecuencia son mantenidas. En seguida se define en la ecuación 1 el filtro de promedio móvil, y en la Fig. 4 se puede observar su aplicación.

$$y(n) = \frac{1}{M} \sum_{k=0}^{M-1} x[n - k] \quad (1)$$

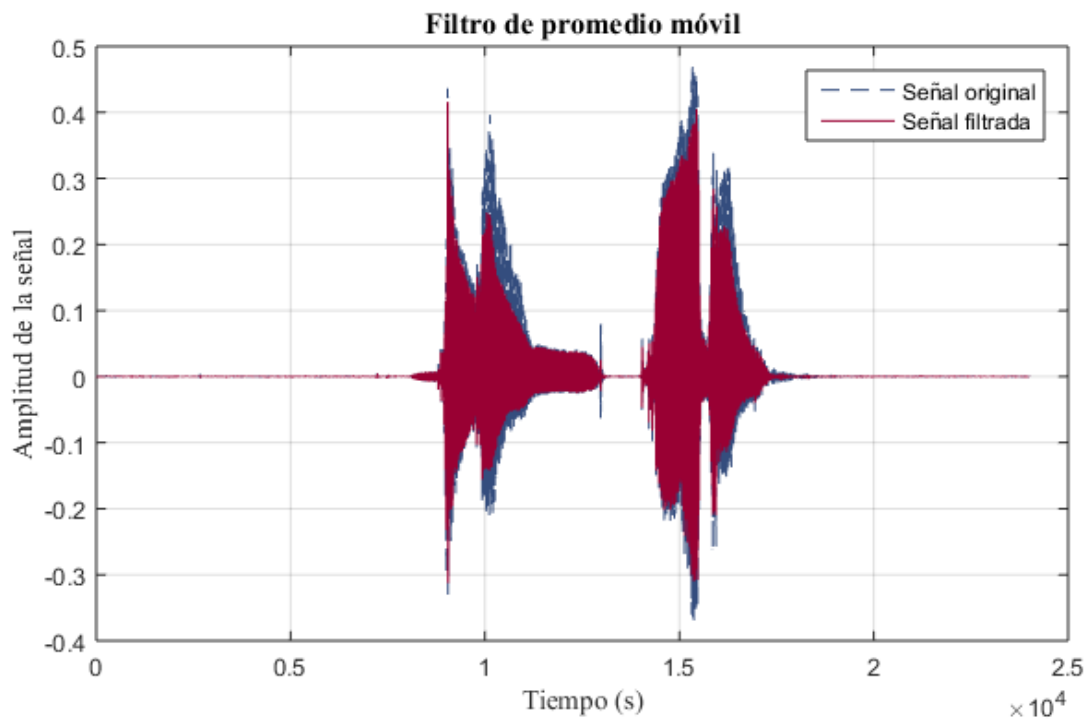


Fig. 12 Señal de voz filtrada por promedio móvil

Y un filtro pasa banda el cual es delimitado por un rango de frecuencias de corte, una inferior y otra superior, por consiguiente, atenúa los componentes de frecuencia que sobrepasen el mismo y las que permanecen pasan sin distorsión. La aplicación de estos filtros a la señal de voz se muestra en la Fig. 5

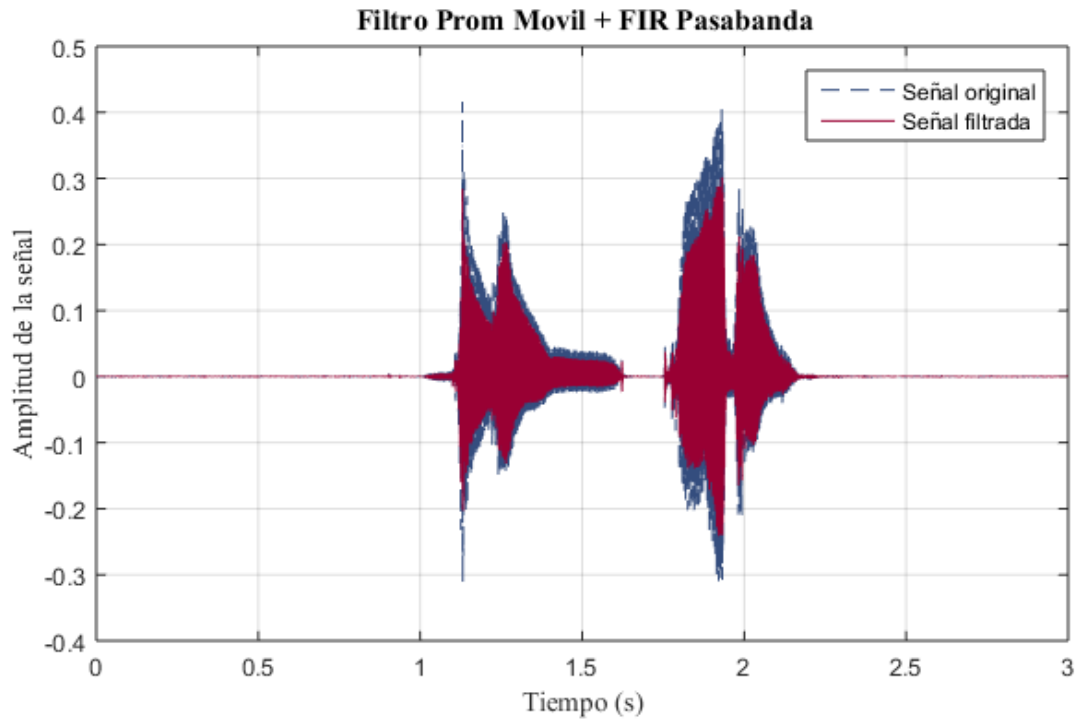


Fig. 13 Señal de voz aplicando los filtros de promedio movil y pasabanda

#### Preénfasis

El objetivo de este filtro, que se define en el dominio del tiempo por la ecuación 5, es suavizar el espectro de la señal compensando los valores de altas y bajas frecuencias,

$$y(n) = x(n) - ax(n - 1) \quad (2)$$

De esta forma, el valor de la señal  $y(n)$ , se calcula restando a la muestra en el instante  $n$  actual, el resultado de la multiplicación entre una constante  $a$  (cuyo valor se encuentra en el rango de 0.9 a 1) y el valor de la muestra en el instante anterior  $n - 1$ .

Finalmente, este filtro, logra que el espectro de la señal tenga un rango dinámico similar en toda la banda de frecuencias. La aplicación de este filtro se observa en la Fig. 6

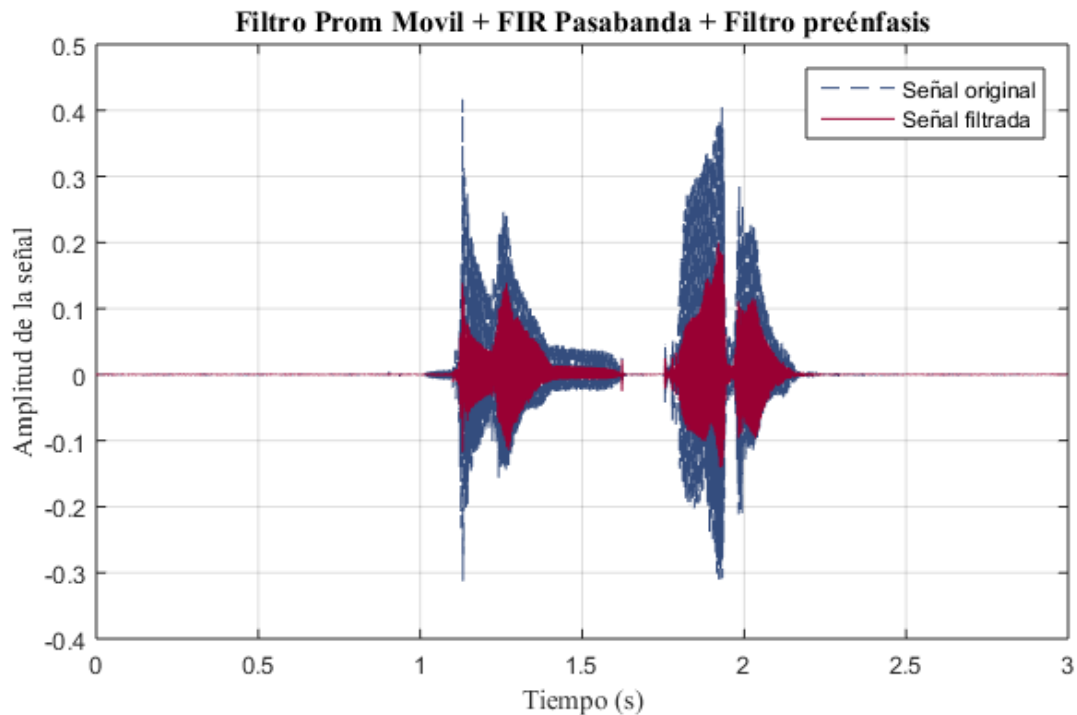


Fig. 14 Señal de voz aplicando los filtros de promedio movil, pasabanda y preénfasis

### Segmentación

Este proceso es de suma importancia debido a que la señal de voz no es estacionaria, a causa de que sus características cambian para reflejar los diferentes sonidos que se producen al hablar. Por este motivo es necesario un método que permita obtener segmentos cortos cuasi estacionarios, por consiguiente se divide la secuencia larga de voz que se tiene en segmentos de 5 a 100 ms [6], ya que en este lapso de tiempo sus características son suficientemente estacionarias.

Dentro de la segmentación se aplican algoritmos para el ventaneo de la señal y la detección de inicio y fin, como se explica a continuación.

### Detección de inicio y fin de palabra

Es de particular importancia localizar la región del habla a reconocer, esto es, detectar el inicio y fin de una palabra [6]. Para ello se utiliza el algoritmo Rabiner-Sambur [8], el cual detecta el inicio y fin de una palabra adaptándose al entorno acústico de fondo, de donde obtiene los umbrales relevantes para sus criterios de decisión de acuerdo a un intervalo registrado.

La Fig. 7 muestra el resultado de la aplicación de este algoritmo, que como se observa, elimina la parte grabada que es innecesaria para el reconocimiento.

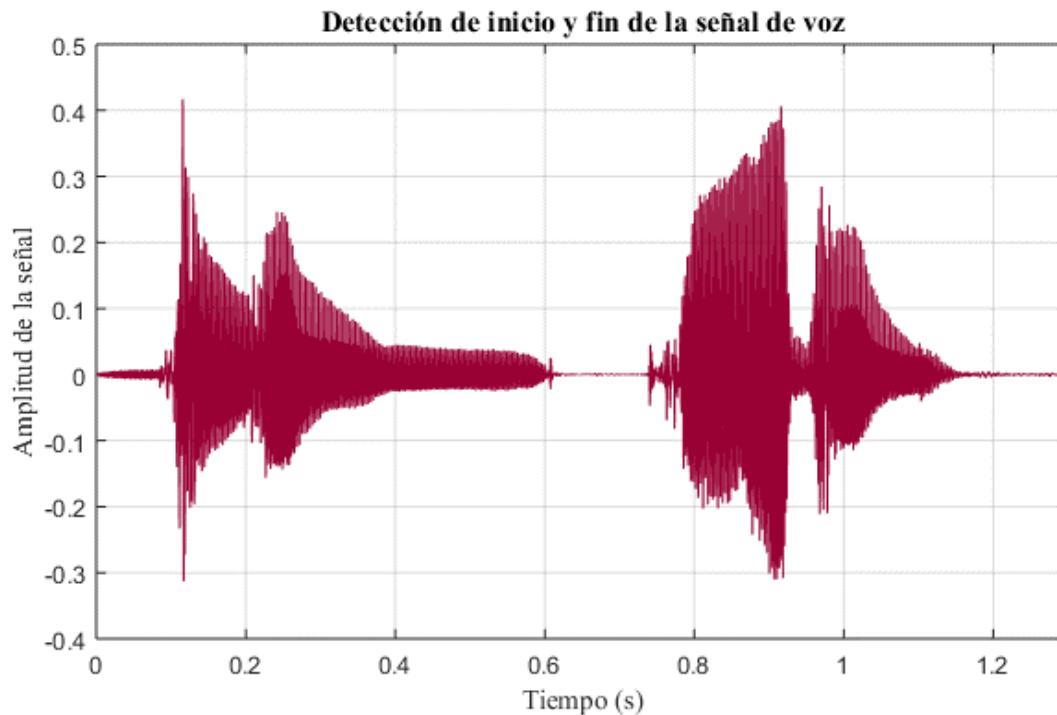


Fig. 15 Detección de inicio y fin de la señal de voz

### Procesamiento

El objetivo principal de esta etapa es seleccionar las características más representativas de la señal y es de suma importancia dentro del reconocimiento de voz porque es donde se obtiene el conjunto de elementos que describen el patrón de la palabra a reconocer.

Considerando la variabilidad de la voz, es necesario extraer sus características más representativas, es decir, llevar a cabo la eliminación de señales que no son elementales puesto que los coeficientes extraídos que la caracterizan sólo deben preservar la información necesaria y desechar la producida por fluctuaciones ajenas a ésta.

Al representar la señal de voz en intervalos cortos, los parámetros pueden extraerse mediante técnicas de tratamiento de la señal, en el dominio del tiempo, o bien en un dominio transformado.

Existe una gran variedad de algoritmos que proporcionan rasgos extraídos de la señal de voz, que representan sus características no estacionarias y en conjunto describen las propiedades acústicas que conforman las unidades del habla.

En relación con las técnicas de extracción que se encuentran en la literatura, este trabajo se centra exclusivamente en la Codificación de Predicción Lineal (LPC) y cuyos resultados obtenidos se presentan en la Fig. 8.

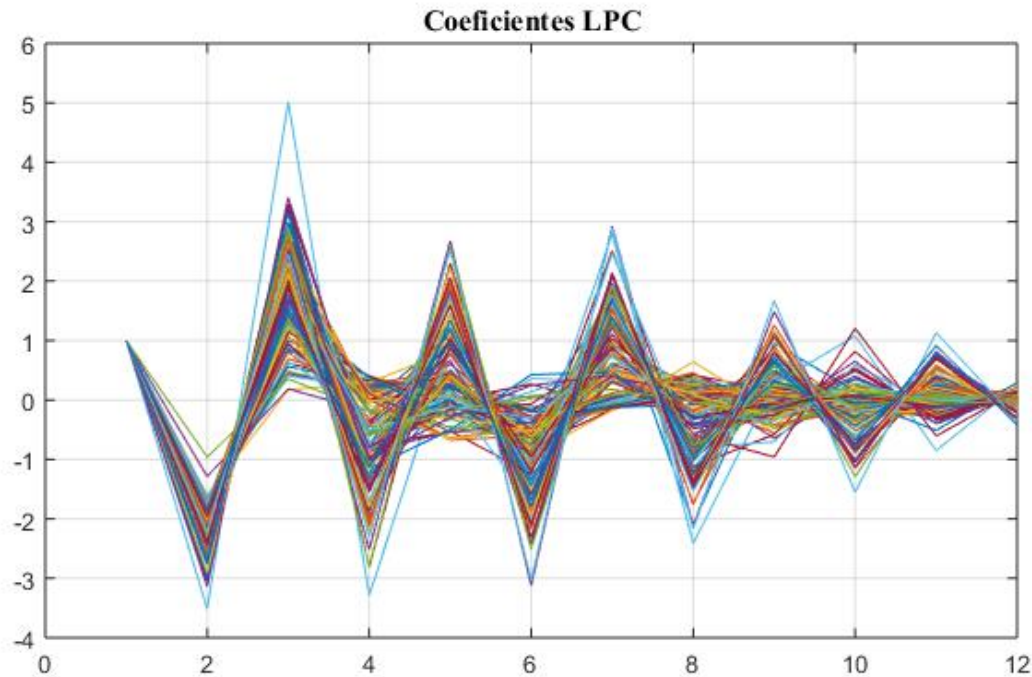


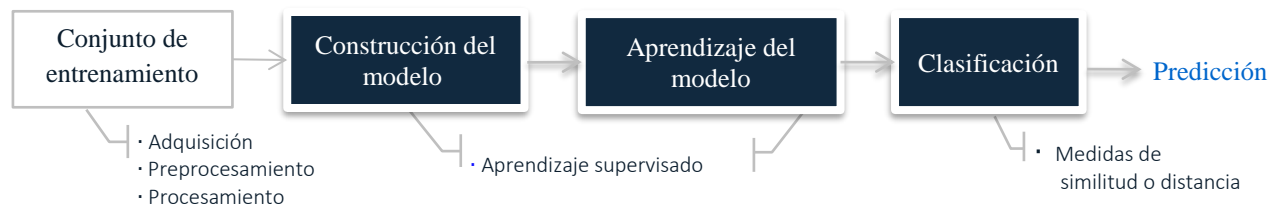
Fig. 16 Coeficientes LPC

### Reconocimiento de patrones

El método de reconocimiento basado en comparación de patrones [6], es un procedimiento en el que algoritmos de entrenamiento establecen representaciones consistentes de los patrones a partir de un conjunto de características cuantitativas que describen a un objeto o entidad. Su finalidad es encontrar una regla de decisión automática que asigne al objeto a una categoría específica.

En relación con los patrones propios del habla, éstos se representan directamente por una secuencia temporal de vectores con atributos obtenidos de un análisis espectral, estos atributos son usados para clasificar los sonidos por palabras o subunidades de palabras específicas. En esta investigación son clasificados por palabras.

Las fases esenciales que describen este enfoque son entrenamiento, aprendizaje y clasificación, las cuales se muestran en el diagrama a bloques de la Fig. 9.



Para realizar esta etapa se emplea una Red Neuronal Artificial que como su nombre lo indica, es un conjunto de neuronas o nodos interconectados entre sí por ligaduras que crean conexiones permitiendo la comunicación directa entre ellas para poder recibir señales, procesarlas y

**Fig. 17 Diagrama a bloques de las etapas del módulo de reconocimiento de patrones**

### Aprendizaje de la RNA

Para escoger los pesos adecuados en las conexiones para que la red desempeñe una tarea en particular, se le debe enseñar a hacer los cálculos realizando ajustes iterativos en los pesos, lo que lleva a dos caminos, el aprendizaje supervisado y el no supervisado.

### Aprendizaje Supervisado

Este tipo de aprendizaje se basa en la comparación directa de la salida de la red con la respuesta correcta, la cual, ya es conocida. Se fundamenta en el reforzamiento del aprendizaje, en donde la retroalimentación se lleva a cabo con base a la diferencia entre la salida real y la salida esperada.

### Aprendizaje No supervisado

Este tipo de aprendizaje funciona cuando el fin no es definir en términos específicos de ejemplos correctos, puesto que solo se requiere que con base a la entrada la red forme categorías de acuerdo a las correlaciones realizadas y produzca una señal de salida que corresponda a cada categoría de entrada.

### Funcionamiento de la Red Neuronal Artificial

El modelo de red neuronal empleado para el presente trabajo es el de retropropagación «backpropagation», el cual está basado en la regla de aprendizaje que solo se aplica a modelos de redes multicapa. Esta red tiene la capacidad de auto adaptar los pesos de las neuronas de las capas intermedias con la finalidad de aprender la relación entre el conjunto de patrones de entrada y sus salidas correspondientes para que posteriormente utilice esa misma relación con nuevos vectores de entrada para dar una salida activa en caso que la nueva entrada sea parecida a las presentadas durante el aprendizaje. En la Fig. 10 se aprecia el modelo de la red neuronal de retropropagación empleado.

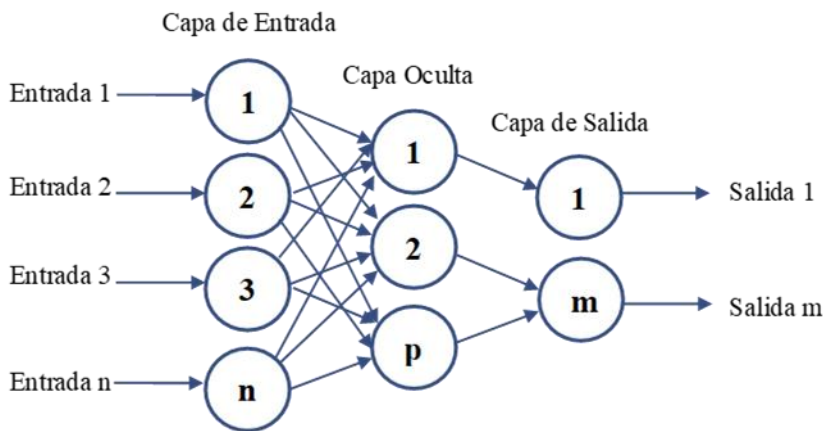


Fig. 18 Modelo de la red neuronal de retropropagación

### Reconocimiento de patrones

Como se observa en la Fig. 10, es primordial establecer el número de neuronas en la capa de entrada  $n$  y el número de neuronas en la capa de salida  $m$  a las cuales les corresponden como datos de entrada un vector  $X$  de tamaño  $n[X_1, X_2, \dots, X_n]$  y como datos de salida un vector  $Y$  de tamaño  $m[Y_1, Y_2, \dots, Y_m]$ , estableciendo entre ellos una dependencia funcional que se puede expresar de la siguiente manera:

$$[X_1, X_2, \dots, X_n]RN = [Y_1, Y_2, \dots, Y_m] \quad (3)$$

Donde:

$$n = 20$$

$$m = 5$$

### Diseño de la Red Neuronal Artificial

El diseño de la red se divide en dos partes, la primera es el entrenamiento, que tiene como objetivo modificar los pesos de la red en cada una de las capas, de modo que la salida deseada coincida con la salida obtenida por la red ante un determinado patrón de entrada.

La segunda es la fase de validación de la red ante cualquier patrón de entrada que se le presente. Como se muestra en la Fig. 10 se utiliza una arquitectura de retropropagación con tres capas: la de entrada, la oculta y la de salida.

### Fase de entrenamiento

Como se menciona anteriormente, los valores empleados para el correcto desempeño de esta fase se presentan en la Tabla II.

**TABLA II**  
**VALORES PARA LA FASE DE ENTRENAMIENTO**

Dato	Valor
Neuronas en la capa de entrada	20
Neuronas en la capa oculta	10
Neuronas en la capa de salida	5

### Fase de evaluación

Se abren los pesos obtenidos para la salida del proceso de entrenamiento y para la capa oculta, se definen los mismos valores utilizados en el entrenamiento para la capa de entrada, la oculta, y la de salida, así como el número de entrenamientos, los pesos de la capa de entrada y de la capa oculta, y el patrón de entrenamiento.

Posteriormente, se procede a evaluar la red con un solo patrón de entrenamiento, que es el objetivo a identificar; Si el patrón de entrenamiento se encuentra en la red, esta lo identifica de acuerdo a las características de los valores de sus pesos, en caso contrario, la red emite un mensaje indicando que no se identifica lo que ha dicho el hablante.



TABLA III FUNCIONAMIENTO DE LA RED

Palabra Pronunciada	Palabra Reconocida
Blanca	Blanca
Colombianos	Colombianos
Fusil	Fusil
Colombianos	Gemelo
Jirafa	Jirafa
Gemelo	Gemelo
Blanca	Blanca
Jirafa	Gemelo
Gemelo	Gemelo
Fusil	Fusil

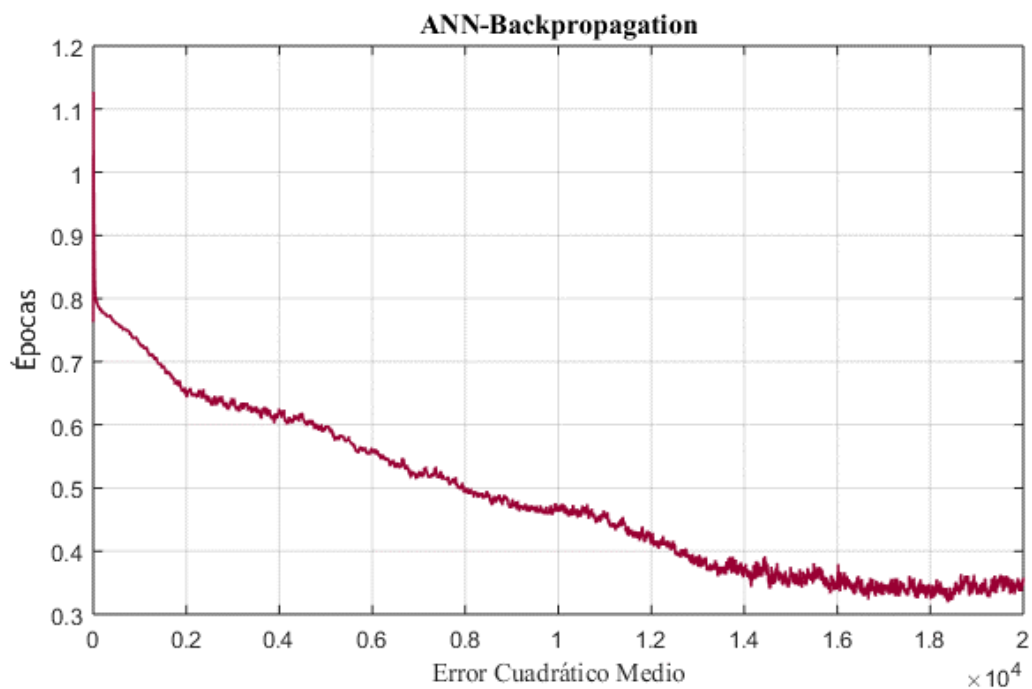


Fig. 19 Gráfica del error

TABLA III RENDIMIENTO DE LA RED

Rendimiento de la Red Neuronal	
Número total de palabras a reconocer	20
Número de aciertos	16
Porcentaje de aciertos	80

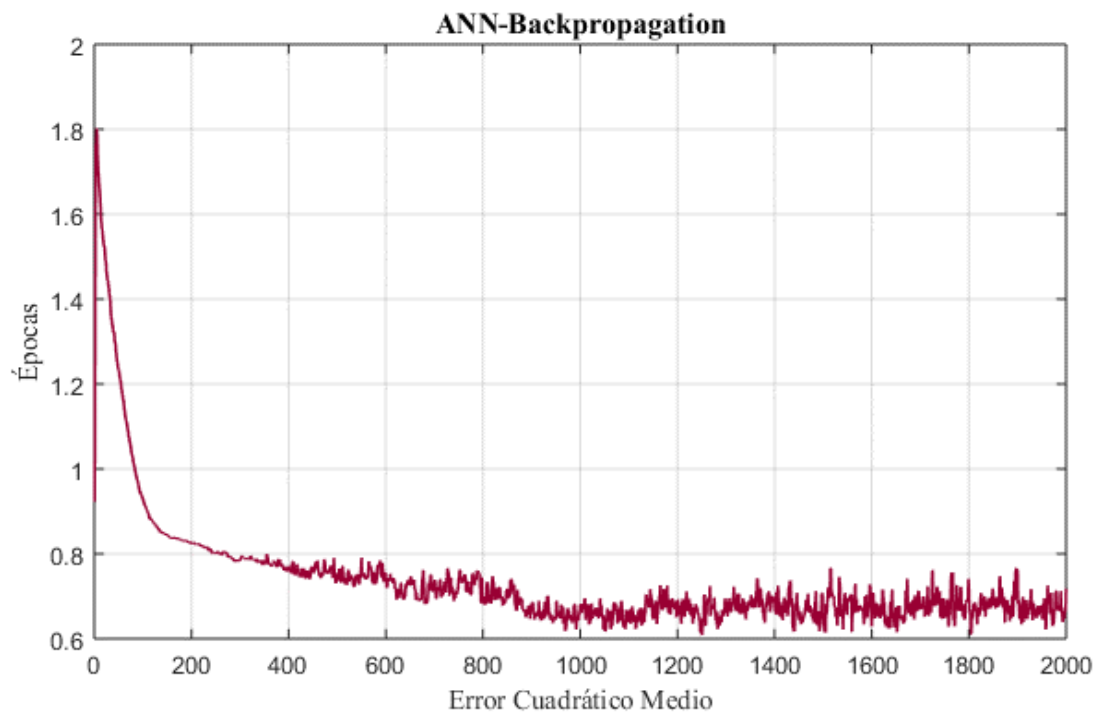


Fig. 20 Gráfica del error

TABLA IV FUNCIONAMIENTO DE LA RED

Palabra Pronunciada	Palabra Reconocida
Blanca	Lada
Alba	Danca
Escapa	Escapo
Danca	Blanca
Jirafa	Jirafa
Gabán	Gabán

Bueyes	Pueyes
Lada	Bala
Bonito	Bonito
Bailar	Bala

TABLA V RENDIMIENTO DE LA RED

Rendimiento de la Red Neuronal	
Número total de palabras a reconocer	20
Número de aciertos	8
Porcentaje de aciertos	40

### Conclusiones

Como lo muestran las Figs. 11 y 12 el desempeño del reconocedor de voz mejora si las palabras a reconocer son distintas fonéticamente.

Por otra parte, la propuesta de trabajo a futuro se plantea crear diccionarios para las diversas variantes lingüísticas del idioma español, y posteriormente de otros idiomas como el inglés. Al igual que la implementación de otro clasificador para comparar los resultados de ambos.

Es importante mencionar que este sistema no pretende reemplazar al especialista en trastornos del habla, sino apoyarlo en el proceso de la detección.

### Agradecimientos

Este trabajo recibe apoyo del proyecto SIP 20170375 “Desarrollo de servicios de tecnología educativa de última generación” que es parte del proyecto multidisciplinario 1899 “Servicios de tecnología educativa de última generación, basados en buenas prácticas e ITIL para la RED LATE MX”

## Referencias

- Crisostomo, O. N. (2006). *Diseño de un reconocedor de comandos de voz para el DSP TMS320C6711*. Ciudad de México.
- Ignacio Cobeta, F. N. (2013). *Patología de la voz*. Barcelona: Marge Médica Books.
- Israel Linarez González, J. L. (2011). *Sistema de reconocimiento de voz basado en el funcionamiento del sistema auditivo humano*. Ciudad de México.
- Jiménez, J. E. (2012). *Dislexia en español*. Madrid: Pirámide.
- Lawrence Rabiner, B. H. (1993). *Fundamentals of Speech Recognition*. Nueva Jersey: Prentice Hall.
- Lawrence Rabiner, M. R. (febrero de 1975). An algorithm for determining the endpoints of isolated utterances. *The Bell System Technical Journal*, págs. 297-315.
- Oxana, E. (2013). *Sistema de seguridad por reconocimiento de voz*. Ciudad de México.
- Ramírez, G. V. (2008). *Sistema de reconocimiento de voz en MATLAB*. Guatemala.
- Raúl Ibarra, M. S. (1999). *Principios de teoría de las comunicaciones*. Ciudad de México: Limusa.
- Saravia, J. A. (septiembre de 2011). *Segmentación de audio y locutores para recuperación de información multimedia y su aplicación a videos de información turística*. Recuperado el 9 de abril de 2017, de [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/12498/60600\\_20110926JoseAntonioMorejonSaravia.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/12498/60600_20110926JoseAntonioMorejonSaravia.pdf?sequence=1)

## DISEÑO DE AYUDAS TÉCNICAS PARA DISCAPACIDAD VISUAL Y MOTORA: UNA CONTRIBUCIÓN A LA EDUCACIÓN INCLUSIVA

Ovidio Linares Amador<sup>1</sup> ovidio.liam@gmail.com Lizbeth de Jesús González López<sup>1</sup>, lizbethdejesus@gmail.com, Araceli Linares Amador<sup>1</sup>, [aracelilinares@hotmail.com](mailto:aracelilinares@hotmail.com), David Infante Sánchez<sup>2</sup>, [dinfante@itmorelia.edu.mx](mailto:dinfante@itmorelia.edu.mx)

<sup>1</sup>Secretaría de Educación en Michoacán

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Morelia

**Resumen.** Se presenta la experiencia de diseño, pruebas y ajustes de asistencias técnicas personalizadas para favorecer la inclusión de alumnos con discapacidad motora y discapacidad visual en escuelas de educación básica del estado de Michoacán. La iniciativa surge ante la necesidad de atender las condiciones específicas de los alumnos con discapacidad que ya asisten al aula regular, partiendo de la iniciativa de profesores sensibilizados en temas de inclusión y desarrollada por un equipo multidisciplinario mediante un proceso de investigación-acción. El

objetivo es desarrollar Ayudas Técnicas (AT) y acompañarlas de un modelo pedagógico que pueda responder a la pregunta: ¿Qué tipo de escuela debemos ofrecer para qué tipo de ciudadano que podemos formar, hacia qué tipo de sociedad deseamos construir?

**Palabras clave:** Ayudas técnicas, educación inclusiva, discapacidad.

## Introducción

De acuerdo con lo escrito por Plutarco en “La vida de Licurgo”, cuando en Esparta nacía un niño, se reunía una comisión de ancianos para examinarle y, si no era sano y robusto, lo despeñaban desde lo alto del monte Taigeto o lo abandonaban en aquella zona barrancosa. Esa sociedad, cuya sobrevivencia dependía en gran parte de su capacidad defensiva y por lo tanto de la fuerza de los miembros de sus ejércitos, tenía claro que los niños deformes o enfermos no podían ser parte de su comunidad.

Según Patricia Di Nasso (2017), los espartanos no fueron los únicos en realizar estas prácticas. Ella menciona muchas culturas antiguas donde el destino de las personas con diversidad funcional era la muerte: los infanticidios y el abandono de niños o adultos que se consideraban incapaces de sobrevivir eran algo normal. Lo anormal eran las personas con limitaciones físicas, que se consideraban poseídas o inservibles o castigados por sus pecados. Incluso se refiere que el culto griego a la belleza y la perfección física llevaba a expulsar de sus ciudades o exterminar a los discapacitados; y que los romanos iniciaron el ejercicio de la mendicidad como oficio y el aumento deliberado de las deformidades para que las limosnas fueran mayores, práctica que continúa hasta nuestros días.

En la sociedad actual hemos percibido una versión moderna de aquellas costumbres, donde las barreras culturales, plasmadas en diversas maneras de infraestructura, organización, atención sanitaria y educativa, etc., recrean ese abandono, esa expulsión del grupo social, ese despeñarse lentamente, diariamente, de las personas con diversidad funcional.

El interés por participar en lo que consideramos una mejor sociedad, que valore a los seres humanos más allá de sus posibilidades físicas e intelectuales, el deber ciudadano por la vida éticamente congruente para todos los miembros de la comunidad, es lo que nos ha movido a buscar las formas de favorecer la cultura de la inclusión en nuestro ámbito, pero además nuestro quehacer docente acota esa búsqueda a la atención de los alumnos con discapacidades.

## Problema de investigación

A partir del 26 de febrero de 2013 se incluyó en su texto del Artículo 3º Constitucional el término *calidad* como una garantía para el *máximo logro de aprendizaje de los educandos*. Para nosotros, mientras existan personas excluidas del Sistema Educativo, aunque todos los *alumnos*<sup>1</sup>, que

<sup>1</sup> Por respetar el principio de economía del lenguaje, en este documento se usan los términos como *alumnos*, *niños*, *maestros*, etc., abarcando los distintos géneros.

asisten a las escuelas logren el mayor logro académico y formativo, la ausencia de equidad indicará que no hay calidad ni en la práctica docente de las aulas ni en la administración educativa del país, porque la calidad se compone de *excelencia y equidad*.

*“... las mayores y peores situaciones de inequidad son la que se ligan a los procesos de discriminación y desventaja escolar que tienen que ver con características personales: el género, el color de la piel, el grupo étnico/cultural de procedencia, la existencia de algún tipo de (dis)capacidad, la identidad sexual, o la orientación afectivo sexual, entre otras.”* (Echeita, et al, 2016).

Es justamente sobre uno de los grupos a quienes se vulnera su derecho a la educación de calidad, que se centra el proyecto que aquí presentamos: las personas con discapacidad o, como preferimos nombrarlas, las *personas con diversidad funcional*.

#### Estado del conocimiento

Hay un amplio marco legal internacional que sustenta el derecho de los ciudadanos con discapacidad a recibir educación de calidad, y que reconocen la importancia de las ayudas técnicas (AT) para lograr su inclusión en escuelas ordinarias. Esto lleva a la necesidad de que estas escuelas, su personal y la administración general del servicio educativo, puedan ofrecer la intervención pedagógica pertinente y contar con la infraestructura y los recursos necesarios para responder a las características no solo de los alumnos con diversidad funcional, sino los de toda la comunidad escolar.

De los convenios internacionales, México ha sido activo partícipe firmando la mayoría de ellos. pero no siempre se ha tenido sensibilidad para el tema, pues a pesar de firmar convenios y ratificarlos, las políticas internas no han fluido como es de esperarse.

La *Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad*, (DOF, 17 de diciembre de 2015) define las ayudas técnicas como aquellos dispositivos tecnológicos y materiales que permiten habilitar, rehabilitar o compensar una o más limitaciones de las personas con discapacidad. Esta Ley marca la obligación de proporcionar a los estudiantes con discapacidad los materiales y ayudas técnicas que apoyen su rendimiento académico, procurando equipar los planteles y centros educativos con recursos diversos, entre ellos los equipos computarizados con tecnología para personas ciegas y todos aquellos apoyos que se identifiquen como necesarios para brindar una educación con calidad.

Los mayores retos para llevar a la realidad este mandato son: falta de docentes capacitados, costos prohibitivos, marco inadecuado de políticas públicas, infraestructura limitada y poca exposición a tecnologías emergentes. En un trabajo conjunto desarrollado en el año 2012 por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) con el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las personas con Discapacidad (CONADIS), se concluyó que es importante realizar investigación respecto a las ayudas técnicas, pues hay en México siete millones de personas con discapacidad que no fácilmente encuentran este tipo de ayuda, por diversas razones, la principal es económica pero también porque no hay los productos de calidad

a su alcance. Es decir, aunque las familias pudieran acceder a la información sobre la existencia de ayudas en otros lugares del país o fuera de él, su adquisición no garantiza por sí sola que la estructura, las funciones, los requerimientos para su uso sean apropiados para el usuario, ni que su implementación sea la más pertinente en el contexto escolar.

Hablar de un modelo pedagógico para favorecer la educación inclusiva con AT pareciera un tema de moda, sin embargo, más allá de ello, es una necesidad sentida para encontrar las mejores vías en la disminución de la exclusión, por lo cual explorar las investigaciones en proceso o concluidas sobre la temática, es importante en dos sentidos: para reorientar nuestros planteamientos y para dar pertinencia al trabajo a partir de lo que ya existe.

Siendo un tema que tiene relativamente poco tiempo de estarse tratando de manera generalizada, pensamos que encontraríamos bastantes investigaciones al respecto, pero no en Michoacán. Esto ya de por sí resulta difícil de probar, pues si bien, indagamos en distintas revistas especializadas, no sabemos con exactitud si se esté desarrollando alguna que aún no se difunde. En los acercamientos con la Dirección General de Investigación e Innovación de la Secretaría de Educación en Michoacán, en el catálogo de investigaciones de la Subsecretaría de Educación Media Superior y Superior en Michoacán, pudimos constatar que no existe otro trabajo de esta índole, en proceso ni terminada, sobre esta temática.

El análisis realizado permite dar cuenta de la pertinencia de la investigación que se pretende iniciar, pues si bien hemos encontrado importantes opiniones que nos permiten ampliar la visión o encontrar nuevas aristas a la temática, no es muy explícita la relación, en la práctica, entre el uso de AT y la construcción de escuelas inclusivas involucrando a la comunidad escolar.

### **Justificación**

Casi siempre los profesores de escuelas regulares manifiestan que no tienen la formación profesional para atender alumnos con discapacidad, y los maestros de educación especial se sienten limitados por el poco tiempo disponible, los escasos recursos materiales y también por el desconocimiento de opciones de recursos educativos para apoyar a los estudiantes que los requieren. Otras veces es el propio colectivo docente, los directivos o incluso los padres de familia quienes manifiestan resistencias a que los niños con discapacidad acudan a las escuelas. No se diga las condiciones de infraestructura y equipamiento de los centros educativos, que se convierten en barreras adicionales para este grupo de la sociedad.

Todo lo anterior repercute en una constante violación al derecho a la educación que tienen los niños y adolescentes con discapacidad, y la continuidad de esta discriminación conduce a una sociedad con las mismas características.

Según la información proporcionada por el INEGI ([www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)), en México, el 3.8% de la población urbana tiene alguna discapacidad, no así la población rural que presenta mayor proporción de discapacitados con el 4.8%. El 4.19% de las mujeres y 4.02% de hombres presenta una discapacidad. El tipo de limitación según sexo es altamente diferenciado con mayor proporción para las mujeres en



atención del cuidado personal o caminar y moverse, para los hombres en limitación para comunicarse al igual que en limitación auditiva. En Michoacán, la principal limitación que se presenta es la de caminar o moverse: 160,128 personas, el 47% de quienes presentan alguna limitación, seguida por la limitación para ver, con un 22%, 71,008 personas.

Derivado de lo expuesto, surgen una serie de preguntas que mueven a la acción:

¿Qué repercusiones tiene la legislación y el marco teórico de la inclusión en el sistema educativo estatal? ¿Qué propuestas y acciones se pueden desarrollar en la entidad, que apoyen a las familias y escuelas de alumnos con discapacidad para que cursen sus estudios en la escuela regular? ¿Cuáles son las asistencias técnicas más adecuadas para atender la discapacidad motora y la discapacidad visual en nuestras escuelas? ¿Qué implica la presencia de alumnos con discapacidad en las escuelas, en lo organizativo, metodológico y curricular? ¿Qué resistencias, discrepancias o carencias se presentan entre las distintas personas o instancias implicadas en el servicio educativo para alumnos con discapacidad? ¿Cuál es el tipo de formación que requieren los distintos agentes educativos para minimizar las barreras para el aprendizaje y la participación?

Objetivo: Favorecer la educación inclusiva en alumnos con discapacidad motora y visual de primaria y secundaria para que ejerzan su derecho a formarse en escuelas regulares, mediante la implementación de Ayudas Técnicas.

Hipótesis: La educación inclusiva es posible cuando existe el desarrollo e implementación de ayudas técnicas personalizadas y accesibles para las personas con diversidad funcional, acompañadas por la formación de los colectivos docentes y la orientación a las familias, para generar en las escuelas el clima favorable para que la cultura de la inclusión trascienda hacia una sociedad inclusiva.

## Desarrollo

La noción de *perspectiva* es el constructo que nos ayuda a explicar un hecho, resaltando del mismo qué vemos (y, por lo tanto, también qué dejamos de ver o considerar), cómo lo interpretamos y, en consecuencia, cómo actuamos al respecto (Ainscow (2001). Las perspectivas tienen implícitas las teorías sobre el hecho o proceso que analizamos. Para explicitar algunas de esas concepciones, iniciamos por manifestar que consideramos a la escuela como el espacio que recibe y a la vez proyecta todo el bagaje de concepciones sobre las diferentes prácticas sociales de una comunidad específica. Una de esas prácticas sociales es la equidad, como valor y como acción cotidiana, y uno de los ámbitos en que esa acción se refleja es en la atención que la escuela ofrece a los alumnos con diversidad funcional.

Siguiendo a este autor, para llevar a cabo la investigación adoptamos la perspectiva inclusiva donde la diversidad es un valor y la inclusión un derecho, opuesta a la perspectiva dominante (“individual”, “esencialista”, “remedial”, “médica”) que asume la diversidad como problema individual. Así, reconocemos que cualquier alumno puede experimentar dificultades en las

situaciones de aprendizaje, y que esas dificultades no son solo por determinadas características de los alumnos, sino por la interacción entre éstas y la intervención educativa.

Las ayudas técnicas y el apoyo a docentes, asesores y padres de familia que se implementaron en esta investigación son utilizables y aprovechables por todos los alumnos de la escuela, lo que atiende a los fundamentos del diseño universal.

La perspectiva inclusiva es también de los derechos, pero de aquellos que se ejercen, no de los que quedan en documentos desconocidos, ignorados u olvidados, como lo son los ciudadanos a quienes aluden. Con esto en mente buscamos crear condiciones para hacer patentes esos derechos, y posibles las condiciones, para disminuir y llegar a eliminar las Barreras para el Aprendizaje y la Participación (BAP) que se presentan no solo a los alumnos, sino también a quienes los atienden: formación específica escasa o nula, recursos económicos muy limitados, entre otros.

Parte de esta perspectiva es además asumir que, aunque didácticamente significa muchas dificultades, la diversidad en las aulas es una riqueza para el proceso de aprendizaje y para desarrollar las competencias para la vida, no solo de los alumnos con dificultades, sino de todos los integrantes de un grupo que, desde muy temprano en su vida, aprenden a convivir en la diversidad. Esta perspectiva coincide en lo esencial con lo que en el ámbito de los estudios sobre discapacidad se ha llamado el modelo social y de vida independiente (Echeita et al, 2016).

Otra concepción determinante para este trabajo es que la “discapacidad” no es un rasgo personal sino el resultado de algunas condiciones personales y otras del entorno. Y para la intervención realizada en este proyecto, el enfoque fue centrarnos en lo que estos alumnos pueden hacer, lo que los colectivos docentes pueden propiciar, más que en lo que no se puede o lo que no se tiene para garantizar el ejercicio del derecho a la educación en nuestro contexto.

El paradigma elegido para situar esta investigación es el sociocrítico, puesto que lo que se pretende, además de la comprensión del fenómeno, es la transformación de la realidad, considerando los significados que los actores participantes le otorgan. Carr y Kemmis (1988) hablan de un proceso que combina la colaboración y la voluntad política de actuar para superar las contradicciones de la acción social, en este caso, la principal contradicción se ubica entre la normatividad global y local para la inclusión de las personas con discapacidad y la cultura y prácticas que impiden su aplicación.

La premisa orientadora de este trabajo es que la educación inclusiva se desarrolla en comunidad, y que la disminución de las BAP a través de AT, tiene que ser el punto de partida y de llegada de la intervención. La investigación-acción responde a ello al facilitar la reflexión sobre la práctica cotidiana, haciendo conscientes los motivos que la impulsan y las oportunidades para su transformación.

## Participantes

El equipo de investigación tiene su principal fortaleza en la pluralidad de perfiles y funciones, lo cual animó de manera decidida a realizar este proyecto. Las intervenciones fueron varias, pero se presentan las hechas con dos alumnos de primaria, uno de tercero y otro de quinto grado, ambos con discapacidad motriz debida a parálisis cerebral; y una de secundaria, con discapacidad visual. Referimos brevemente también las orientaciones otorgadas a profesores y directivos cercanos a ellos, y a los padres de familia.

### Técnicas

Observación participante, Entrevista semiestructurada, Entrevista a grupo focal, Análisis de contenido

### Instrumentos

Guion de observación, Guion de entrevista, Narrativa (autobiografía)

### Proceso de investigación:

#### Diagnóstico

Mediante entrevistas informales, relatorías e informes de actividad, se encontraron dos circunstancias: la primera, el temor de los maestros de recibir a los alumnos con discapacidad, la mayor parte de las veces no por una cuestión inhumana o por creer que no merecen educación, sino por el desconocimiento del tipo de atención pedagógica que requieren, y no saber cómo compartirles información y generar el conocimiento en ellos; la segunda, que desconocen tanto los recursos que existen en la SEP federal, como las tecnologías de apoyo.

En un primer momento el equipo pensó que este desconocimiento se presentaba solamente entre los profesores de escuelas regulares pero que el servicio de educación especial en el estado contaría con todo un repertorio de diversas tecnologías para cada una de las principales discapacidades atendidas. Sin embargo, se pudo constatar que no es así y ello detonó el interés por desarrollar asistencias tecnológicas que apoyen al proceso de inclusión de alumnos con discapacidad.

Como producto de entrevistas con los profesores, se ha determinado que existe una gran brecha digital en el uso de las TIC con fines educativos, no sólo por parte de los profesores mayores a 40 años, también por aquellos profesores ya nativos de esta tecnología y hay un desconocimiento casi generalizado de las funciones de accesibilidad disponibles en los sistemas operativos Windows y Android.

Al participar en la Comisión de Educación del Consejo Michoacano para la atención de las personas con discapacidad en mayo de 2016, pudimos ratificar que no existe una estadística de los alumnos con discapacidad inscritos en las escuelas de Michoacán, que identifique el tipo y

grado de discapacidad, las necesidades de infraestructura y los materiales didácticos o equipamiento con que se cuenta.

### Implementación

En 2015, durante una visita de acompañamiento a la Telesecundaria de Teremendo, se detectó que una alumna tenía serias dificultades para ver. El Ing. Linares se acerca a la niña, pide prestados unos pincelines, le muestra escritura con letras blancas en fondo negro, pero ella no las veía; intenta con letras negras en fondo blanco, y así hasta descubrir que con letras negras en fondo amarillo veía bien. Indaga y se entera de que los maestros, caracterizados por su profesionalismo y capacidad, no conocían la posibilidad de atender a una alumna débil visual utilizando la computadora. De entrada, no habían visto la posibilidad de utilizar la herramienta zoom en los libros digitales, ni sabían que los podrían tener en formato electrónico.

Al pensar que con el uso del zoom sólo se podía solucionar el problema de mostrar información, no el de introducirla, se buscan otras posibilidades y se encuentra la de adaptar un teclado y hacerlo macrotipo, para que ella pudiera trabajar con ayuda de la computadora. Se hicieron pruebas sobre el tamaño de letra que la niña alcanzaba a ver y, al constatar que era un tamaño que cabía en el teclado, se pidió uno al director, quien de inmediato lo tomó del Aula de Medios. En los días posteriores el teclado se desarmó letra por letra, se pintó, se hizo la serigrafía tecla por tecla, y aunque fue un trabajo artesanal, tardado, se logró el propósito. Ya terminado se envió a la telesecundaria, los maestros consiguieron los libros en formato electrónico, y se consiguió una computadora para la alumna, quien durante su segundo y tercer grado de secundaria pudo usar el teclado macrotipo y la herramienta zoom en la computadora. Esto favoreció su aprendizaje, con mucha diferencia respecto a lo que había logrado sin estas ayudas técnicas.

Es de reconocer y celebrar que, a pesar de la escasa colaboración de los papás de esta niña, la gestión de sus maestros llevó a que recientemente fuera operada con éxito y actualmente ya no es débil visual, sólo debe usar lentes. Esta intervención tuvo que ver, obviamente, con la atención pedagógica de los docentes y las asesorías para el uso de ayudas técnicas específicas para su alumna. Ese fue el comienzo del desarrollo de las asistencias tecnológicas que se presentan en este documento.

El Programa para la Inclusión y la Equidad Educativa (PIEE) organizó, en diciembre de 2015, un encuentro estatal de niños y maestros para mostrar experiencias exitosas. Ahí observamos que había niños con debilidad visual, otros con hipoacusia, y otros con discapacidad intelectual. La convivencia con ellos por más de dos días permitió detectar que en la escuela de Manzana de San Luis había dos niños con debilidad visual, pero, al no estar cerca de Morelia, no tenían libros macrotipo ni teclados o computadora con herramienta zoom. Con ellos se siguieron haciendo pruebas en los modos de alto contraste de la computadora, y coincidieron en que el mejor contraste sigue siendo fondo amarillo con letra negra.

La primera versión del macroteclado se modificó y para la segunda versión, hecha con calcas, se consideró que era mejor estilizar la letra, pensando que las del primer teclado eran más burdas, muy gruesas, sin embargo, los niños dijeron que prefieren *la más gorda* porque es legible. Fue darse cuenta de que la prioridad es la funcionalidad para el usuario. Esos gruesos caracteres eran la forma más fácil de compensar su discapacidad, por eso se empiezan a seleccionar los más necesarios y en las teclas que llevan hasta tres poner sólo los más importantes.

Se siguió buscando el mejor diseño según se fueron haciendo pruebas con los alumnos. Una tercera versión del teclado tiene los números del lado derecho, lo que permitió no poner los números en las teclas donde aparecen los caracteres de signos de admiración, interrogación porcentaje, etc., dejando solo estos últimos caracteres en dichas teclas.

Pensando en apoyar a personas sin extremidades o que no puedan moverlas en absoluto, se diseñó un ratón que funciona con sensores de movimiento, para que en la cabeza o algún muñón pudiera ponerse una diadema o una pulsera ajustable, que permitiera hacer uso de una computadora con movimientos sencillos, pero en los 3 ejes: laterales, arriba/abajo, rotación. El prototipo se presentó en la Muestra de pedagogía hospitalaria de marzo de 2016. Se puso en funcionamiento para la gente que entraba al evento y, con algunos ajustes, se mostró en el Encuentro Nacional de Atención Educativa a la niñez Migrante, desarrollado en Pátzcuaro en 2016, donde también se presentaron, en imágenes, el teclado macrotipo que se le entregó a la niña de Teremendo, y ratones para computadora controlados por palanca (jostik) para niños que no tienen motricidad fina.

En el Encuentro, la responsable de Educación Indígena a nivel federal se acercó al Ingeniero Linares para comentarle sobre unos libros de Educación Indígena que presentaban un proyecto de tecnología adaptada, con sólo algunas herramientas, hecho por un grupo de argentinos. Se le informó que este proyecto no se implementó en México por ser muy caro.

En la clausura se manifestó nuestro interés por saber si en otros estados había propuestas similares a las presentadas por nuestro equipo, pensando que tendrían mejores condiciones que Michoacán, pero las respuestas fueron que no tenían algo así para atención específica a la discapacidad, lo cual reforzó el entusiasmo por seguir desarrollando el proyecto.

En una reunión con los responsables del PíEE se invitó a proponer algún alumno que probara el funcionamiento del ratón controlado por joystick. La persona entonces responsable de la subdirección de Educación Especial, nos puso en contacto con la maestra de Educación Especial que atendía a Nico, un niño con parálisis cerebral. Se hizo el enlace con la maestra de grupo y se programó una reunión al inicio del ciclo escolar 2016-2017. El Ing. Ovidio adquirió una computadora con características pensadas para que pudiera atenderse al alumno y a personas con discapacidad visual, una computadora de propósito amplio touch screen, monitor de 21". La emoción de Nico al utilizarla por primera vez fue algo realmente gratificante y emotivo. Se le presentó una página de juegos educativos y así comenzó a interactuar con algunos contenidos de lectura y escritura de manera lúdica, y a controlar la computadora con la palanca del ratón, hecho

especialmente para él: sus necesidades, sus posibilidades, sus medidas antropométricas y un diseño ergonómico.

Ver a un niño emocionado, al padre de familia tan involucrado y a los maestros comprometidos, fue otro impulso para seguir adelante. De ahí se comenzó a investigar más sobre discapacidad motora y se encontró que no solamente los alumnos de escuela regular carecen de acceso a las asistencias tecnológicas, sino también los alumnos de educación especial.

Para el diseño de las AT se ha recurrido a los maestros con conocimientos en computación, en inclusión, haciendo adecuaciones. En el caso de Nico, alumno de una escuela regular, la participación de la familia ha sido fundamental: una vez que se probó el sistema, el papá se acercó y vimos la posibilidad de instalar el dispositivo en su silla de ruedas. Así, tanto el ingeniero diseñador como el papá de Nico hacen ajustes. Al mismo tiempo, se rescata la experiencia de los maestros para conocer su opinión acerca del uso de los artefactos. Las dos maestras son muy capaces, sin embargo, se hace evidente la necesidad de realizar una planeación conjunta y ubicar en qué momento se puede cambiar el teclado a botones pequeños si hay avance en la motricidad, o si por el contrario el tamaño actual le causa agotamiento al niño por el esfuerzo físico.

En el proceso de acompañamiento se descubrió que en la pantalla aparecían caracteres repetidos, entonces se les explicó a las maestras que existe una función para evitarlo. Esta información se debe sistematizar para que con otros usuarios no se parta de cero.

El otro niño atendido, Juan, tiene discapacidad motora grado 1, Cuando su papá conoció las ventajas del escritorio ergonómico (tales como disminución de movimientos involuntarios, uso como pintarrón, barrera anticaída de material didáctico) solicitó un diseño portátil que le permita llevarlo a la escuela y después a su casa para darle continuidad al proceso de adaptación de dichas tecnologías. Para Juan, tener su mismo escritorio integrado al ratón le permite mejor desempeño.

No se había investigado la posibilidad de descargar y guardar en memoria para compartir de un equipo a otro, pero al conocer la propuesta Dispositivos Móviles en la Educación (DIME) se toma esa opción y se empiezan a descargar las aplicaciones para instalar y desinstalar y así compartirlas. Por su parte, el responsable del DIME hace el comentario público de que, al reunir aplicaciones existentes para apoyar el trabajo de los docentes, no habían considerado a los alumnos con discapacidades como destinatarios de las aplicaciones elegidas, y que se darían a la tarea de buscarlas.

## Resultados

A pesar de los avances adaptando ayudas técnicas en favor de la inclusión, el equipo de investigación-acción considera que no debemos limitarnos a consumir lo que ya existe en otros países, sino a generar el propio conocimiento y construir aplicaciones de este tipo, para lo cual se recurrió a un ingeniero en sistemas, con quien ya se tiene la posibilidad de crear las App que el equipo de investigación pueda diseñar. Actualmente se ha tenido ya la cuarta versión del teclado macrotipo, pues algo que pareciera sencillo implica mejorar de acuerdo con lo que los usuarios



piden. Primero hay que observar a alumnos, maestros, identificar con qué AT se puede compensar alguna dificultad de movimiento, accesibilidad, sensorial. Algunos de los diseños pueden ser de uso más general, como los teclados, pero en su mayoría son personalizados.

Algo indispensable para la aplicación de las AT es que se cumpla con ciertas condiciones: Una es la durabilidad, es decir, que estén diseñadas para la mayor vida posible. Otra es que sean lo más estándar posible o que se puedan adaptar a las distintas necesidades. En este aspecto el punto de vista de los maestros es muy importante, por ejemplo, al diseñar el escritorio ergonómico se pensó en las necesidades del alumno principalmente, pero después, entre los maestros de Educación Especial que asistieron a la capacitación estatal a los CRIIE ofrecida por el equipo investigador, se comentó que los maestros utilizan material imantado: si se hubiera considerado antes, se habría desarrollado desde el principio una superficie de metal.

Con todo lo anterior el equipo logró implementar Ayudas Técnicas para la Inclusión (ATI), desarrolladas en un lapso de aproximadamente 18 meses:

- Cuatro versiones del teclado macrotipo para la atención a la debilidad visual.
- Ratón para computadora controlado por joystick, para la atención a la discapacidad motriz, con movimientos espásticos o malformaciones en sus manos.
- Ratón para computadora controlado por sensores de movimiento, para la atención a la discapacidad motriz, sin extremidades superiores o cuadrapléjicos.
- Escritorio especializado para uso como atril de lectura, y para favorecer la escritura en su superficie, donde se puede escribir y borrar, con características que ayudan a su trazo.

En el proceso se ha descubierto que hay mucho por hacer y que hay mucha desarticulación entre instituciones para la atención a las personas con discapacidad y mucha más para la inclusión, si no atendemos lo evidente, menos lo que no se ve. Desde luego que se requiere de un trabajo multidisciplinario, pero es difícil que las distintas dependencias se involucren si no consideran que las acciones sean prioritarias dentro de su ámbito de acción, aun y cuando la ley lo marque.

No se cuenta con un método específico para la implementación de AT o con un modelo pedagógico que implemente asistencias tecnológicas en educación básica. Por lo que es muy difícil que accedan al nivel superior. Sólo los padres que tienen posibilidades económicas lo logran para sus hijos.

## Discusión y conclusiones

El modelo educativo 2016 marca como una línea transversal la inclusión, dando soporte al Sistema Educativo en lo que a esto se refiere, pero aún no incorpora la parte de ayudas técnicas de manera explícita, por lo que es necesario impulsar su incorporación. La distancia que existe entre las políticas a favor de la inclusión y la realidad es grande.

En México es poca la investigación que se ha realizado para desarrollar AT que lleven a minimizar BAP de alumnos con discapacidad, y así favorecer su inclusión en el aula regular. A nivel internacional existen muchas experiencias del uso de AT con éxito en la atención de personas con diversos tipos de discapacidad, sin embargo, el diagnóstico realizado nos lleva a afirmar que, en Michoacán, como en muchos otros estados del país, no existen suficientes instituciones, oficiales o particulares, que desarrollen u ofrezcan AT para compensar una o más limitaciones motoras o visuales, y así coadyuvar a la autonomía e inclusión educativa y social de quienes las viven. Tampoco hay para los docentes y padres de familia la necesaria orientación, capacitación y actualización sobre la existencia y las posibilidades de las AT para la mejor atención de los alumnos con discapacidad, desde lo más sencillo como la iluminación y organización del mobiliario en el aula o el tipo de útiles escolares más apropiados, hasta los equipos, programas y estrategias de atención.

El niño adquiere habilidades comunicativas acordes con sus experiencias e interacciones sociales. Cuanto más rico y activo sea el intercambio con el medio que los rodea, mayores serán las posibilidades de dialogar y comunicarse de manera coherente y apropiada. Aunque ya sean tecnologías especializadas, deben adaptarse o personalizarse para cada uno de los alumnos atendidos, ya que su grado de movilidad, tamaño y proporciones de su cuerpo, motivaciones, uso, etc. difiere de uno a otro. Posiblemente esto no es posible en su totalidad, pero sí se contempla en el diseño de las ATI para su mayor eficacia.

La planeación sobre contenidos académicos para propiciar el conocimiento y mediante ATIs, no debe ser labor solamente del profesor frente a grupo, sino que deberíamos estar involucrados en un equipo interdisciplinario: docente frente a grupo, profesores de educación especial, terapeuta, Ingeniero en TIC y ATI. Un equipo investigador multidisciplinario permite construir una visión amplia de las posibilidades de intervención.

La propuesta de desarrollar Ayudas Técnicas resulta de la urgencia de atender a los niños con discapacidad, del interés por dar alternativas para que el trabajo de los maestros sea más adecuado a las características de los alumnos en general y de los vulnerables en particular, porque las escuelas están limitadas en herramientas que faciliten la accesibilidad, y porque los maestros de escuelas regulares sienten que carecen de educación especializada.

Pueden ofrecerse AT adaptadas al contexto de México, con características similares o mejores y menor precio que las de otros países, pero la única forma de lograr escuelas inclusivas es empezar a conocer y llevar al aula estas propuestas, sin esperar a que todas las condiciones estén dadas para ello.

## Referencias

Ainscow. M. (2001). *Desarrollo de escuelas inclusivas. Ideas, propuestas y experiencias para la mejorar las instituciones escolares*. Madrid: Narcea.



Carr, W., Kemmins, S. (1988) *Teoría Crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca

Coll, C. y Miras, M. (2001). Diferencias individuales y atención a la diversidad en el aprendizaje escolar. En A. Marchesi, C. Coll y J. Palacios (Comp) *Desarrollo psicológico y educación*, Tomo 2. (pp). Madrid: Alianza Editorial

DI NASSO, P. Mirada Histórica de la discapacidad, en [http://fci.uib.es/Servicios/libros/articulos/di\\_nasso/#.WdlmhkDiAkM](http://fci.uib.es/Servicios/libros/articulos/di_nasso/#.WdlmhkDiAkM), 2017, publicado por la Universitat de les Illes Balears.

Echeita, G. (2013) Inclusión y exclusión educativa. De nuevo “voz y quebranto”. *REICE, revista electrónica iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en educación* 2008, 6 (2), 9-18. Recuperado el 26 de julio de 2014 de <http://www.rinace.net/arts/vol6num2/art1.pdf>

Echeita, G., Martín, E., Simón, C., & Sandoval, M. (2016). La educación escolar como proyecto social. Sección 3. Perspectivas educativas frente al desafío de la diversidad del alumnado. Curso Equidad801x: Educación de calidad para todos. Equidad, inclusión y atención a la diversidad. [Cursos UAMx | <https://www.edx.org/school/uamx>]. Retrieved from <https://www.edx.org/course/educacion-de-calidad-para-todos-equidad-uamx-equidad801x>

INEGI, [www.inwgi.org.mx](http://www.inwgi.org.mx) atención, [usuarios@inegi.org.mx](mailto:usuarios@inegi.org.mx)

Marchesi, A. y Martín, E. (2014). *Calidad de la enseñanza en tiempos de crisis*. Madrid: Alianza editorial.

Morris, J (1997) *Encuentro con desconocidos: feminismo y discapacidad*. Madrid: Narcea

Romanach; J. y Lobato, M. (2005). Diversidad funcional. Nuevo término para la lucha por la dignidad en la diversidad del ser humano. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/tripsiinc/diversidad-funcional-nuevo-trmino>

UN (2006). *Convención de las Naciones Unidas sobre los derechos de las personas con discapacidad* Recuperado de : <http://www.un.org/spanish/disabilities/>

UNESCO, (2006) Orientaciones para la Inclusión: Asegurar el Acceso a la Educación para Todos, París.

UNESCO (2008) La educación inclusiva: el camino hacia el futuro. Cuadragésima octava reunión. Centro Internacional de Conferencias. Ginebra.

UNICEF (2013). La situación de la infancia en el mundo 2003. Niños con discapacidad. Recuperado de: [http://www.unicef.es/sites/www.unicef.es/files/EMI\\_informecompleto.pdf](http://www.unicef.es/sites/www.unicef.es/files/EMI_informecompleto.pdf)



# CARTELES



ENITED 2017

## APLICACIÓN WEB PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE MANEJO DE DINERO EN PERSONAS CON SÍNDROME DE DOWN

Dra. Aída Lucina González Lara [aida.gonzalezlr@uanl.edu.mx](mailto:aida.gonzalezlr@uanl.edu.mx) Dra. Claudia García Ancira  
[claudia.garciaa@uanl.mx](mailto:claudia.garciaa@uanl.mx)

Universidad Autónoma de Nuevo León

**Resumen.** El uso de las Tecnologías de Información en personas con Síndrome Down apoya en el ámbito del aprendizaje. TEDI A.C. (Taller de Expresión y Desarrollo Integral) es un centro dedicado a la formación y educación de personas con Síndrome de Down y requiere apoyo para integrar el uso de tecnología para el logro de objetivos de aprendizaje. En este trabajo se expone el desarrollo de una aplicación web que apoye al aprendizaje en el área de manejo de dinero para personas con Síndrome de Down; para el desarrollo de esta aplicación se aplicó la metodología del Diseño Centrado en el Usuario, de acuerdo a la que se realizaron actividades para el análisis tales como entrevistas con profesores de TEDI y observación de alumnos de diferentes edades usando herramientas tecnológicas; posteriormente se realizaron prototipos de baja fidelidad (bocetos y prototipos de papel) los cuales se evaluaron con profesores para a continuación construir un prototipo funcional el cual se evaluó con usuarios finales en diversas iteraciones hasta lograr desarrollar una interfaz fácil de usar y comprensible por los usuarios, debido a el seguimiento de esta metodología que indica estar en contacto con los usuarios finales ya que permitió identificar los aspectos importantes a considerar en la interacción.

**Palabras clave:** Manejo de dinero, Síndrome Down, aprendizaje.

### Introducción

En la actualidad la tecnología ha tomado una gran importancia en nuestra vida diaria, ya que esta nos ofrece diferentes herramientas que nos permiten complementar y optimizar en diversas actividades entre las que está el aprendizaje, sin embargo, es en esta área y específicamente en las personas con Síndrome de Down, en donde no existen las alternativas necesarias para cubrir todas las necesidades requeridas para facilitar la comprensión de diversos temas.

### Antecedentes

Los estudios existentes acerca del uso de las Tecnologías de Información en personas con Síndrome Down demuestran que su utilización apoya en el ámbito del aprendizaje tanto en el ámbito educacional como en el social (Pazos González, Raposo-Rivas, & Martínez-Figueira, 2015).

La literatura especializada, ha registrado diversas experiencias e investigaciones sobre el uso de recursos informáticos en el campo de la Educación Especial mediante los que se han evidenciado las posibilidades que brindan estos medios para los procesos de enseñanza y aprendizaje de los alumnos con necesidades educativas especiales tales como: facilidad del alumno para interactuar

con objetos y personas, mejor expresión de ideas, rol más activo y productivo en sus procesos de aprendizaje (Ramírez, Giraldo, & Henao, 2015).

El aprendizaje de conceptos matemáticos en personas con Síndrome de Down, comparado con el de lenguaje, ha recibido poca atención no sólo desde el punto de vista del material curricular publicado, sino también desde la investigación realizada, que proviene sobre todo de la psicología y la pedagogía, no de la educación matemática, la investigación en este tema no debe ser ignorada por la educación matemática, ya que afecta a un sector minoritario de la población que es importante atender (Bruno, y otros, 2006).

Es relevante considerar la accesibilidad de la interfaz computacional, debido a que una persona con síndrome Down tienen diferencias en el proceso cognoscitivo, la retención de contenido y la memorización; por ende, es importante incluir este aspecto en el desarrollo de proyectos de software dirigidos a esta población (Barba Landázuri, 2015).

TEDI A.C. (Taller de Expresión y Desarrollo Integral) es un centro reconocido en el estado de Nuevo León, dedicado a la formación y educación de personas con Síndrome de Down, su propósito es elevar su calidad de vida y desarrollar al máximo su potencial para que logren su autonomía e integración familiar, educativa y social; este centro fue creado en el año 1989 y desde entonces TEDI se ha consolidado como un centro líder en la educación de personas con síndrome de Down que con una trayectoria de más de 28 años ha desarrollado un modelo educativo vanguardista e integral que brinda a sus alumnos la capacidad de integrarse exitosamente al ambiente que los rodea con un programa personalizado, basado en sus propias habilidades y siempre de la mano de profesionales altamente capacitados (TEDI, 2017).

### Definición del Problema

En TEDI utilizan aplicaciones educativas computacionales para apoyo al aprendizaje las cuales se usan en dispositivos tales como tabletas o computadoras, el problema identificado es que la mayoría de las aplicaciones existentes tienen pocas variaciones de los ejercicios, y las personas con síndrome Down requieren de varias repeticiones realizadas de distinta manera para poder reforzar adecuadamente los conocimientos con el fin de alcanzar realmente el objetivo del ejercicio

Asimismo, se presenta una problemática más en donde los ejercicios están adecuados a la región en donde se desarrollaron, un ejemplo claro de esto son las actividades del manejo del dinero, en donde dependiendo el contexto donde se realizó la aplicación es el tipo de moneda que se utiliza, por lo que debido a que no existen aplicaciones desarrolladas en México no se cuenta con ejercicios con moneda nacional.

Los directivos de TEDI han solicitado apoyo para integrar el uso de tecnología para el logro de los objetivos de aprendizaje, el área a trabajar de manera inicial es manejo de dinero, motivo por el cual se ha propuesto desarrollar una aplicación web que apoye en alcanzar los objetivos de aprendizaje en esta área, dicha aplicación contará con ejercicios así como niveles para controlar

la dificultad, además de un control de rango de edad para que de esta manera se presente el diseño adecuado según sea el caso.

### **Objetivo general**

Desarrollar una aplicación web mediante la metodología de Diseño Centrado en el Usuario para apoyar el aprendizaje del manejo de dinero en personas con Síndrome de Down.

### **Objetivos específicos**

Identificar los requerimientos que debe tener la plataforma para así cubrir con las necesidades de los usuarios

Recopilar actividades a incluir en la aplicación

Diseñar y desarrollar las actividades de aprendizaje

Evaluar de manera iterativa con usuarios finales

Implementar la aplicación para su uso

### **Método**

El diseño centrado en el usuario (DCU) es un proceso de diseño de interfaz que se centra en la usabilidad, las características de usuarios, el entorno, tareas y flujos de trabajo en el diseño de la interfaz; el DCU sigue una serie de métodos y técnicas bien definidos para el análisis, diseño y evaluación de hardware, software e interfaces web, el proceso del DCU es un proceso iterativo, donde los pasos de diseño y la evaluación son construidos desde la primera etapa del proyecto hasta su implementación. (Lawton & Grossnickle, 2017).

En el estándar ISO 9241-210 están establecidos seis principios claves, los cuales aseguran que el diseño estará centrado en el usuario, estos son (Travis, 2011):

El diseño está basado en un entendimiento explícito de los usuarios, tareas y el entorno.

Los usuarios están involucrados en el diseño y desarrollo del sistema.

El diseño es orientado y depurado por la evaluación centrada-usuario.

El proceso es iterativo.

El diseño es guiado por la experiencia del usuario.

El equipo de diseño cuenta con habilidades y perspectivas multidisciplinarias.

En la Figura 1, se observa el flujo de las fases del DCU. Esta metodología es iterativa, y en cada fase se debe involucrar al usuario, cumpliendo con los objetivos del producto y la usabilidad debe mejorar cada vez (Hassan Montero & Ortega Santamaría, 2009).

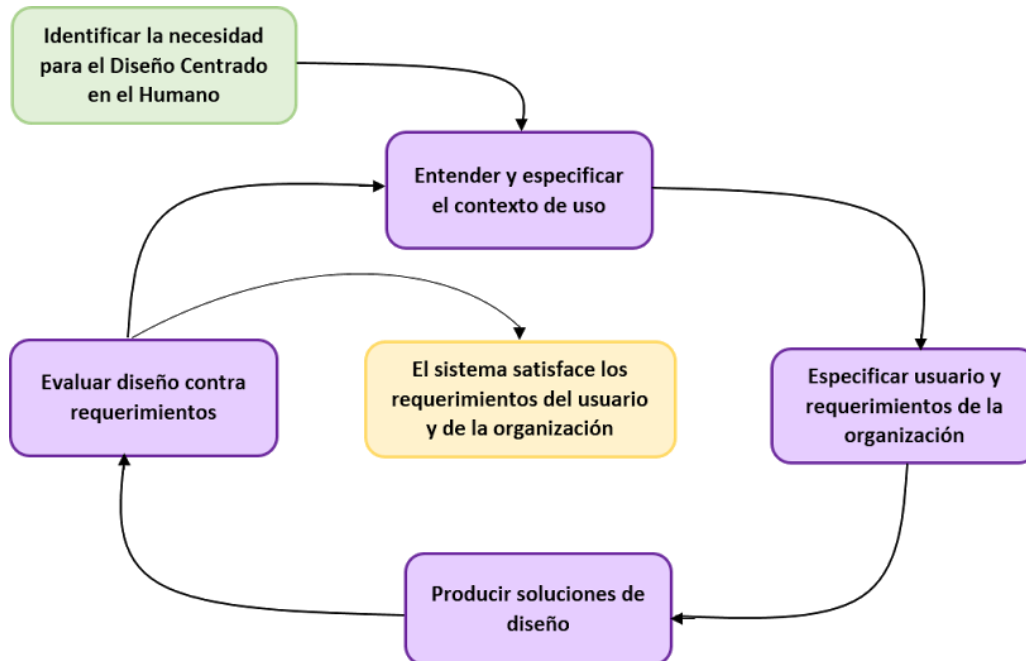


Figura 1. Diseño Centrado en el Usuario, actividades claves.

Mientras los principios y las técnicas básicas son las mismas, existen diferentes variaciones de procesos del DCU. Lo siguiente es un ejemplo típico de un proceso de DCU para diseño de aplicaciones web.

Análisis

Diseño

Evaluación (iterar de nuevo a diseño)

Implementación

## Análisis

<b>Necesidad de desarrollo de aplicación multiplataforma para ser utilizada en diferentes tipos de dispositivos</b>
<b>Configuraciones distintas para el material visual de tres grupos de edades: 2 - 6 años, 7 - 12 años y 13 años en adelante.</b>
<b>Implementar niveles de dificultad</b>
<b>Instrucciones claras de lo que se debe hacer en cada actividad (en texto y voz).</b>
<b>Interfaz de usuario sencilla, sin distracciones.</b>
<b>Posibilidad de repetir las actividades varias veces</b>
<b>Diferenciar estímulo de respuesta correcta por edad</b>
<b>Incluir actividades variadas que impliquen interacción: arrastrar objetos, circular la respuesta correcta, etc.</b>
<b>Consistencia en el estilo de diseño e interacción</b>

En esta etapa se realizó una reunión con profesores de TEDI en la que expusieron sus necesidades, se estableció interacción entre ellos y el equipo de trabajo para establecer los requerimientos del proyecto los cuales son mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Lista de requerimientos del sistema

Se realizó una sesión de observación del equipo de trabajo, se asistió a TEDI con el objetivo de entender el contexto de uso de la aplicación, así como para identificar la manera en que las personas con Síndrome de Down interactúan con las aplicaciones computacionales, esta sesión fue de gran utilidad ya que sensibilizó al equipo de trabajo y les permitió hacer empatía con los



usuarios finales. Para esta actividad cada integrante del equipo recopiló información en un formato. En la Figura 2 se puede observar la sesión de observación.



Figura 2. Sesión de observación del equipo en TEDI.

Con la información recopilada en la sesión de observación se construyó un diagrama de afinidad, en la Tabla 2 se exponen las descripciones de las observaciones en diversas actividades.

Tabla 2. Registro de observaciones en sesión con usuarios.

Actividad	Descripción de Observación
Contexto: Pizarrón interactivo	
Identificar figuras geométricas	<p>Necesitan repetición de las instrucciones.</p> <p>Les es más fácil identificar las figuras geométricas en objetos reales.</p> <p>Se llegan a distraer de la tarea inicial.</p> <p>Se usan colores fuertes y el uso de voz en las pantallas</p>
Contexto: Aplicación de iPad (Niños menores)	
Ejercicios de sumar	<p>Tienden a querer tocar cualquier cosa que parezca un botón en la interfaz y no se concentran en la actividad.</p> <p>Se salen con frecuencia de la aplicación.</p> <p>Se distraen de la tarea inicial y necesitan un apoyo extra.</p>

## Contexto: Aplicación de iPad (Niños mayores)

Identificar números e identificar cantidades.

La maestra hace todas las configuraciones necesarias.

La transición de una actividad a otra tiene una animación.

Si no se cuenta con instrucción se tarda más en comprender la actividad

## Diseño

Para el diseño de las actividades a realizar en la aplicación las profesoras de TEDI entregaban una descripción detallada cada actividad a realizar, así como un pequeño ejemplo que sirviera de base para el desarrollo del prototipo; también se definía el nivel de edad y de dificultad que le correspondía. La Figura 3 muestra en ejemplo del formato que entregaba la profesora para una actividad.

## Conociendo las monedas

1. Mostrar las monedas actuales de nuestro país

Peso, dos pesos, cinco pesos, diez pesos, centavos 10,20 y 50

Descripción: "¡Hola! Conoce las monedas que usamos en México para comprar"

Aparezca cada moneda con su frente y su reverso y nombre en la parte de abajo ejemplo:

*Nota importante: cuidar la claridad de las monedas de preferencia con un fondo en blanco*

*\*a ver si se puede poner opción, monedas y centavos*



Esta es la moneda de \$5 pesos, tiene dos caras, pero es la misma moneda

cinco pesos = \$5.00 pesos

Figura 3. Descripción de actividad entregada por los profesores de TEDI

Una vez definida la actividad se construye un boceto de la misma con la finalidad de comprender la forma de organizar los objetos en la pantalla y su interacción, la Figura 4 muestra un ejemplo de boceto para la actividad definida de la Figura 3.

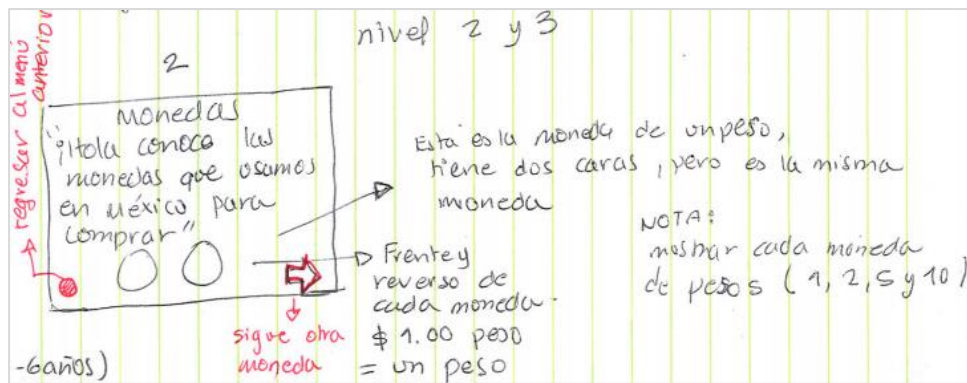


Figura 4. Boceto de actividad

Posteriormente, con base en la definición de la actividad y el estudio del boceto se construyeron prototipos de baja fidelidad en papel con el objetivo de realizar una evaluación con los profesores, en la Figura 5 se muestra un ejemplo de un prototipo de baja fidelidad.

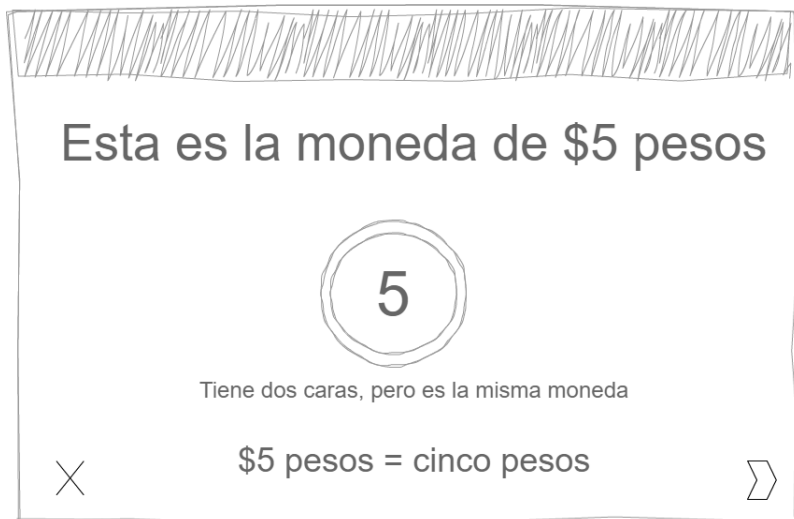


Figura 5. Prototipo de baja fidelidad que posteriormente se imprime en papel

### Evaluación

En la primera iteración se realizó una sesión de evaluación de los prototipos de baja fidelidad de papel con profesores para obtener retroalimentación de las interfaces definidas para cada actividad, en las diferentes pantallas se realizaron anotaciones acerca de los cambios a realizar o recomendaciones tal como se muestra en la Figura 6.

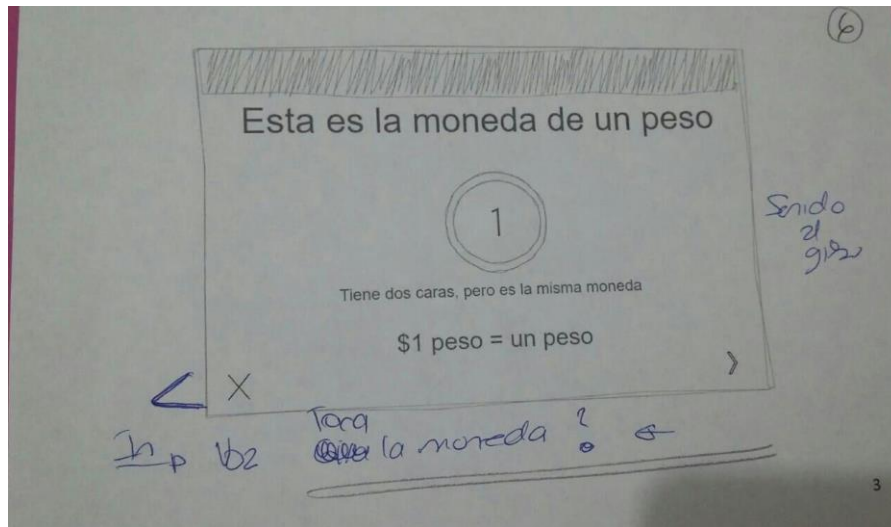


Figura 6. Anotaciones realizadas en prototipo durante la sesión de evaluación.

### Segunda iteración

Una vez actualizados los prototipos con las recomendaciones realizadas, se definió la estructura de la aplicación y se realizaron prototipos de software funcionales en la plataforma de *desarrollo Game Maker Studio*, mediante el lenguaje GML, se decidió utilizar este entorno debido a las diferentes herramientas y funcionalidades que ofrece para la creación de juegos, además de que permite realizar la compilación para diferentes plataformas. En la Figura 7 se puede observar una pantalla del primer prototipo funcional realizado.



Figura 7. Ejemplo de pantalla de primer prototipo funcional.

Con este prototipo se asistió a TEDI y se realizó una sesión de evaluación a cuatro niños con Síndrome de Down de diferentes edades, esta evaluación se realizó en diferentes dispositivos como una tableta electrónica con sistema operativo Android, un pizarrón interactivo y un teléfono inteligente, en la Figura 8 se muestra la sesión de evaluación con uno de los usuarios finales, en esta sesión se contó con la supervisión de los miembros del equipo de desarrollo y diseño de la aplicación. En la Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación registrados para uno de los usuarios.

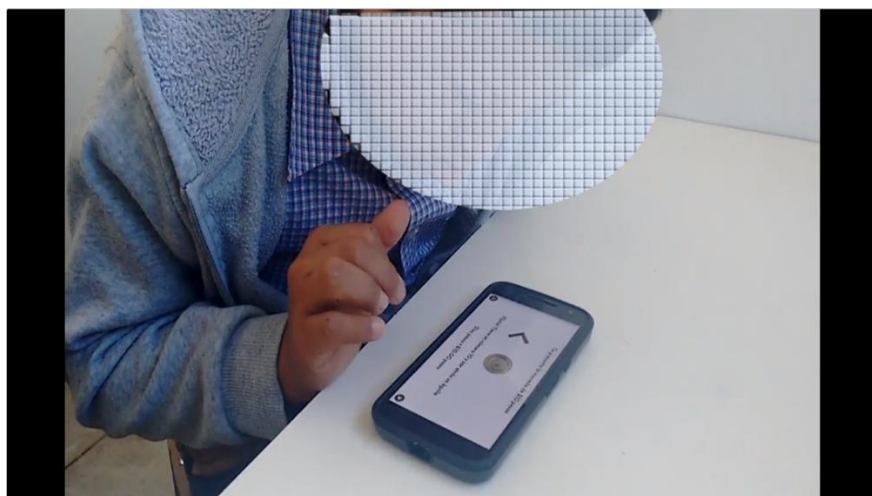


Figura 8. Sesión de evaluación de prototipo funcional.

Tabla 3. Resultado de Sesión de evaluación con un usuario.

Tarea	Comentario
Nombre de usuario: Raúl Edad: 11 años Sexo: Masculino	
Conociendo las monedas y billetes	<p>Le quedaron claras las instrucciones en voz y esperaba a que la voz terminara de hablar para hacer la actividad.</p> <p>Le pareció divertido la animación y sonido que hacen las monedas al girarlas.</p> <p>Usó los botones de navegación sin necesidad de indicarle.</p> <p>Se saltó la última ventana de <i>ahora conoces las monedas</i>, ya que no tiene instrucción</p>
Ejercicios	<p>Comprendió rápidamente la actividad</p> <p>Después de cometer un error supo cómo realizar correctamente la actividad</p> <p>La transición de las actividades era muy rápida y eso desorienta</p> <p>Después de interactuar un poco comprendió la navegación de la aplicación</p>

Se analizaron los comentarios recopilados por todos los miembros del equipo, se clasificaron y se estableció una solución para los problemas encontrados, se realizaron los cambios identificados. Al evaluar se observó que las instrucciones de voz eran rápidas y no muy claras para los niños, se determinó que las instrucciones serían grabadas por los profesores de TEDI ya que se percibió que debido a su experiencia conocen la manera correcta de grabar la instrucción en aspectos como claridad, rapidez y tono.

## Resultados

La aplicación desarrollada cuenta con 27 actividades del área de manejo de dinero, cada una de ellas con diversas variaciones que incrementan el nivel de dificultad. En la Figura 9 se muestra el menú de las primeras actividades, en la pantalla se puede diferenciar por el color las actividades que ya han sido realizadas de aquellas que aún no se realizan. Todas las imágenes incluidas en la aplicación son originales realizadas por el equipo de diseño del proyecto.



Figura 9. Pantalla de menú de las primeras actividades.

Se logró desarrollar una interfaz fácil de usar, se incluyen mensajes de reconocimiento cada vez que se ejecuta una actividad correctamente, los mensajes son mostrados dependiendo del nivel de edad de los usuarios. En la evaluación final se encontró que los elementos anteriores facilitan el uso de la interfaz y fue bien aceptada tanto por los profesores como por los alumnos. En la Figura 10 se exponen distintas pantallas de la interfaz final.

## Conclusiones

El uso de la metodología de Diseño Centrado en el Usuario permitió estar en contacto con los usuarios finales, este hecho fue relevante ya que de esa manera se lograron identificar los

aspectos importantes a considerar en la interacción, el definir tres rangos de edad para que la aplicación muestre diferentes diseños para cada uno de ellos es significativo dado que hay alumnos mayores que trabajan los conceptos básicos y para ellos que se les presenten elementos infantiles afecta su dignidad por lo que es importante adaptar la tecnología en este tipo de situaciones.

Las aplicaciones que están diseñadas para el público general no son útiles para la población de personas con Síndrome de Down ya que ellos requieren una mayor cantidad de repeticiones por actividad para lograr el objetivo de aprendizaje, otro aspecto importante es la manera en la que la aplicación proporciona las instrucciones, ya que éstas deben ser proporcionadas claramente, además de permitir que sean reproducidas cada vez que se soliciten y en caso de que el usuario no interactúe ofrecerle de nuevo la instrucción después de cierto tiempo, este tipo de situaciones fueron percibidas en las diversas pruebas realizadas por lo que se reitera que el contacto con los usuarios finales de la aplicación es determinante para que la aplicación cumpla el objetivo.

Esta aplicación está disponible para todas las personas que la necesiten independientemente que no sean de la población para la que fue diseñada ya que se pudo comprobar que fue atractiva para su uso en niños que no cuentan con problemas de cognición.



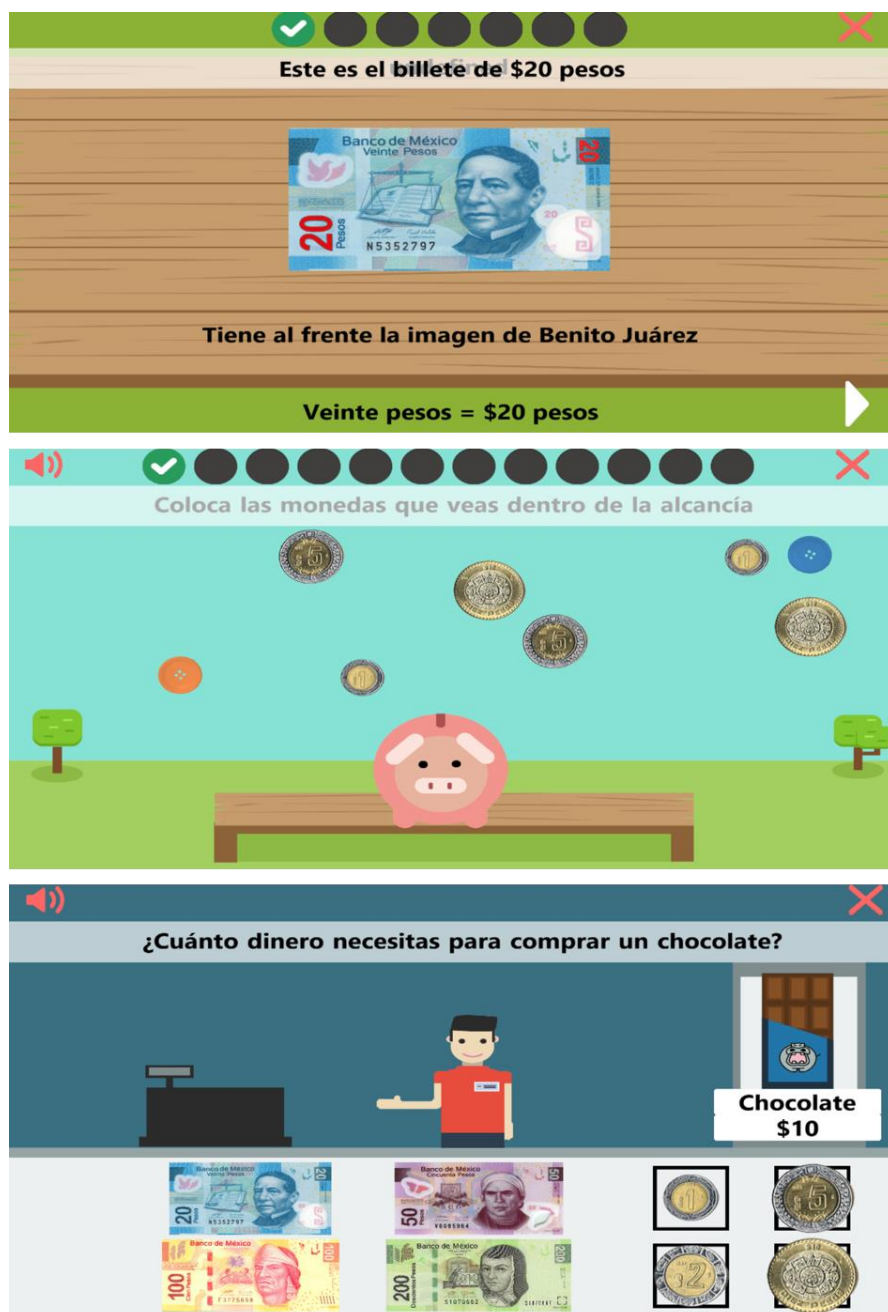


Figura 10. Pantallas de actividades de manejo de dinero.

## Referencias

Barba Landázuri, S. F. (2015). *Desarrollo de una aplicación web que ayude con el proceso cognoscitivo de jóvenes con Síndrome de Down*. Quito, Ecuador.

Bruno, A., Noda, M., Aguilar, R., González, C., Moreno, L., & Muñoz, V. (2006). Análisis de un tutorial inteligente sobre conceptos lógico-matemáticos en alumnos con Síndrome de Down. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, 211-226.

Hassan Montero, Y., & Ortega Santamaría, S. (2009). *Diseño Centrado en el Usuario (DCU)*. (NSU No Solo Usabilidad ) Recuperado el 2016 de Octubre de 17, de <http://www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm>

Lawton, S., & Grossnickle, M. (20 de Octubre de 2017). *Accessibility in the User Centered Design Process*. Obtenido de uiAccess.

Pazos González, M., Raposo-Rivas, M., & Martínez-Figueira, M. (2015). Las TIC en la educación de las personas con Síndrome de Down: un estudio bibliométrico. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(6), 20-39.

Ramírez, D. A., Giraldo, L. E., & Henao, O. (2015). Diseño y experimentación de una propuesta didáctica apoyada en tecnología multimedial para el desarrollo de habilidades comunicativas en niños con síndrome de down. *Revista Educación y Pedagogía*, 11(23), 245-261.

TEDI. (20 de 10 de 2017). Obtenido de TEDI: <http://tedi.org.mx>

Travis, D. (1 de 6 de 2011). *ISO 13407 is dead. Long live ISO 9241-210!* Recuperado el 14 de 10 de 2016, de <http://www.userfocus.co.uk/articles/iso-13407-is-dead.html>

## APOYO INTELIGENTE PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Hugo Vargas Juárez, hugovaju14@gmail.com Miguel Ángel Pimentel Vallejo,  
pime@outlook.com Mauricio René Reyes Gutiérrez mauricio@fevaq.net Asesor: Ing. Ignacio  
Franco Torres  
Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo

**Resumen.** Debido a la falta de apoyo tecnológico sobre las personas con discapacidad visual, en este proyecto se pretende ayudar a personas con esta discapacidad buscando una alternativa funcional a las ya existentes, la cual sirva de apoyo en su vida cotidiana, para su desarrollo y mejor integración en la sociedad, el trabajo realizado es mediante equipos electrónicos los cuales, en base algunas de sus aplicaciones, encontramos una para solucionar dicho problema. Objetivo: Desarrollar un apoyo inteligente para personas con discapacidad visual, el cual permitirá al invidente evitar algún obstáculo mayor a 1 metro de altura Dicho apoyo consta de un prototipo el cual permita al invidente o débil visual la capacidad de identificar objetos mayores a 1 metro de altura (objetos no detectados inferiores a la cintura) y a una distancia especificada de 1 metro y medio. Con este “apoyo” se busca que la persona discapacitada logre adaptarse mejor a la

sociedad y se desenvuelva mejor en su entorno. La idea se presentó en base a carencias o desventajas que presentaban prototipos ya existentes, de esta manera buscamos una alternativa a estos prototipos con este proyecto de diseño. Hoy en día se trabaja en gran parte de los proyectos con microcontroladores los cuales tienen muchas ventajas y aplicaciones, dentro de ellas se encuentra este detector de objetos a cierta distancia y altura el cual permite por un sensor encontrar un objeto próximo a impactar.

**Palabras clave:** Discapacidad. Tecnología. Innovación

## Introducción

Una persona con discapacidad independientemente del tipo que sea, al tenerla se tiene con ello también muchas limitantes, dentro de este trabajo se aborda la discapacidad visual, la cual es un problema grave en la actualidad en nuestro país y todo el mundo.

“La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que cerca de 600 millones de personas en el mundo sufren alguna discapacidad visual, mental, motriz, auditiva o de lenguaje”. (www.jornada.unam.mx, 2005)

Si bien a lo largo del tiempo se ha trabajado en desarrollar alternativas, apoyos y avances tecnológicos para intentar de cierto modo minimizar dicha discapacidad, el apoyo realizado tiene algunas limitantes, ya que es sumamente complejo en la actualidad sustituir alguno de los sentidos que por naturaleza son perfectos, por alguno de estos avances. No obstante, han sido de mucho apoyo para las personas necesitadas.

La discapacidad visual es un problema en la actualidad muy demandante, ya sea por una deficiencia del sistema de la visión que por ende afecta la agudeza visual, el campo visual, capacidad de distinguir los colores, o profundidad de objetos, la cual afecta la capacidad de ver a una persona o desarrollar de manera habitual el sentido de la vista. No obstante, cuando nos referimos a una discapacidad visual no hablamos precisamente de ceguera, también existe la debilidad visual o pérdida temporal de la vista.

Esta discapacidad está determinada en base a la agudeza de la vista de los ojos, así como el campo visual. En la cual hacemos referencia a discapacidad visual cuando existe una disminución significativa en la agudeza visual del ojo aún con ayuda de lentes o también una disminución significativa en el campo visual.

La discapacidad visual es originada por muchos factores, como, por ejemplo: por falta de desarrollo de órganos visuales, padecimientos o diversos tipos de accidentes que afecten a los ojos o al cerebro, ante



**Figura 19. Principales causas de ceguera en el mundo.**

esto podemos adjuntar las que su génesis es a partir de una enfermedad como, por ejemplo: cataratas, glaucoma, diabetes, tracoma, ausencia de vitamina A, entre otras.

La discapacidad visual es la segunda causa de discapacidad en México donde más de la mitad de los afectados se encuentra dentro de los 6 a 29 años de edad respectivamente según estudios realizados en nuestro país. Algo que realmente afecta a la población y cifras que son alarmantes, ya que, para muchos, la principal preocupación de las personas que padecen esta discapacidad es sobrevivir y satisfacer necesidades básicas, como alimentación y vivienda, especialmente cuando padecen discapacidades graves o múltiples, así como la dificultad que presentan para desenvolverse en la sociedad.

Ante esta discapacidad el apoyo más común por parte de las personas que portan esta discapacidad es el bastón, el cual les prevé de un accidente con un objeto situado por debajo de la cintura. Siendo esta una limitante en el instrumento de apoyo, ya que existen artefactos u objetos

situados a ciertas alturas con las cuales el individuo podría tener un accidente y que el bastón mismo no sería capaz de identificar.

Siendo así un problema que se ha tenido a lo largo del tiempo y que quizá no se ha solucionado, si bien el bastón se ha modificado de cierta forma, tamaño, haciéndolo inteligente y teniendo sensores los cuales son capaces de detectar objetos a distancia, la problemática con objetos a diferente altura continua siendo esta una desventaja de este aparato, que si, en su gran mayoría son muy económicos y accesibles para las personas que padecen esta discapacidad, no contribuyen a un mejor funcionamiento.

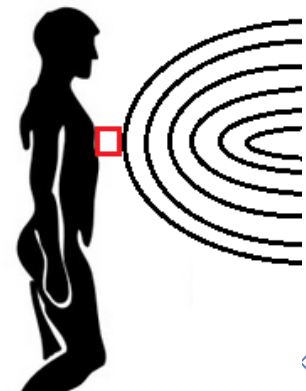


**Figura 20. Logo característico de una persona con discapacidad visual.**

## Desarrollo

Siendo analizadas un poco las deficiencias de aparatos o apoyos hacia personas con discapacidad visual o débiles visuales, se plantea un prototipo con el cual, su propósito esencial es aportar seguridad y ayudar a las personas con discapacidad visual a evitar obstáculos a cierta altura, lo cual para un bastón es difícil de detectar.

El proyecto consta de un sensor detector de objetos el cual será colocado en la persona con dicha discapacidad en una zona específica e ideal que le permita detectar algún objeto a una distancia y altura determinada.



**Figura 21. Se muestra el funcionamiento del proyecto.**

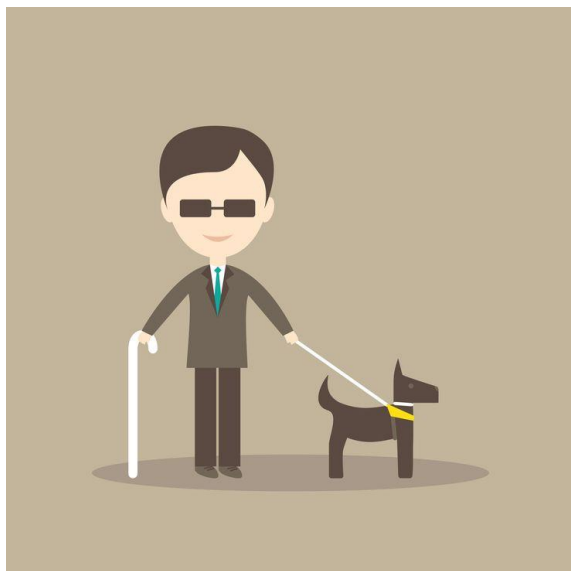
Este proyecto se creó en base a las carencias existentes en aparatos de ayuda a este tipo de personas, recordando que se encuentran con una gran dificultad para interactuar con su entorno, ya que para ellos es difícil percibir donde se encuentran o el simple hecho de ir de un lugar a otro, debido a esto los ciegos suelen ser relegados por parte de la sociedad ya que se les toma como una persona incapaz de realizar diversas actividades.

Sin embargo, existen personas con dicha discapacidad muy hábiles en otras cuestiones e inclusive con aptitudes que una persona normal no contiene. Por ello, surge este apoyo, para ayudar al invidente a realizarse un poco más y brindarle seguridad en sí mismo, ya que existen muchos peligros en su entorno de los cuales no es capaz de percibir, este proyecto está enfocado en algunos de ellos como, por ejemplo, una rama caída de un árbol, algún letrero que esté mal colocado, la carpa de un establecimiento, e inclusive con alguna otra persona que por descuido no detecto en un momento oportuno al invidente.

En ocasiones hasta una persona sin esta discapacidad llega a tener algún accidente de este tipo, la mayor parte de las veces por distracción o algún otro tipo de razón. Con ello se busca demostrar la importancia de este proyecto que prevé un accidente.

Hoy en día se trabaja en gran parte de los proyectos con microcontroladores los cuales tienen muchas ventajas y aplicaciones, dentro de ellas se encuentra este detector de objetos a cierta distancia y altura el cual permite por un sensor encontrar un objeto próximo a impactar.

Este aporte de innovación tecnológica hacia esta discapacidad en su principio se plantea como proyecto de clase, pero al indagar en él, e investigar aplicaciones, se llega a una de ellas con buena aceptación. Tomando en cuenta tanto el problema, como las soluciones posibles, para ello se llevó una investigación en la cual se recabaron diversos tipos de datos e información para su mejor análisis, y comprensión, y así buscar una mejor solución para el problema.



**Figura 22 Se muestra a una mascota en función de apoyo al invidente.**

Recordemos también como dato histórico al apoyo que en ocasiones personas invidentes se guían por una mascota (perro), el cual está capacitado para atender este tipo de problemáticas, si bien, el perro es de gran ayuda, el problema continua, en ocasiones se es difícil lidiar con este tipo de mascota o hasta con una persona con discapacidad debido a la falta de confianza o inseguridad que se crea al estar con alguien con este padecimiento, así que el prototipo ya mencionado anteriormente te da esa posibilidad de crear confianza en sí mismo y en su entorno.

Después de realizar a un análisis para identificar los materiales a utilizar dentro del proyecto se tomaron en cuenta diversos factores, como tipo de

sensor, las características que tenían que tener para que fuera optimo su funcionamiento, también el costo del material fue de suma importancia si bien en la actualidad existen muchos aparatos capacitados para ayudar en diversas áreas, la mayoría de estos no son muy accesibles para todo público en general, su costo es algo elevado y no pueden adquirirlo de manera permanente.

Por ello se buscó hacer de esto un tanto económico para la persona necesitada, así que en base a esto se logrará diseñar un prototipo el cual su principal cualidad es localizar objetos a diferente altura y distancia como antes ya mencionado y evitar un accidente al invidente.

### **Discusión y conclusiones**

Se propuso el diseño del prototipo de apoyo para la persona con discapacidad visual el cual cumplirá con las especificaciones deseadas y con esto se lograría el objetivo principal el cual sería detectar objetos a cierta distancia y a cierta altura. Con el desarrollo del mismo tuvimos ciertos inconvenientes en cuanto a la funcionalidad o comodidad del mismo, así como encontrar una zona específica donde el objeto sea colocado y no moleste de cierta forma al paciente. Ya que depende de cierto modo de la atención dada por el paciente (cuidado del equipo, mantenimiento), aparte de que se necesita concientizar al paciente o educarlo de cierta forma para que esté consiente del equipo que porta. Lo cual es complicado de lograr ya que este tipo de personas están acostumbradas a cierto tipo de objeto de apoyo como el bastón, el cual les aporta seguridad, cabe mencionar que el 95% de las personas que padecen este padecimiento utilizan este medio, con ello se pretende disminuir esta cifra al crear este apoyo para el invidente.

Con este proyecto se pretende cambiar un poco el estereotipo de apoyo para las personas invidentes y con él, tener otra alternativa y así, brindar seguridad al invidente y fomentar una sociedad más equitativa.

### **BASTÓN ELECTRÓNICO PARA INVIDENTES**

Hugo Sánchez Solórzano [hsanchez123@ib.upchias.edu.mx](mailto:hsanchez123@ib.upchias.edu.mx), Trejo Alexis.  
Universidad Politécnica de Chiapas, Suchiapa, Chiapas.  
Ingeniería Biomédica

**Resumen.** De acuerdo al INEGI, la discapacidad que ocupa el segundo lugar es la visual, afecta a 467 mil personas en México con un 58.4% de ellas sin acceso a servicios de salud ni la posibilidad de tecnologías médicas o de asistencia. Las opciones de asistencia a la discapacidad visual siguen siendo un bastón convencional, apoyo humano o canino. Las desventajas asociadas a cada una de estas son: obsolescencia, cobertura insuficiente, gastos elevados de honorarios o de manutención. Proponemos el desarrollo de un prototipo de bastón electrónico que mejore la percepción espacial, la notificación de obstáculos por voz cuando se encuentre a distancias



parametrizadas por el usuario y la posibilidad de que se conecte a una red Wi-Fi, y un bajo costo que representa una alternativa funcional y accesible a un público mayor. El dispositivo consta de un bastón ergonómico de 122x1.2cm (largo y diámetro), sobre el cual se colocó un gabinete de plástico de 7.6x2.7x5cm (largo x grueso x ancho), contiene un microcontrolador arduino atmega.328 a 16MHz, los módulos siguientes: bluetooth ARD.305, Wi-Fi directp2p, todos alimentados con una batería a 5V/1A de teléfono celular. Para asegurar la autonomía energética del sistema se incorporó un centro de carga de baterías de litio USB de 1A, mod. TP4056. Un miniauricular bluetooth 4.0 a 3v Mod.A2DP para el usuario. El sistema realiza una reconstrucción espacial con 4 sensores ultrasónicos modelo ARD350 para un rango de detección de 1.7-400cm lineales cubriendo un ángulo de 195° horizontales y 60° de apertura vertical. El dispositivo fue puesto a prueba con 20 alumnos caminando, y simulando discapacidad visual, en un salón con un espacio de trabajo de 9m2 y 2m de alto, con 12 obstáculos en un tiempo máximo de 15 minutos de uso por usuario. Costo del dispositivo: \$1700 (30/agosto/2017). 16 pudieron realizar el recorrido en el tiempo asignado con una eficiencia del 70% evitando obstáculos; con una comunicación sensor-miniauricular de menos de 1 segundo. Consumo energético del 60% de la carga inicial total.

**Palabras clave:** Autonomía. Económico. Discapacidad visual. Sensores.

## Introducción

Considerada por organismos internacionales como la segunda discapacidad más inhabilitante, la ceguera o debilidad visual afecta a 467 mil personas en México. Pese al sub-registro de casos que señalan investigadores y especialistas, también es considerada como la segunda causa de discapacidad en nuestro país.

De acuerdo con información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), 58.4 por ciento de las personas con tal padecimiento no cuenta con acceso a los servicios de salud, mientras que sólo 21.1 por ciento de la población rural afectada es derechohabiente de alguna institución de salud, contra un promedio de 51.4 por ciento en las zonas urbanas. (Solano, La Jornada, 2010)

Esta cifra representa un porcentaje alto de personas que no tienen acceso a una tecnología que le ayude a sobre llevar de mejor manera su padecimiento.

“En México la ceguera es la segunda causa de discapacidad, después de la motriz, se estima que afecta a 1 millón 300 mil personas. Además, el 45% de la población requiere de atención optométrica” (Arroyo, 2015)

Para las personas invidentes existen una reducida cantidad de opciones que le ofrecen la posibilidad de aminorar los efectos del padecimiento. Un bastón convencional para orientarse con el tacto, el mismo que se sigue usando por años y al que no se le ha **innovado** ni mejorado en funcionalidad. Aunque no se menosprecia que sea una herramienta que cumpla con sus objetivos pero que sí se podría mejorar.

La colaboración de personas es un acto humanitario que desafortunadamente no tiene suficiente cobertura para aminorar el problema. El uso perros guía es menos costoso que otorgar honorarios a una persona. Aunque también estos animales representan un costo de mantenimiento.

Con el avance de la tecnología es posible propiciar al desarrollo de dispositivos capaces de brindar más y mejores opciones para ayudar a las personas invidentes que las opciones actuales.

Se tiene como objetivo innovar un bastón convencional con la tecnología actual para ofrecer minimizar algunas necesidades de las personas invidentes. Un bastón electrónico con la capacidad de cubrir un rango de detección amplio para dar una mayor percepción espacial al usuario (detección a los lados, frente y superior, distancias ajustables). Pudiendo así darle la posibilidad de transitar por más sitios y de manera más independiente, dejando atrás los métodos convencionales como los perros guía y acompañantes.

## Metodología

Adaptaciones de montaje de bastón

Dimensiones y materiales del bastón.

Es necesario un bastón, el cual se cuenta con una altura de 1.22mts y 1.2cm de ancho. Tomando en cuenta la estructura del bastón cilíndrica.

Fabricado con una estructura de aluminio, el cual sea ligero y ergonómico para el usuario.

Sección superior.

En esta parte estará el sistema de monitoreo, los sensores, arduino, centro de carga, elevador de voltaje y el gabinete. El cual contará con un cableado externo para fines estéticos y donde se incluyen los sensores izquierdo y derecho para mantener al usuario en el camino correcto, brindando una mejor orientación y seguridad. Finalmente el sensor superior es para detectar obstáculos a altura craneal.

Descripción de las nuevas piezas.

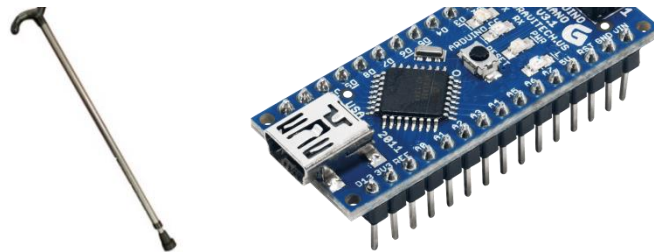


La pieza de la parte inferior, está constituida por 3 partes, la primera es la parte trasera, montada la pieza que forma la base para colocar el sensor sonar. Contará con una altura aproximada de 27cm. En la parte superior contará con un ancho de 1cm, para que pueda ser incrustada en una de las pares medidas del bastón normal. En la parte medida con un ancho de 3cm, donde va a ser colocado el sensor a 15cm a partir de la base del sensor. En la parte inferior, contará con un ancho de 3cm, y con un agujero en la parte de en medio para que tenga un campo de detección despejado.

En la segunda parte frontal, que cuenta con las mismas medidas (aproximadamente) con la diferencia de que esta lleva a una altura de 15cm, un agujero, por el cual el sensor se le y pueda está expuesto a la superficie y con esto pueda realizar un buen funcionamiento. Componentes electrónicos.

Placa de programación arduino nano.

**Ilustración 1. Bastón convencional sobre el cual se monta el gabinete en la parte superior.**



Microcontrolador: ATmega328

Alimentación: 5 Vcc

Frecuencia de operación: 16Mhz

Puertos de entrada analoga: 8

## Ilustración 2 Modelo arduino ATmega328

Puertos de entrada/salida digital: 14 (incluyendo 6 puertos PWM)

Capacidad memoria flash: 32kb

SRAM: 2 KB

EEPROM: 1 KB

Salida PWM: SI

SwitchReset: Si

Comunicación a la PC: USB

Software empleado: Arduino

Dimensiones: 45.1 X 17.7 x 19 mm

Arduino es una plataforma de electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino pueden leer entradas (luz en un sensor, un dedo en un botón) y convertirlo en una salida, activar un motor, encender un LED. Puede decirle a su tablero qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en el tablero. Para hacerlo, utiliza el lenguaje de programación Arduino y el software Arduino (IDE).

Sensor ultrasónico HC-SR04 para arduino y microcontroladores.

Rango de detección 1,7 a 400 cm

Frecuencia 40 kHz

Pulso de 10useg

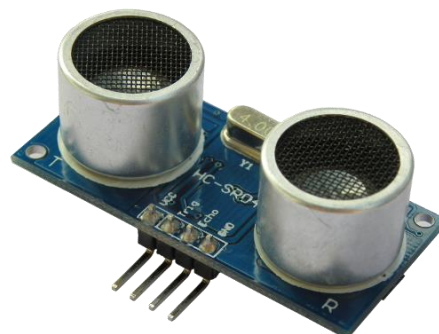


Ilustración 3 Sensor

Angulo de apertura 15°

Alimentación: 5 Vcc

Equivalente del SRF04

Tiene tamaño compacto (45 x 27 x 19 mm) que facilita su ubicación dentro de la estructura de del bastón. Es utilizado en aplicaciones de robótica, mecatrónica o proyectos independientes.

El HC-SR04 es un sensor de distancia que funciona por ultrasonido. Básicamente lo que hace es enviar un pulso llamado trigger, inaudible para cualquier ser humano, rebotar en algún objeto y recibirlo (eco). Con este principio es posible medir distancias sabiendo que la velocidad del sonido es de 345m/s. Este sensor puede detectar hasta 1.5mts de distancia antes de perder fiabilidad, lo justo para el proyecto

Se utilizarán cinco sensores para cubrir el margen establecido.

En primer lugar, para que el HC-05 entre en modo comandos AT, requiere que cuando se enciende el modulo. Por eso se conecta la tensión Vcc del módulo Bluetooth al pin 8 del Arduino.

El consumo del módulo es mínimo y cualquier modelo de Arduino es capaz de alimentarlo sin problemas.

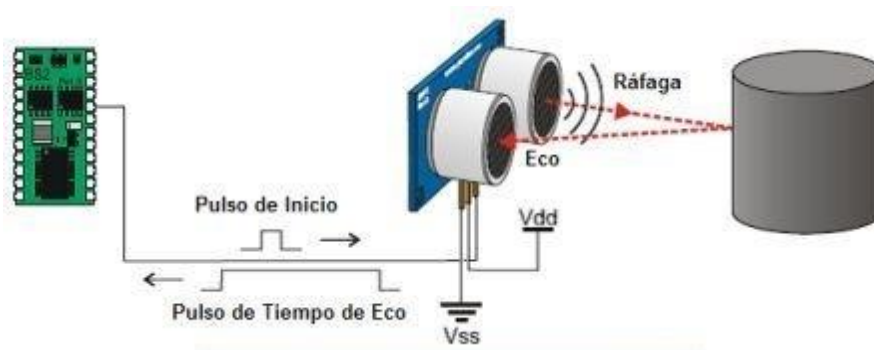


Ilustración 4 diagrama ilustrativo de funcionamiento, ante objeto, de sensor ultrasónico.

Los comandos AT son un tipo de comandos que sirven para configurar el módulo Bluetooth a través de un microcontrolador, un ordenador o con cualquier dispositivo que posea una comunicación serie. Son unas instrucciones que permiten cambiar los baudios del módulo, el PIN, el nombre, etc. Para usar los comandos AT el módulo Bluetooth no debe estar vinculado a ningún dispositivo.

Batería de litio Genérica En-el5.

Capacidad de la batería 1500 mAh

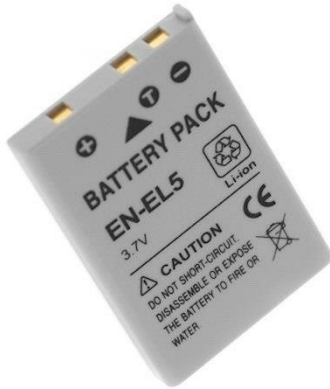


Ilustración 5 batería de litio de 1500 mAh

Para la alimentación de todos los componentes internos se utiliza una batería genérica con capacidad suficiente para mantener el dispositivo en funcionamiento durante 16 horas sin recarga.

Módulo Tp4056 Cargador De Baterías Litio USB 1a 18650.

Especificación:

Corriente: 1A ajustable.

Precisión de carga: 1,5%.

Voltaje de entrada 4.5V-5.5V.

Voltaje total de carga 4.2V.

Led indicador rojo está cargando

El verde está cargado completamente.

Interfaz de entrada - micro USB.

Temperatura de trabajo -10° a + 85°.

Polaridad invertida- NO.

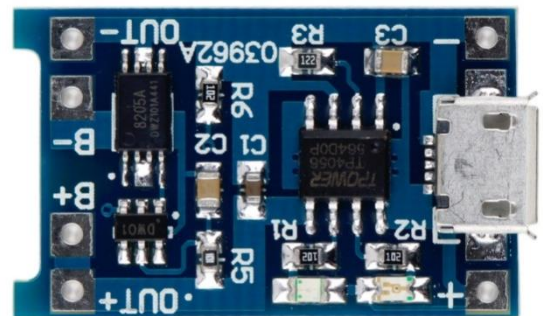


Ilustración 6 Módulo Tp4056 Cargador De Baterías Litio USB 1a 18650

Tamaño pequeño a 25X19X10mm.

Con el modulo cargador para baterías de litio se consigue recargar la batería totalmente en un periodo corto de 2 horas. El componente es interno y está directamente conectado a la batería por lo que no es necesaria la extracción de la misma. Esto representa una fácil manipulación del dispositivo.

Módulo bluetooth para arduino y microcontrolador.

Este módulo Bluetooth permite controlar de forma inalámbrica desde el Smartphone proyectos realizados con placas Arduino o microcontroladores.

Su tamaño es compacto (4.47 x 1.7 x .74 cm), la distancia de operación desde hasta 10 metros, incorpora antena por lo que no necesitas una externa.

Modo Master o Slave

No necesita antena externa

Distancia de operación hasta 10 m

Transmisión 4dBm

Alimentación: 3,6 a 5 Vcc

Tamaño compacto 44.73 x 17 x 7.4mm



**Ilustración 7 Módulo Bluetooth que permite la comunicación Bastón-miniauricular.**

La comunicación inalámbrica entre este módulo y el miniauricular tiene una respuesta de milisegundos, suficiente para que el usuario interprete el mensaje y pueda usar la información.

Módulo wi-fi Esp8266 para arduino y microcontroladores.

WiFi Direct p2p

Protocolos integrados: TCP / IP, 802.11 b/g/n

Alimentación: 5 Vcc



**Ilustración 8 módulo Wi-fi  
que envía información a  
Smartphone**

Dimensiones: 14 x 25 x 11 mm

Este módulo Wi-Fi te permitirá controlar de forma inalámbrica y por red, desde tu Smartphone, proyectos que realices con placas Arduino o microcontroladores.

Con este componente se incluye para lograr comunicación entre el usuario y el teléfono de algún posible responsable para que sepa donde se encuentra. Aunque está limitado a zonas donde no haya wi-fi, tiene una buena función en interiores grandes y con mucha gente.

Mini Auricular Bluetooth YOUXIU.

Sensibilidad:  $120 \pm 5$  dB

Tipo De Wireless: NFC, Bluetooth

Rango de respuesta de frecuencia: 8 - 25000 Hz

Modelo: mini earbuds with Bluetooth

Distancia efectiva: 10M

Alimentación: 3v pila



**Ilustración 9. Miniauricular que permite escuchar al usuario las indicaciones del dispositivo.**

El miniauricular recepta la señal enviada por el modulo bluetooth para que el usuario reciba la indicación de los obstáculos próximos.

#### Gabinete plástico

El gabinete de plástico es usado para fines del prototipo con distintas adecuaciones que permitirán demostrar el funcionamiento del dispositivo en calidad de pruebas. esto con la finalidad de prever posibles fallas y así evitar gastos.

Todos los componentes electrónicos caben dentro del gabinete y sobre la superficie se realizarán perforaciones para adecuar los sensores respectivamente a sus posiciones.



**Ilustración 10. Gabinete de plástico donde se ubican los componentes internamente.**

Switch de balancín, de 2 polos, 1 tiro.

Interrupor (Switch) de balancín, con foco piloto, de 16/8 Amperes, 127/250 Vca, 2 polos, 1 tiro y 2 posiciones (ON-OFF). Fabricado en plástico color negro.



Ilustración 11 switch de encendido/apagado

Con esté switch se controlará la alimentación de todos los componentes

Finalmente se señala que se requerirán múltiples herramientas de trabajo para adecuar los componentes al bastón, como taladros, brocos, cautín, encendedor fuentes de voltaje y desarmadores convencionales.

Programar los algoritmos de codificación en la tarjeta arduino

Se muestra la primera etapa de la codificación por fines de autoría y por la delimitada cantidad de espacio para este documento, ya que la versión completa del código ocupa 10 páginas.

```
#include <SoftwareSerial.h>
```

```
#include <Ultrasonic.h>
```

```
Ultrasonicfrente(4,5,58*150); // (TrigPIN,Echo PIN)
```

```
Ultrasonic izquierda (6,7,58*150);
```

```
Ultrasonicarriba(8,9,58*150);
```

```
Ultrasonicderecha(11,12,58*150);
```

```
SoftwareSerialBT(2, 3); // RX | TX
```

```
char comando;
```

```
intsarriba,sizquierda,sderecha,sfrente;
```

```
void setup()
```



```

{
Serial.begin(9600);
BT.begin(9600);
}
void loop()
{
if (BT.available())
{
comando = BT.read();
switch (comando)
{
case 'X':
sarriba = arriba.Ranging(CM);
delay(10);
sizquierda = izquierda.Ranging(CM);
delay(10);
sderecha = derecha.Ranging(CM);
delay(10);
sfrente = frente.Ranging(CM);
delay(10);
BT.println(String(sarriba)+" "+String(sizquierda)+" "+String(sderecha)+" "+String(sfrente));
Break;}
}
}

```

### Resultados

El dispositivo fue puesto a prueba con 20 alumnos que caminando, y simulando discapacidad visual fueron expuestos a 12 obstáculos (muebles tales como mesas y sillas de estudio), en un salón con un espacio de trabajo de 9m<sup>2</sup> y 2m de alto en un tiempo máximo de 15 minutos de uso por usuario. Durante este periodo de tiempo el dispositivo no requirió de recarga eléctrica.

16 de los alumnos pudieron realizar el recorrido en el tiempo asignado con una eficiencia del 70%, evitando obstáculos; con una comunicación sensor-miniauricular de menos de 1 segundo. Finalmente se revisó el estado de la carga de la batería. Consumo energético del 60% de la carga

inicial total.

Los alumnos que no pudieron realizar totalmente el recorrido señalaron que la ubicación del bastón durante sus giros no iba a la par con ellos por lo que se encontraban en un punto ciego.

## Conclusiones

Después de realizar los procedimientos e investigaciones para desarrollar el dispositivo se comprueba que sí existe tecnología actual y de bajo costo para llevar a cabo la construcción del dispositivo que cumpla con los objetivos planteados; eficiencia, bajo costo y de buena autonomía. Mismo que sometido a pruebas con los usuarios obtuvo mayor eficacia en las siguientes ventajas:

Ajuste de distancias de detección: La aplicación puede realizar el ajuste de detección que el usuario decida. Contribuyendo así un bastón con más adaptabilidad al usuario.

Notificación por voz: El dispositivo que por voz y tiempo real dicta las distancias para cada sensor es algo que permitirá al usuario una notificación más rápida y de menos confusión. También minimizará los costos puesto que la plataforma es totalmente gratuita.

## Aportaciones teóricas

En Chiapas hay cerca de 10 mil personas invidentes, que se enfrentan diariamente a ciertos retos y necesitan toda la ayuda necesaria para tener una vida más sencilla. Pensando en ellos, y tomando en cuenta lo mucho que se puede hacer para ayudar a esta relativamente pequeña parte de la población. (profeco, 2016)

Actualmente se está buscando emplear la tecnología disponible para ayudar a las personas invidentes, no se le da la importancia que necesita este padecimiento.

No existe un dato reciente y exacto de cuántas personas invidentes existen en México. El último número, de 2010, informa que no rebasan el millón y medio y que es una de las poblaciones que menor atención gubernamental recibe. (Rivera, 2016)

Sabemos que los invidentes que no tienen herramientas oportunas para su enfermedad, presenta consigo un déficit en la calidad de vida y dificultades en las que un invidente puede verse involucrado.

## Trabajos previos

Un bastón electrónico para invidentes, primer premio Innovaciencia (Gulis, 2015)

Narciso Soto y Calos Andrés Martínez–Casais han ganado la tercera edición de Innovaciencia. Con un bastón electrónico para invidentes, con una red de enchufes programables que se controlan por Internet, con un transmisor/cargador inalámbrico para múltiples dispositivos, con lo que lograron dar portabilidad al dispositivo que a su vez presenta mayor confort y ofrece al usuario una circular con más autonomía.

Mediante una vibración en el mango del bastón el dispositivo notifica al usuario de la presencia de obstáculos incluso en altura o de vehículos en un cruce, además de facilitar la orientación con tecnología GPS que es útil en caso de que el usuario extravié el bastón o en su defecto, se extravíen ambos, una vez más de esta manera el bastón minimiza la dependencia del invidente.

### **Problemática resuelta**

Detección de objetos a larga distancia

Mayor autonomía que un bastón convencional

Alimentación inalámbrica

Integración de sistema GPS

### **Problemática no resulta**

No se tomó en cuenta la distancia entre los objetos

Aunque cuenta con alimentación inalámbrica, hay que tomar en cuenta que no en todos los sitios se puede hacer uso de esta tecnología.

El bastón no cubre un campo completo de detección.

### **Jóvenes chiapanecos crean bastón inteligente (*Orozco, 2016*)**

Se trata de un bastón electrónico inteligente, que puede avisarles cuando hay un peligro u obstáculo, usando el principio un vibrador a diferentes frecuencias que se notifica al usuario cuando se aproxima un objeto. Con el sensor frontal y detecta la distancia aunque escasamente solo lo hace hacia el frente. Este proyecto es desarrollado por estudiantes de octavo semestre de Ingeniería Mecánica.

Así, gracias a las investigaciones de campo que han realizado, modificaron el bastón e implementaron un sensor en la parte de arriba, que es donde más hace falta, pues es muy común que se golpeen la cabeza al no saber qué hay arriba de ellos.



Ilustración 13 Moisés y Hernán presentan prototipo de bastón inteligente.

#### Problemática resuelta

Solución de detección de obstáculo superior

Orientación del individuo al frente, derecha e izquierda

Mayor autonomía

#### Problemática no resuelta

Batería ineficiente puesto que es reemplazable o tiene que extraerse para recargar

El dispositivo no resuelve el problema de detección inferior y superior por lo que el usuario tiene riesgo latente de lesionar su cabeza.

Al notificar con vibraciones los obstáculos resulta confuso identificar cual corresponde a cada sensor.

El dispositivo no brinda mucha autonomía Principalmente por no cubrir un rango de mayor detección.

#### Conclusiones

Mayor campo de detección:

Los prototipos desarrollados anteriormente no cuentan con un amplio campo de detección ni con un sensor que detecte la altura ni las distancias laterales.

Batería de larga duración y recargable:

El bastón contará con una batería de litio de mucha más larga duración y un centro de carga para que no sea necesario extraer la batería cuando se agote, la ventaja se refleja en menor costo a largo plazo, y, se plantea un dispositivo mucho más autónomo que los anteriores desarrollados.

Mayor autonomía para el usuario:

Tomando en cuenta que el sistema brinda al usuario una orientación de acuerdo a sus dimensiones corpóreas, se busca darle mayor seguridad al transitar por donde existan obstáculos que puedan lesionarlo

## Referencias

- Arroyo, Y. G. (2015). Día Mundial de la Visión. (E. Olguin, Entrevistador) Ciudad de Mexico.
- campos, T. (21 de Enero de 2014). xataka. Recuperado el 27 de Mayo de 2017, de <https://www.xataka.com/celulares-y-smartphones/mexico-es-un-gran-mercado-para-smartphones-de-gamas-media-y-baja>
- Gulis, M. (04 de noviembre de 2015). Ciencia para llevar. Recuperado el 12 de enero de 2017, de <http://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2015/11/04/un-baston-electronico-para-invidentes-primer-premio-innovaciencia-2015/>
- Orozco, A. (26 de agosto de 2016). El siete. Recuperado el 3 de Enero de 2016, de <http://www.sie7edechiapas.com/single-post/2016/08/26/J%C3%B3venes-chiapancos-crean-bast%C3%B3n-inteligente>
- profeco. (29 de agosto de 2016). profeco. Recuperado el 11 de enero de 2016, de <http://www.profeco.gob.mx>
- Rivera, G. (6 de 07 de 2016). Vice. Recuperado el 26 de 05 de 2017, de [https://www.vice.com/es\\_mx/article/los-ciegos-la-tenemos-complicada-como-es-ser-invidente-en-mexico](https://www.vice.com/es_mx/article/los-ciegos-la-tenemos-complicada-como-es-ser-invidente-en-mexico)
- Solano, L. P. (29 de 04 de 2010). La Jornada. Recuperado el 26 de Mayo de 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2005/04/29/index.php?section=ciencias&article=a03n1cie>
- Solano, L. P. (29 de 04 de 2010). La Jornada. Recuperado el 26 de Mayo de 2017, de <http://www.jornada.unam.mx/2005/04/29/index.php?section=ciencias&article=a03n1cie>

Ilustración 1 Bastón convencional sobre el cual se monta el gabinete en la parte superior. 275

Ilustración 2 Modelo arduino ATmega328 276

Ilustración 3 Sensor ultrasónico HC-SR04. 4 usados para el dispositivo. 276

Ilustración 4 diagrama ilustrativo de funcionamiento, ante objeto, de sensor ultrasónico. 277

Ilustración 5 batería de litio de 1500 mAh	278
Ilustración 6 Módulo Tp4056 Cargador De Baterías Litio USB 1a 18650	278
Ilustración 7 Módulo Bluetooth que permite la comunicación Bastón-miniauricular.	279
Ilustración 8 módulo Wi-fi que envía información a Smartphone	280
Ilustración 9. Miniauricular que permite escuchar al usuario las indicaciones del dispositivo.	281
Ilustración 10. Gabinete de plástico donde se ubican los componentes internamente.	281
Ilustración 11 switch de encendido/apagado	282
Ilustración 12 diagrama sensor arduino	282
Ilustración 13 Moisés y Hernán presentan prototipo de bastón inteligente.	286

## **DISEÑO DE PROTOTIPO DE VEHÍCULO MÓVIL DE TRANSMISIÓN MANUAL PARA PERSONAS CON CAPACIDADES DIFERENTES**

Córdova Morales Guillermo, gcormora@hotmail.com, Rosales Santamaría José Eduardo, joseph\_edward@outlook.com Pérez Pérez Llanely, ya\_neeth@hotmail.com López Báez Flor florlb42@gmail.com, Hernández Nieves Oscar, oscar-sil@hotmail.com Torres Tapia Luis Abraham, luab\_madla@hotmail.com  
Instituto Tecnológico Superior de Libres

**Resumen.** A través de la necesidad de personas con deficiencia en las extremidades inferiores para transportarse se diseñó con ayuda de un software de diseño mecánico un vehículo de transmisión mecánica manual con el propósito de ser una ayuda a personas con capacidades diferentes como herramienta para su mejor transporte personal.

Buscando que este pueda ser buena opción para las personas pertenecientes a este grupo social y así generar un gran impacto social.

La discapacidad es un problema social que limita a las personas que la padecen, dificultándoles desarrollarse plenamente en la sociedad, en los distintos ámbitos, principalmente el personal y laboral. Para este proyecto se pretende atender la necesidad de personas con capacidades diferentes (deficiencia motriz de las extremidades inferiores) en su transporte para así ofrecerles una oportunidad de mejora en sus vidas, para alentarlos a buscar una mejor fuente de empleo. De acuerdo con los datos de la ENADID (Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica, 2014), los tipos de discapacidad más frecuente a nivel nacional son: caminar, subir o bajar usando sus piernas (64.1%). Teniendo como propuesta un vehículo que consta de una transmisión mecánica manual que requiere de un menor esfuerzo para generar el movimiento, y un diseño basado en un triciclo el cual proporciona mejor estabilidad, así como un mejor desempeño en zonas de difícil

acceso para otro tipo de vehículos de esta naturaleza. Objetivo. Diseñar un mejor transporte a personas con una deficiencia motriz en las extremidades inferiores, con un triciclo de transmisión mecánica manual.

**Palabras clave:** Deficiencia, motriz, transporte, transmisión, mecánico.

## Desarrollo

A partir de la necesidad de las personas con capacidades diferentes (deficiencia motriz de las extremidades inferiores) para transportarse, se desarrollaron propuestas de vehículos que los ayuden a trasladarse, teniendo en existencia sillas de ruedas que requieren un esfuerzo de ambas manos para realizar el movimiento de transporte, este tipo de vehículo no puede ser usado en terrenos difíciles, como zonas rurales, así como sillas de ruedas eléctricas, que no requieren de un esfuerzo físico pero que son de difícil adquisición por su costo elevado.

Nuestro prototipo es un triciclo mecánico, una propuesta de los ingenieros electromecánicos; ofrece una gran estabilidad en distintas zonas geográficas, reduce el esfuerzo físico con una transmisión manual y aumenta la velocidad de transporte, ofrece comodidad además de la seguridad en el frenado del vehículo y su excelente diseño innovador.

Destinado a las personas con las características ya mencionadas, aunque principalmente enfocado al grupo social de bajos recursos y zonas marginadas para adquirir un vehículo de esta naturaleza, con un rango de edad de entre 10 y 70 años para ambos sexos.

Con este prototipo se pretende reducir el costo y adquisición de un vehículo móvil para personas con capacidades diferentes siendo, quizás estos, los factores más importantes para el ámbito social de las personas a las cuales se les quiere ofertar el vehículo; pretendiendo que esta idea innovadora mejore su calidad de vida, abarcando la región y que la viabilidad de este prototipo pueda llegar a los lugares donde las personas que tienen estas condiciones limitantes lo necesiten. Así como fomentar el desarrollo en la innovación de prototipos que busquen la mejora en la calidad de vida de grupos marginados.

A través de una búsqueda de mecanismos en otros modelos, se diseñó con ayuda de softwares de diseño mecánico un vehículo innovador con el propósito de ser una ayuda a personas con capacidades diferentes como herramienta para su mejor transporte personal. Con un diseño innovador y ergonómico que pueda ser producido a gran escala buscando que este pueda ser difundido para que llegue a más personas que lo necesitan y ser la mejor opción para atacar esta necesidad en este grupo social.

Los sistemas de transmisión de cadena-piñón se utilizan para transmitir energía a bicicletas, triciclos, cuatriciclos, monociclos, u otros vehículos de tracción humana (VTH) de los conductores a las ruedas motrices. La mayoría también incluyen algún tipo de mecanismo para convertir la velocidad y el par a través de relaciones de transmisión.

El sistema más habitual transmite el movimiento de las piernas sobre unos pedales enroscados a unas bielas montadas a unos platos dentados y este impulsa, mediante una cadena de transmisión un sistema de piñón libre y este a su vez a la rueda trasera.

La transmisión de bicicletas ha desarrollado sistemas para recoger energía de los ciclistas por una variedad de métodos.

Con los pies

Platos/bielas y pedal

Con los brazos

Bicicletas que se «impulsan con los brazos». Útiles para personas sin movilidad en las piernas o simplemente para ejercitar la parte superior.

De todo el cuerpo

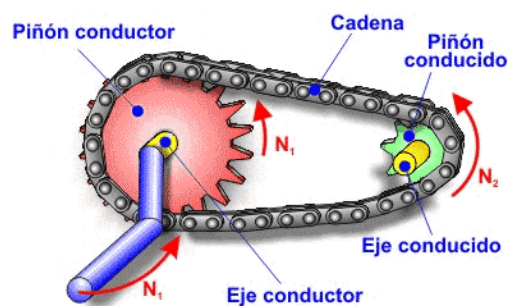
Bicicletas reclinadas ofrecen la posibilidad de combinar la mano y el pie como aporte de energía

De ciclistas múltiples

Bicicletas tándem

Mediante el análisis de los materiales se busca usar los más ligeros y resistentes para mejorar la estructura y el traslado del vehículo, reduciendo los componentes que pueden ser agentes perjudiciales siendo amigable con ambiente así mismo el diseño aporta una buena estética con la que el usuario podrá sentirse mejor y evitar el rechazo del mismo.

Los sistemas de transmisión son mecanismos que permiten trasladar el movimiento de una rueda a otra cuando ellas no se encuentran en contacto directo (Ilustración 1). La cadena o correa posibilita que giren en la misma dirección.





Piezas del mecanismo de transmisión:

**Plato o corona:** es la rueda dentada o engranaje delantera del sistema de transmisión. Se conecta al pedal a través de la biela; y al piñón, a través de una cadena.

**Cadena:** Conecta las ruedas dentadas que forman el engranaje, transmitiendo la fuerza y el movimiento desde el plato hacia el piñón.

**Piñón:** Es la rueda dentada trasera del sistema. A través del eje, transmite la fuerza y el movimiento a la rueda trasera del triciclo.

**Biela/Palanca:** Es el eje que une la palanca con el plato. Transmite al plato o corona el movimiento y la fuerza que ejerce la mano sobre la palanca. Cuanto más larga sea la biela, menor será la fuerza que deberá hacer la persona.

El mecanismo está conformado por operadores mecánicos que son dispositivos simples (biela, leva, piñón, polea) o que van conectados entre sí para permitir el funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta la fuerza que se ejerce sobre ellos.

Cuando empleamos operadores mecánicos, su unión (o interconexión) da lugar a un mecanismo que a su vez puede ser considerado como otro operador si se une con otros mecanismos para formar una máquina. un ejemplo concreto en una bicicleta se combinan una gran cantidad de operadores mecánicos cuyo propósito final es permitir el desplazamiento de la máquina a diferentes velocidades, entre ellos tenemos: Piñón, rueda, biela, palanca, cadena y manivela, entre otros. (Ilustración 2)

### Cuestión de tamaño



**1** Cuando el piñón es bastante más chico que el

plato, por cada vuelta del plato el piñón aumenta mucho la cantidad de vueltas que da y las que transmite a la rueda trasera de la bicicleta. Pero... siempre hay un pero... se reduce la fuerza que transmite desde el plato.

### Ilustración 14

**2** Un piñón más grande



### Ilustración 15

transmite a la rueda casi toda la fuerza que posee el plato pero no aumenta demasiado la cantidad de vueltas sobre la rueda trasera, o sea la velocidad de la bici.



**3** La bicicleta con cambios le permite al ciclista, a

través de un sistema de piñones de distinto tamaño, seleccionar la combinación de plato y piñón más adecuada para cada exigencia del terreno, siempre tratando de obtener el mejor rendimiento con el menor esfuerzo.

**4** En algunas bicicletas más modernas se agregan dos



o más platos al sistema mecánico. De este modo se pueden lograr mayor cantidad de combinaciones para mejorar los resultados con el menor esfuerzo.

La propuesta de diseño del Triciclo para acoplar este mecanismo de transmisión para dicho triciclo es a partir de softwares de diseño con el fin de validar su funcionamiento antes de su construcción. El software para utilizar es el siguiente:

*Solid Edge ST6* (Ilustración 3)

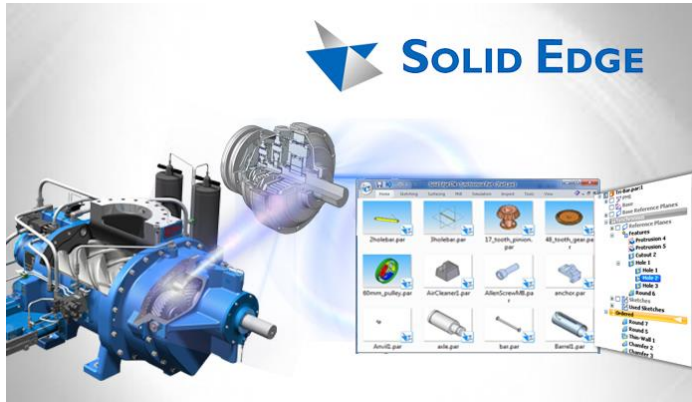


Ilustración 16

Para la construcción de la estructura se contemplan varios materiales siendo el aluminio una de las más convenientes para el triciclo en consideración del material de los cuadros de bicicleta.

### Cuadro de Aluminio

La mayoría de los cuadros de las bicicletas que hay en el mercado, están hechos de aleaciones de aluminio, normalmente podrás leer Aluminio 6061 o Aluminio 7005. Como aditivo primario el 6061 se moldea con magnesio y el 7005 se moldea con zinc, los dos son de calidad, pero el aluminio 6061 es más barato, con lo cual una bici fabricada con este material será más económica que si tiene aluminio 7005, ya que el zinc es más costoso. Hay muchas páginas escritas sobre cual es mejor, no todo es blanco o negro, no solo el material te dirá si un cuadro es de gran calidad o no, depende de acabados y tratamientos.

Muchas grandes marcas utilizan aluminio 6061 en sus bicis, otras 7005 y otras usan ambas aleaciones. Para terminar, el 7005 es más resistente, pero también más rígido, el 6061 es menos rígido y menos resistente, ambos de buena calidad. (Ilustración 4).



### Resultados

Los inconvenientes sobre el prototipo se dan a notar por la perspectiva discriminatoria de las personas acerca de la estética del mismo, en ocasiones su ideología suele ser errada en el funcionamiento o aplicación de modelos de esta clase para resolver la problemática (personas con deficiencia motriz en las extremidades inferiores), así como la dificultad de una producción en masa de este prototipo de acuerdo al sector que se quiere emplear, aunado a esto el requerimiento de demanda por el número de personas con esta limitante.

Los alcances deseados acerca del prototipo es la adaptación al terreno en relación a la zona geográfica en la cual viven las personas con esta necesidad, lograr una gran aceptación de este modelo a las personas que lo requieren logren adoptar este prototipo como una gran herramienta que forme parte de su vida reduciendo el esfuerzo físico para su mejor traslado, crear conciencia para que se desarrollen más y mejores prototipos que resuelvan problemas de esta clase, fomentar cultura de respeto y apoyo hacia las personas con capacidades diferentes.

Con todo esto tenemos el desarrollo de los dibujos de dicho prototipo. (Ilustración 5)

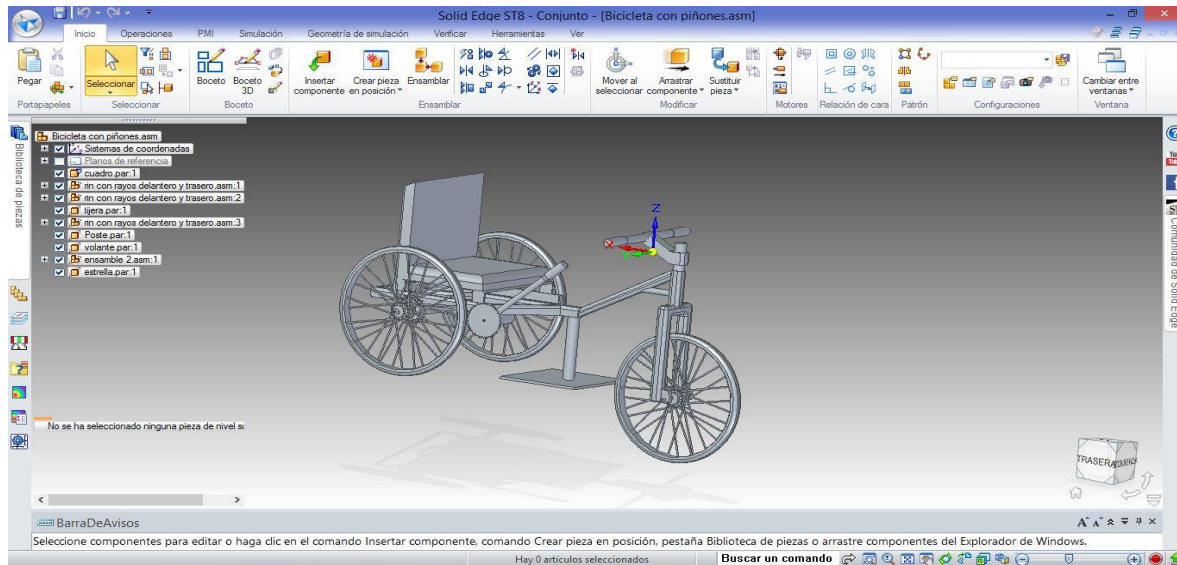


Ilustración 18

Con la cual se pudo desarrollar la fabricación del prototipo. (Ilustración 6)



Ilustración 19

Con base a datos INEGI, el 77.9% de hombres y 82.6% de mujeres son derechohabientes de ayuda por algún tipo de institución pública o privada.

Con la implementación del triciclo se espera aumentar estas cifras para que más personas sean las beneficiadas, reduciendo la dificultad para que realicen sus actividades y con ello elevar los niveles de escolaridad y laboral de la población con discapacidad.

Por parte de Gestión Empresarial se estiman los siguientes costos para comenzar con la producción del vehículo.

Concepto	Cantidad
Inversiones	\$ 66,945.00
Costo de producción anual	\$2,659,525.20
Costo de producción por unidad	\$ 9,242.10
Punto de equilibrio en unidades (al mes)	25
Periodo de recuperación	1
VAN	3,428,078.80
TIR	918.94%
B/C	1.30

Tabla 6

Para iniciar la producción (Tabla 1) es necesario una inversión de \$66 945 más \$221 627.10 para costos de producción durante el primer mes, todo con la intención de poder laborar consecutivamente para que en el mes de abril del primer año se comience a generar utilidad con más de \$90 mil; esto quiere decir que la recuperación de la inversión será a un año.

Para poder solventar gastos, nuestro punto de equilibrio (Gráfica 1) es del 12% con un total de 25 piezas a vender al mes durante el primer año.



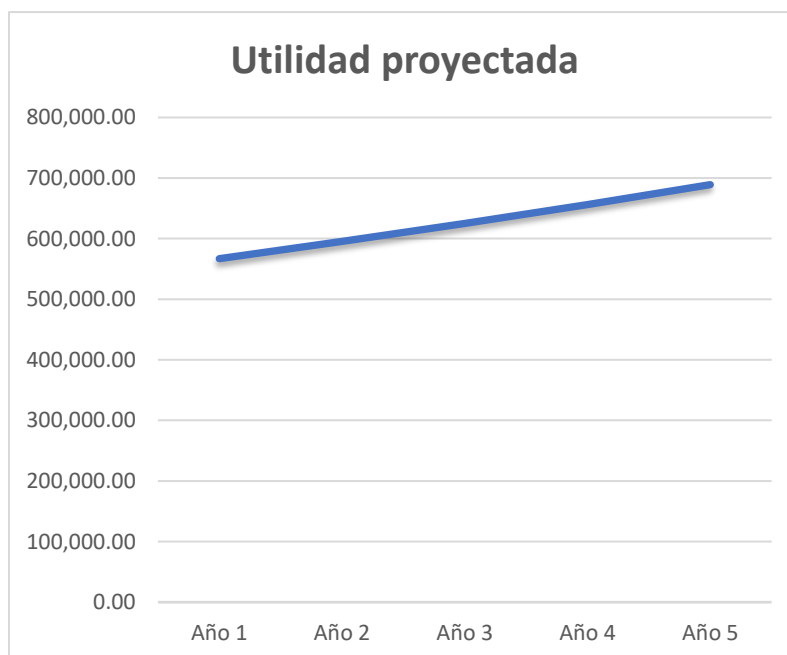
Gráfica 1

La razón financiera de rentabilidad indica que por cada peso aportado se genera una ganancia de 0.84 puntos, esto va aumentando; a su vez en la razón financiera de rentabilidad (en ganancias) se gana \$0.29 por cada peso y esto se mantiene a lo largo de 5 años (Gráfica 2).

La proyección financiera (Tabla 2) se realizó a un periodo de 5 años teniendo en cuenta los siguientes resultados:

Utilidad a 5 años	
<b>Año 1</b>	566,936.28
<b>Año 2</b>	595,283.09
<b>Año 3</b>	625,047.25
<b>Año 4</b>	656,299.61
<b>Año 5</b>	689,114.59

Tabla 7



Gráfica 2



Esto nos indica que la viabilidad del proyecto es positiva ya que con el cálculo de los indicadores financieros como lo son el Valor Actual Neto (VAN), Tasa interna de retorno (TIR) dan un resultado aceptable con respecto al proyecto y el costo beneficio del mismo arroja un resultado de 1.30.

## Conclusiones

Con este prototipo se pretende brindar un vehículo móvil para personas con capacidades diferentes siendo una de las mejores opciones para su transporte; pretendiendo que esta idea innovadora mejore la calidad de vida de las personas. Su fabricación hecha a base de software mecánico demuestra la eficiencia y la calidad en su fabricación.

El prototipo tiene las ventajas de poseer:

- Accesible
- Ergonomía
- Comodidad
- Resistencia
- Innovación

Así como evidenciar el desarrollo e innovación sobre lo que se puede hacer para la mejora en los grupos sociales con capacidades diferentes, y así generar un gran impacto implementando análisis y conocimientos tecnológicos. Eventualmente generar difusión y crear una cultura de ímpetu colectivo en el progreso de la Innovación Tecnológica.

## Referencias

©Academic, 2000-2017, Transmisión de bicicleta, <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/207702>

Vieira Oscar, 2016 Bici Ciudad, De que material esta hecha tu bicicleta, [www.biciciudad.com](http://www.biciciudad.com)

Wikipedia®, 27 jul 2017, Transmisión de bicicleta, [https://es.wikipedia.org/wiki/Transmisi%C3%B3n\\_de\\_bicicleta](https://es.wikipedia.org/wiki/Transmisi%C3%B3n_de_bicicleta)

© Monografias.com S.A., Aplicación de sistemas mecánicos de transmisión y transformación, <http://www.monografias.com/trabajos10/aplicac/aplicac.shtml#ixzz4waEM7hIW>

“ESTADÍSTICAS A PROPÓSITO DEL... DÍA INTERNACIONAL DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD (3 DE DICIEMBRE)”, 2015 diciembre 01. Recuperado el día 30 de mayo de 2017. URL: <http://www.inegi.org.mx/saladeprensa/aproposito/2015/discapacidad0.pdf>

## DISEÑO DE UN DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA LA PRUEBA DE POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS

José Pablo de la Rosa, [jpdlarosa@gmail.com](mailto:jpdlarosa@gmail.com), [lina.aguilar@edu.uag.mx](mailto:lina.aguilar@edu.uag.mx) Lina M. Aguilar Lobo,  
Gilberto Ochoa Ruiz [gilberto.ochoa@edu.uag.mx](mailto:gilberto.ochoa@edu.uag.mx)  
Departamento de Ciencias Computacionales  
Universidad Autónoma de Guadalajara

**Resumen** El presente trabajo presenta el diseño de hardware y software para el desarrollo de un dispositivo de diagnóstico de potenciales evocados auditivos de bajo costo. La arquitectura se basará en un dispositivo Zynq, el cual está conformado por un procesador ARM A9 y un bloque de lógica programable (FPGA), cuyo flujo de diseño presenta nuevas oportunidades en la exploración de diseño de sistemas embebidos. En particular, la lógica programable integrada en dicho dispositivo permite la creación de sistemas diversificados o a la medida y, además, fomenta el co-diseño HW/SW de sistemas complejos, por ejemplo en procesamiento de señales e imágenes. En el contexto particular de este trabajo, se explora el uso del Zynq como base para la creación del dispositivo portátil para la medición de potenciales auditivos. La fase de co-diseño será realizada utilizando herramientas de alto nivel basadas en Matlab y Simulink, que permite la generación automática de código tanto para el procesador como para la lógica programable, logrando un mejor compromiso en términos de consumo de recursos y en aspectos de tiempo real.

**Palabras clave.** Procesamiento de Señales Biomédicas; SoC; FPGA; Potencial Evocado; Hipoacúsica.

### Introducción

Los potenciales evocados auditivos (PEAs) se definen como un conjunto de actividades neuro eléctricas generadas como respuesta a un estímulo acústico, manifestándose como un patrón de variaciones de potencial en las membranas neuronales del sistema auditivo [1], [2].

El análisis de estas señales generadas por el sistema nervioso es de gran interés en diversos campos médicos, tales como la neurología y la pediatría. Generalmente, una prueba de PEAs consiste en el uso de electrodos ubicados en la superficie de la piel y los lóbulos del pabellón auricular para capturar y analizar las respuestas causadas al aplicarse un impulso, ya sea generado por auriculares o por medio de un vibrador óseo [3].



Esta prueba proporciona al especialista un método no invasivo para determinar la integridad del oído interno (cóclea) y los caminos auditivos del paciente, así como de identificar irregularidades tempranas en las vías nerviosas-auditivas. El especialista puede observar el avance de la señal a través de diversas secciones del canal neurosensorial: la porción coclear del octavo nervio craneal, el núcleo coclear, el complejo olivar superior, el lemnisco lateral y el colículo inferior. [4] Comúnmente, la señal de salida generada por el tronco cerebral manifiesta 5 ondas principales. Son de especial interés las ondas I y II, generadas por el octavo nervio coclear y la cóclea, y las ondas III y V, generadas por la interacción de ambos lados del tronco cerebral.

La interpretación de las ondas obtenidas implica realizar una comparación entre los resultados registrados en cada oído, así como dichos valores con los datos existentes en los catálogos demográficos normativos, los cuales figuran un canon de umbrales comunes de acuerdo con factores poblacionales, tales como el género y la edad de los pacientes [4].

En general, la prueba de PEAs suele clasificarse en dos tipos de acuerdo con sus objetivos [4]:

*Búsqueda de umbrales auditivos:* Evaluación pediátrica a fin de detectar la existencia de neuropatía auditiva en el paciente, así como de determinar el grado de pérdida auditiva y la latencia de cada oído.

*Evaluación Neurológica:* Evaluación de niños y adultos para determinar la integridad del sistema auditivo.

Hoy en día, la aplicación e interpretación de la prueba de PEAs requiere de la asistencia de especialistas, lo cual vuelve necesaria la visita periódica del paciente a centros de atención. El desarrollo de un dispositivo portátil de bajo costo capaz de efectuar y diagnosticar las pruebas de PEAs del tronco cerebral permitirá simplificar de forma considerable el proceso de reconocimiento y tratamiento de patologías audiológicas en adultos e infantes.

## II. CONTEXTO

### Dispositivos FPGA

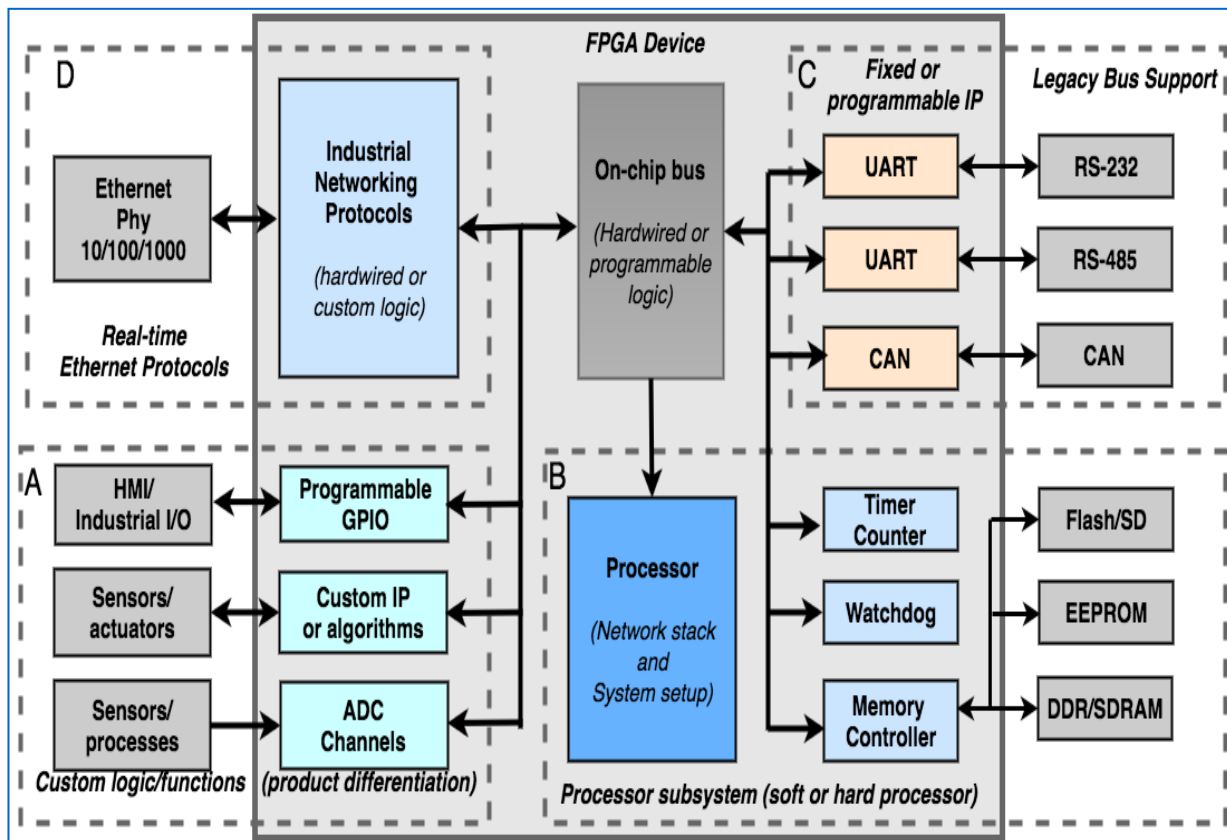
Se ha descubierto que los sistemas digitales con la capacidad de ejecutar muchos algoritmos de manera cuasi-instantánea son de gran interés debido a que unen las ventajas de los dispositivos de procesamiento digital con aquellas de sus contrapartes analógicas [13]. Esto ha conducido a investigadores e industria al desarrollo de una tercera categoría de dispositivos de procesamiento, en los cuales los dispositivos lógicos programables juegan un papel primordial.

Las matrices de puertas programables (FPGAs por sus siglas en inglés) representan un elemento de gran importancia dentro de esta categoría, ya que consisten en dispositivos que incluyen algunos recursos heterogéneos (tales como la memoria BRAM y los bloques de procesamiento digital de señales DSP) dentro de su fábrica programable, así como los sistemas lógicos necesarios para implementar una gran variedad de algoritmos; lo que proporciona un alto nivel de integración y heterogeneidad computacional. Aunado a esto, los principales beneficios del uso de FPGAs para la implementación de sistemas complejos se encuentran relacionados a su

rendimiento, tanto en términos de capacidades superiores de procesamiento de entradas y salidas, como de altas velocidades de ejecución al utilizar arquitecturas masivamente paralelas.

Los dispositivos reprogramables han logrado muchas mejorías en diversas aplicaciones de amplio interés, pues permiten a los diseñadores el combinar un conjunto de procesadores RISC con aceleración por hardware [13] para implementar algoritmos de diversos y permitan además su integración con bloques de comunicación y otros periféricos especializados en Sistemas en Chip. Por otro lado, los diseñadores pueden idear arquitecturas de hardware personalizadas para aplicaciones rigurosas en términos de desempeño, las cuales, al ser acopladas con los procesadores embebidos, podrían permitir una diversificación de productos [14].

Algunas otras ventajas proporcionadas por los SoC FPGAs sobre tecnologías alternativas consisten en: su capacidad de ser programadas en el campo, su personalización a través de la lógica programable y su flexibilidad al permitir adaptar los protocolos de comunicación para una configuración de específica de sistema.



**Fig. 1.** Diagrama de bloques de un dispositivo FPGA.

Una tendencia de hoy es el cambio hacia la miniaturización de los sistemas de procesamiento de aplicaciones. Algunos proveedores de equipos de fábrica, por ejemplo, han aprendido que, al incorporar sofisticados algoritmos de control de motores, pueden usar motores de bajo costo, a la vez que reducen el consumo de energía y mejoran la confiabilidad y la seguridad de sus productos. Este tipo de tendencias han sido conducidas por la necesidad de dispositivos semiconductores de alto desempeño, bajo consumo, simples en el manejo de sus protocolos y útiles para controlar la siguiente generación de mecanismos.

Adicionalmente, los costos reducidos son prioridad para un gran número de aplicaciones especializadas y de gama alta; los FPGAs y los sistemas en chip (SoC) FPGAs tratan esta necesidad al permitir la diversificación por medio de algoritmos personalizados y funciones estrechamente integradas en un dispositivo único. Esto reduce los costos de la lista de materiales incluyendo los circuitos integrales de aplicación específica, procesadores DSP, buses industriales y protocolos de comunicación en un solo dispositivo, tal como es ejemplificado en la Fig. 1, que muestra una arquitectura prototípica de un SOC basado en FPGA.

Algunas características y funciones del FPGA pueden ser actualizadas de forma simple después de que el sistema ha sido instalado en campo [15]. En áreas relacionadas con las comunicaciones o en los algoritmos de procesamiento de señales, en las cuales los protocolos y los estándares cambian constantemente, la programación de un FGPA reduce los costos de migración y amplía la escalabilidad de las soluciones desarrolladas.

Lo mismo aplica con los algoritmos de control o de procesamiento digital de señales o imágenes, los cuales pueden ser actualizados en cualquier momento. Esto trae consigo grandes ventajas en los que se refiere al prototipado rápido de sistemas embebidos y de sistemas en Chip, y puede tener un impacto importante al minimizar los costos y tiempos de salida de un producto al mercado.

Tal como se muestra en el bloque A de la Fig. 1, la gran mayoría de los FPGAs y los SoC FPGAs incorporan canales programables de conversión de señales Analógico-Digitales (ADC), que, junto con los sistemas lógicos, la memoria y los recursos DSP permiten la implementación de funciones personalizadas. Los FPGAs se integran también por hasta cientos de pines de entrada/salida programables, que pueden fungir de interfaz con dispositivos electrónicos inteligentes (IED), sensores y actuadores. Además, la posibilidad de incluir procesadores integrados (bloque B en la Fig. 1) dentro del dispositivo fomenta estrategias de co-diseño HW / SW más eficaces, ayudando a los diseñadores a lograr un mejor compromiso en la implementación de los bloques constituyentes de un algoritmo dado. El uso de funciones o algoritmos especializados dentro del SoC FPGA trae consigo tres grandes beneficios:

(1) Los algoritmos generalmente no operan de forma separada: un dispositivo inteligente debe ser capaz de realizar la configuración de sistema, administrar y monitorear las operaciones a fin de garantizar la operación correcta de un proceso. Estas tareas suelen ser atendidas por un procesador integrado estrechamente acoplado, que puede implementarse en los recursos FPGA o ser una CPU cableada.

- (2) El procesador se ocupa de programar la ejecución y la comunicación entre las funciones o algoritmos cooperantes, haciendo que la implementación del control sea más fácil de mantener y validar en cada etapa del proceso de desarrollo.
- (3) La actuación de los algoritmos de control, así como la comunicación entre los diversos módulos de control, sensores y actuadores se reduce drásticamente debido a los tiempos de respuesta más cortos de la implementación de hardware subyacente.

## SoC FPGA

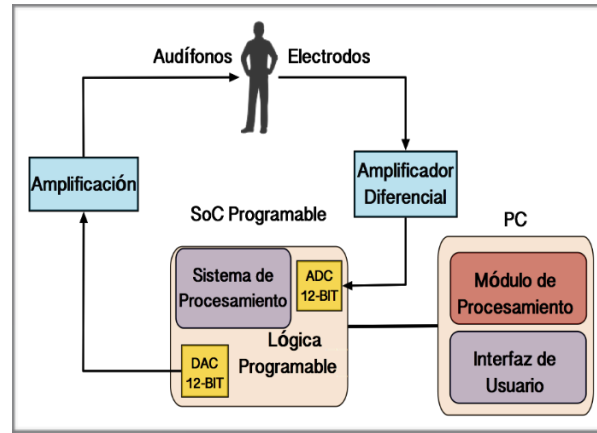
El diseño de SoCs basados en FPGA ha girado típicamente alrededor de una visión centrada en el hardware del diseño del sistema. Esto ha provocado que los FPGAs sean percibidos como complejos y difíciles de usar; esto ha limitado su uso pequeños nichos de aplicación, en las cuales se ha logrado demostrar todo su potencial. Para tratar con estos problemas, los principales proveedores de FPGAs han buscado adaptarse a las necesidades del mercado de forma tecnológica y metodológica, realizando actividades como: (1) aumentar la integración de funciones especializadas (como el DSP) y los bloques de memoria configurable (como el BRAM). (2) Soportar un abundante número de protocolos de comunicación para mover grandes cantidades de datos.

Por otro lado, se ha logrado atacar la división de hardware/software típicamente asociada a los SoCs basados en FPGAs a través de la inclusión de procesadores de grado de aplicación (como el ARM Cortex A9) capaces de utilizar sistemas operativos completos (Ej. Linux). Este nuevo tipo de dispositivos acopla un par de procesadores ARM de alto desempeño con un bloque de extensión de lógica programable para promover una visión centrada en el software; se busca así simplificar la especificación, implementación y validación de sistemas heterogéneos.

Siguiendo lo anterior, este tipo de plataformas de procesamiento extensibles (tal como ha sido denominado el dispositivo Zynq de Xilinx en [16]), utilizan un enfoque basado en el procesador, en el cual se enfatiza el flujo de desarrollo del procesador ARM sobre los enfoques de diseño tradicionales basados en FPGA. Esto implica que los diseñadores de software pueden comenzar a desarrollar nuevas aplicaciones de inmediato, utilizando la arquitectura ARM Cortex y aprovechando un número fijo de módulos de estándares e interfaces.

Algunos SoC FPGAs como el Zynq integran un bloque de extensión lógica programable estrechamente acoplado que permite a los diseñadores dividir sus funciones de hardware y software en función de los requisitos del sistema, y personificar el dispositivo para un escenario de aplicación determinado [17]. Ello puede implementar funciones en el bloque de extensión de lógica programable para crear sus propios SoCs altamente optimizados, con las ventajas adicionales de reducir el conteo de chips y la complejidad de la placa del circuito, así como el evitar problemas de integridad de las señales.

### III. ARQUITECTURA PROPUESTA



La Fig. 2 presenta el diagrama de bloques del sistema propuesto. El primer prototipo constará de un co-diseño compuesto por un SoC programable [18] y una PC. Se utilizará el SoC para realizar las funciones de acondicionamiento de las señales neurológicas recibidas, así como de generación de los estímulos que serán aplicados al paciente. Mientras tanto, la PC jugará el rol de procesar y presentar al usuario las señales recibidas mediante una interfaz de usuario; misma en la cual éste podrá controlar las señales de estímulo aplicadas al paciente.

#### *Componentes de Hardware*

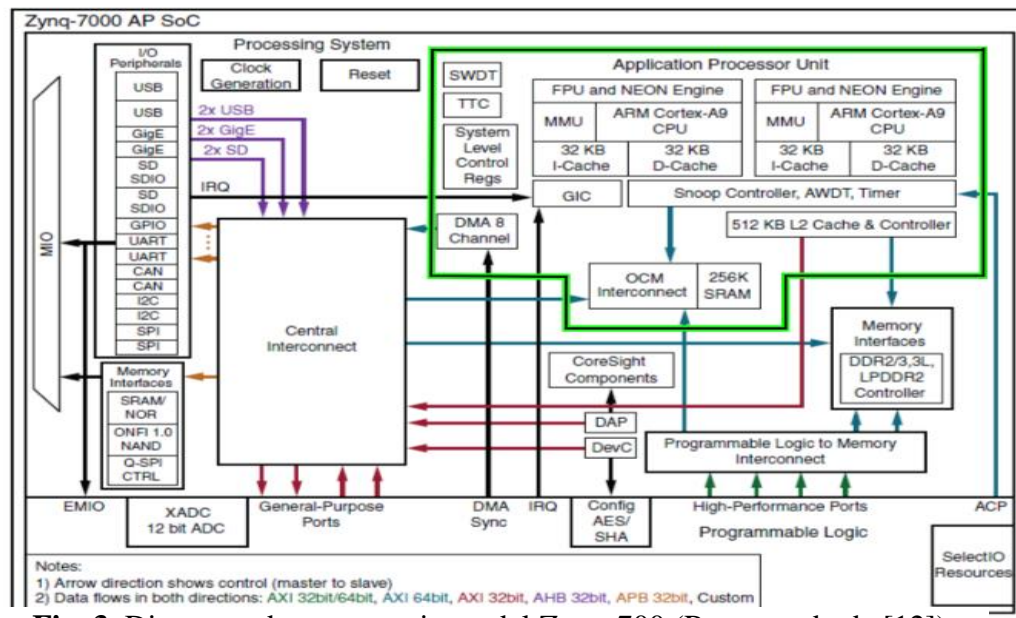
El diseño de Hardware constará de 3 etapas principales: acondicionamiento, procesamiento y generación de estímulos.

**Acondicionamiento de señal.** - Se adquirirá la señal de respuesta del paciente utilizando electrodos superficiales conectados a un amplificador de instrumentación, cuya salida será enviada al SoC para su posterior acondicionamiento.

Se propone el uso del SoC programable Zynq-7000 cuya arquitectura puede visualizarse en la Fig. 3; éste se compone de una unidad lógica programable y un sistema de procesamiento basado en dos procesadores ARM Cortex-A9. Se buscará hacer uso de sus convertidores analógicos-digitales (ADC) de 12 bits para la adquisición de la pre-amplificada.

Procesamiento. - Mediante el uso de los periféricos USB 2.0, el dispositivo Zynq permitirá el intercambio de información con la PC; de esta forma, podrá realizarse el control de los estímulos auditivos, así como la visualización de los resultados en la pantalla de la computadora.

Generación de estímulos. - La producción de señales auditivas se realizará mediante el manejo de los convertidores digital-analógico (DAC) del SoC. Dichas señales serán controladas mediante el sistema de procesamiento utilizando las variables especificadas por el usuario a través de la interfaz de la computadora. Finalmente, se contará con una etapa de amplificación analógica basada en el uso de amplificadores operacionales para reproducir el estímulo auditivo utilizando audífonos de audiometría.



**Fig. 3.** Diagrama de procesamiento del Zynq-700 (Recuperado de [12]).

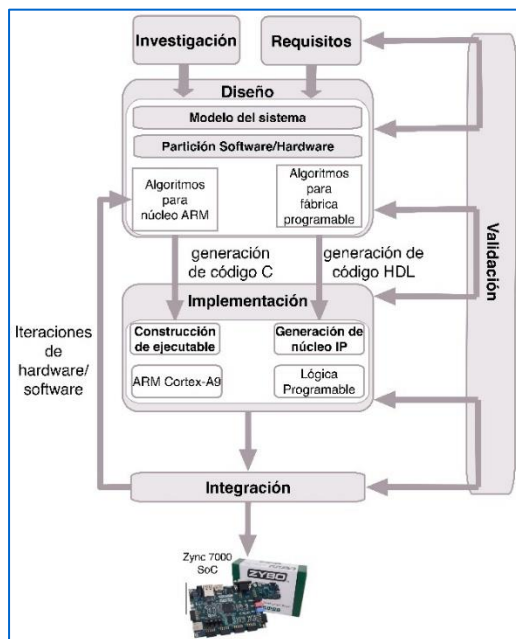
### Implementación en el Zynq-7000 SoC

Se trabajará en la programación del Zynq-7000 [19] siguiendo el flujo de la Fig. 4, en el cual se pretende realizar implementaciones de hardware y software en el SoC a partir de un modelo dinámico del sistema creado en Simulink. Esto proporciona la posibilidad de realizar simulaciones completas del sistema para posteriormente utilizar las modalidades de generación automática de códigos C/C++ para los núcleos Cortex A-9 y de código HDL para la lógica programable a partir de dicho modelo.



## Discusión y Conclusiones

El estudio de los potenciales evocados auditivos es de gran relevancia para la detección temprana y tratamiento de patologías auditivas en infantes, así como en adultos en situaciones en las cuales otros tipos de técnicas resultan poco viables. En este proyecto se han presentado los avances hacia el desarrollo de un dispositivo portátil capaz de realizar la prueba de PEA de forma casera y accesible. Se ha propuesto el uso de una arquitectura de codiseño compuesta por un SoC programable Zynq-7000 y una PC.



**Fig. 4.** Flujo de implementación para un SoC programable (basado en [12]).

## TRABAJO FUTURO

Se contempla como trabajo futuro el diseño detallado y prototipaje del sistema de acondicionamiento de señales neuro eléctricas basado en el uso del SoC programable, así como el desarrollo de un primer prototipo con aplicación de la arquitectura propuesta.

## Referencias

[1] Miyara, Federico. "Seminario Taller Sobre Potenciales Evocados Auditivos." *Facultad De Ingenierías Exactas, Ingeniería Y Agrimensura*. Universidad Nacional De Rosario, n.d. Web. 27 julio 2017, <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/evocado.pdf>.

- [2] Plourde, G. "Auditory evoked potentials." *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, Elsevier, 7 dic. 2005.
- [3] Trinidad, German, Gabriel Trinidad, and Eduardo De La Cruz. "Potenciales Evocados Auditivos." *Puesta Al Día En Técnicas* (2008): 296-301. 27 jul. 2017.
- [4] Crumley, Wendy. "Good Practices in Auditory Brainstem Response, Part 1." *Audiology Online*, Continued, 13 jun. 2011, [www.audiologyonline.com/articles/good-practices-in-auditory-brainstem-827](http://www.audiologyonline.com/articles/good-practices-in-auditory-brainstem-827)
- [5] San Salvador. "2 Channel electro-audiometer". Web. 27 jul. 2017, [http://san-salvador-ss.all.biz/electroaudimetro-digital-2-canales-bipolares-audix-g2549#.WXAVfBjmH\\_Q](http://san-salvador-ss.all.biz/electroaudimetro-digital-2-canales-bipolares-audix-g2549#.WXAVfBjmH_Q)
- [6] American Speech-Language-Hearing Association. "Auditory Brainstem Response (ABR)." *American Speech-Language-Hearing Association*, ASHA, [www.asha.org/public/hearing/Auditory-Brainstem-Response/](http://www.asha.org/public/hearing/Auditory-Brainstem-Response/)
- [7] Rance, G, et al. "Steady-State Evoked Potential and Behavioral Hearing: Ear and Hearing." *Steady-State Evoked Potential and Behavioral Hearing Thresholds in a Group of Children with Absent Click-Evoked Auditory Brain Stem Response.*, Ear Hear, feb. 1998, [journals.lww.com/ear-hearing/Fulltext/1998/02000/Steady State Evoked Potential and Behavioral.3.aspx](http://journals.lww.com/ear-hearing/Fulltext/1998/02000/Steady_State_Evoked_Potential_and_Behavioral.3.aspx)
- [8] "Auditory Brainstem Response (ABR) Evaluation." *John Hopkins University*, [www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/adult/otolaryngology/Auditory Brainstem Response Evaluation 22,AuditoryBrainstemResponseEvaluation](http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/adult/otolaryngology/Auditory_Brainstem_Response_Evaluation_22,AuditoryBrainstemResponseEvaluation)
- [9]"Auditory Brainstem Response (ABR)." *American Speech-Language-Hearing Association*, ASHA, [www.asha.org/public/hearing/Auditory-Brainstem-Response/](http://www.asha.org/public/hearing/Auditory-Brainstem-Response/)
- [10]"Auditory Brainstem Response (ABR) Test." *Childrens Hospital of Pittsburgh*, [www.chp.edu/our-services/audiology/patient-procedures/abr](http://www.chp.edu/our-services/audiology/patient-procedures/abr).
- [11] Crockett, Louise H. *The Zynq Book: Embedded Processing with the ARM Cortex-A9 on the Xilinx Zynq-7000 All Programmable SoC*. Strathclyde Academic Media, 2014.
- [12] Jim Turley. "MathWorks Targets Hardware/Software." *EEJournal*, 27 ene. 2015, [www.eejournal.com/article/20150127-matlab/](http://www.eejournal.com/article/20150127-matlab/).
- [13] R. Dubey, *Embedded System Design Using Field Programmable Gate Arrays*, Springer, 1st edition, 2009.
- [14] R. Woods, J. McAllister, G. Lightbody, and Y. Yi, *FPGA-based Implementation of Signal Processing Systems*, Wiley, 1st edition, 2008.
- [15] I. Kuon and R. Rose, *Quantifying and Exploring the Gap Between FPGAs and ASICs*, Springer, 2010.



- [16] Xilinx, “Ds190 - zynq-7000 all programmable soc overview,” [https://www.xilinx.com/support/documentation/data\\_sheets/ds190-Zynq-7000-Overview.pdf](https://www.xilinx.com/support/documentation/data_sheets/ds190-Zynq-7000-Overview.pdf).
- [17] M. Santarini, “Xilinx architects ARM-based processor-first, processor-centric device,” Xilinx Xcell Journal, vol. 71, pp. 6–11, 2010.
- [18] Xilinx, Zynq-7000 all programmable soc technical reference manual, 2016, [https://www.xilinx.com/support/documentation/user\\_guides/ug585-Zynq-7000-TRM.pdf](https://www.xilinx.com/support/documentation/user_guides/ug585-Zynq-7000-TRM.pdf).
- [19] Crocket and Steward, The Zynq Book, The University of Strathclyde, 1st edition, 2015.

### **SILLA DE RUEDAS CONTROLADA POR COMANDOS DE VOZ E INTERFACE GRAFICA (EASY CHAIR VOICE).**

Anyelo Salvador Morales García<sup>2</sup>, Brandon Martínez Hernández<sup>3</sup>, Sandra Armenta Avila<sup>4</sup>,  
Leticia Téllez rivera<sup>5</sup>, M.C. Juan Gabriel Rodríguez Ortiz<sup>6</sup>, M.G.T.I. Elsa Cuevas Carrillo<sup>7</sup>,  
Jorge Luis Cruz Cenobio<sup>8</sup>  
Instituto Tecnológico de San Juan del Rio

**Resumen.** El presente trabajo de desarrollo tecnológico presenta la construcción, caracterización y puesta en operación de un prototipo de silla de ruedas útil para personas con lesiones de la medula espinal como cuadriplejia o hemiplejia ya que puede ser controlada por comandos de voz o mediante una interface gráfica a través de un dispositivo móvil. El prototipo es capaz de independizar el desplazamiento en silla de ruedas de pacientes con parálisis en extremidades superiores e inferiores a fin de evitar la dependencia de terceras personas. La silla de ruedas cuenta con motores de corriente directa para su desplazamiento, una batería recargable, un sistema de control por voz; sistema bluetooth para la comunicación usuario-máquina y sensores ultrasónicos que serán útiles para evadir obstáculos y con ello proteger la integridad del usuario. Esta alternativa tecnológica en desplazamientos con silla de ruedas para personas con lesión medular traumática contribuirá a aumentar la autoestima del paciente, su independencia para desplazarse, fatiga y en general, mejorar su calidad de vida.

## Abstract

The present work of technological development presents the construction, characterization and operation of a wheelchair prototype useful for people with spinal cord injuries such as quadriplegia or hemiplegia since it can be controlled by voice commands or by means of a graphic interface to through a mobile device. The prototype 308ndepen to make wheelchair displacement independent of patients with upper and lower limb paralysis in order to avoid reliance on third parties. The wheelchair has direct current motors for movement, a rechargeable battery, a 308ndep control system; Bluetooht system for user-machine communication and ultrasonic sensors that will be useful to avoid obstacles and thus protect the integrity of the user. This technological alternative in wheelchair movements for people with traumatic spinal cord injury will contribute to increase the patient's self-esteem, 308ndependence to move, fatigue and, in general, improve his quality of life.

## Introducción

En México, alrededor de 3 millones de personas sufren algún tipo de discapacidad motriz, según datos obtenidos del INEGI en 2010, este tipo de discapacidad puede provenir por diferentes factores, los más comunes son a causa de accidentes automovilísticos, caídas graves, enfermedad degenerativa, o riñas. Sin importar el origen de la discapacidad, el presente proyecto se enfocará principalmente a las personas con cuadriplejia o hemiplejia, ya que este tipo de personas por alguna razón al nacer o a lo largo de su vida han sufrido una lesión o enfermedad en el sistema nervioso lo que limita la capacidad para mover una parte particular de su cuerpo.

## Planteamiento del problema

Muchas personas que sufren una capacidad motora reducida como la hemiplejía (parálisis de un lado del cuerpo), causada por una lesión cerebral o de la médula espinal, o la cuadriplejía, mejor conocida como tetraplejía, (parálisis de ambas piernas y de ambos brazos), necesitan de una silla de ruedas y un acompañante que los guíe, el problema radica en que las personas que utilizan dicha silla carecen de independencia en sus actividades; esto genera incomodidad y pérdida de autoestima.

## Objetivo

Construir e implementar un prototipo de silla de ruedas controlada por comandos de voz e interface gráfica mediante un dispositivo móvil que permita optimizar el desplazamiento de pacientes con discapacidad motriz debido a lesiones de la medula espinal salvaguardando en todo momento la seguridad de los pacientes que la utilicen.

## Hipótesis

Crear un prototipo de silla de ruedas que se controle por medio de la voz, y que además cuente con un sistema de seguridad para evitar posibles choques que pongan en riesgo al usuario; es una alternativa viable para personas que sufren de hemiplejia y cuadriplejia ya que carecen de movimiento propio, propiciando una mejor calidad de vida del paciente.

## Marco teórico

El proyecto se describe en función de la figura 1.

Una silla de ruedas adaptada a las necesidades del paciente es acondicionada con un par de motores de corriente directa alimentados mediante una batería recargable que impulsan de manera autónoma la silla con movimientos de avanzar, retroceder, giro a la derecha, giro a la izquierda y alto. El control se realiza mediante un dispositivo móvil como lo puede ser un teléfono celular o una tableta electrónica con sistema operativo Android en versión 3.0 o superior donde se descarga previamente la aplicación de interface del sistema. La comunicación es inalámbrica mediante Wifi®, datos móviles y bluetooth®. El usuario selecciona mediante comandos de voz la acción a realizar a través del dispositivo móvil para poderse desplazar de manera autónoma dentro de su espacio permitido. El sistema de control electrónico es mediante microcontrolador y se encarga de procesar los comandos de voz y/o comandos gráficos para generar las señales eléctricas correspondientes a la acción solicitada. Asimismo, se incluyen un par de sensores ultrasónicos a fin de detectar obstáculos adelante o atrás y con esto evitar situaciones de riesgo para el usuario.



Figura 1. Diagrama pictográfico

La interface gráfica es fácil de utilizar e intuitiva para evitar operaciones complicadas para el usuario en caso de ser hemipléjicos.

#### 5.1 Caracterización del prototipo mediante un modelo matemático:

Para calcular la potencia que deben tener los motores y lograr dar arranque al prototipo, es necesario determinar el valor de la masa total a soportar por los cuatro puntos de apoyo de la silla (un punto por cada rueda). Para esto, se consideran los accesorios que se han montado en el prototipo.

El prototipo contiene cuatro ruedas, entonces el sistema tiene cuatro puntos de apoyo, por lo que en cada punto se ejerce una fuerza sobre la llanta equivalente a  $1/4$  de la masa total aproximada que se calculó anteriormente.

Sea  $W$  el peso total soportado por cada llanta, para determinar su valor se emplea la ecuación (1):

$$W = m_{II} * g \dots\dots\dots(1)$$

Si  $g =$  aceleración de la gravedad  $= 9.8 \text{ m/s}^2$  entonces al sustituir valores en la ecuación 1; tendremos:

$$W = 6.7 \text{ Kg} * 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$W = 65.727 \text{ N}$$

El peso total del prototipo se ejerce en el centro de la masa de la plataforma, por lo cual las cargas son equitativas en cada llanta (4 en total).

La fuerza que actúa sobre prototipo se muestra en la figura 2.

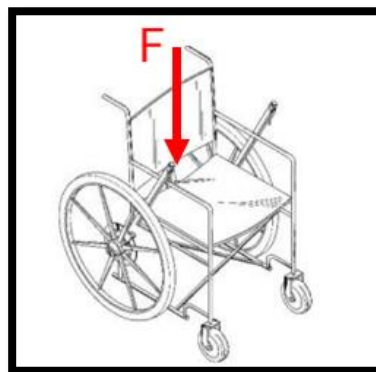


Figura 2. Análisis de fuerza

Entonces el peso soportado por cada llanta está dado por:

$$W_{II} = W / 4$$

$$W_{II} = 65.727 \text{ N} / 4$$

$$W_{II}=16.43175N$$

Esto se demuestra al realizar la sumatoria de fuerzas en el plano Y:

$$\sum [F_y=0 \rightarrow N_r=m_{II}*g=W_{II}] \dots\dots\dots(2)$$

Al sustituir valores en la ecuación (2) se obtiene:

$$4N_r-W=0$$

$$4N_r=W$$

$$N_r=W/4=(65.727 N)/4$$

$$N_r=16.43175 N$$

Otro elemento esencial para el cálculo del torque es la fuerza de rozamiento o de fricción estática que se calcula con la ecuación (3):

$$F_r=\mu_s*N_r) \dots\dots\dots(3)$$

Donde:

Fr: es la fuerza de rozamiento estática.

$\mu_s$ : es el coeficiente de fricción estático.

Nr: es la fuerza normal.

Sea  $\mu_s= 0.7$  (coeficiente de rozamiento estático entre el caucho y el concreto), al reemplazar los valores en la ecuación 3 se tiene:

$$F_r=0.7*6.501867 N$$

$$F_r=4.551307 N$$

La fuerza de fricción total Fft que tiene que vencer el motor es  $4 Fr=F_{ft}$  debido a las 4 llantas que componen la plataforma. Entonces se tiene que:

$$F_{ft}= 4.551307*4$$

$$F_{ft}=18.205228 N$$

El torque requerido por cada motor para vencer esta fuerza de fricción está dada en la ecuación (4):

$$T=F_r*d \dots\dots\dots(4)$$

Donde d (distancia) es el radio de acción de la fuerza, es decir, el radio de la llanta seleccionada para el prototipo, en la ecuación 4 se obtiene:

$$T= 4.551307 N*0.10 m$$

$$T=0.4551307 Nm$$

Es decir, el prototipo requiere un torque de 0.4551307 Nm con accesorios para poder iniciar el movimiento partiendo de un estado de reposo.

Ahora bien, la potencia  $P$  transmitida por los motores está dada por la ecuación (5):

$$P=F \cdot v \text{ (Watts)} \dots \dots \dots (5)$$

Dónde:

$P$ : es la potencia.

$F$ : es la fuerza que se ejerce debido al peso de la carga.

$v$ : es la velocidad lineal de trabajo expresada en m/s.

El torque requerido por cada motor para vencer la fuerza de fricción calculado anteriormente es de 0.4551307 Nm.

El torque de funcionamiento que ofrece el fabricante del motor es: 15 Kg-cm (obtenido de la hoja de datos del fabricante) para convertirlo a Nm se multiplica por la gravedad, entonces:

$$T=((15\text{kg-cm})/(1 \text{ m}))(1 \text{ m})/(100 \text{ cm}))$$

$$T=0.15 \text{ kgm}$$

$$T_{II}=T \cdot g$$

$$T_{II}=0.15\text{Kgm} \cdot 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$T_{II}= 1.47 \text{ Nm}$$

El motor tiene una velocidad de 220 rpm (obtenido de la hoja de datos del fabricante). Como el radio de las llantas es 10 cm su perímetro circunferencial ( $Per$ ) se da en la ecuación (6):

$$Per=2 \cdot \pi \cdot r \dots \dots \dots (6)$$

Al reemplazar los valores en la ecuación 6 se obtiene:

$$Per = 2 \cdot \pi \cdot (0.10\text{m})$$

$$Per=0.628 \text{ m/rev}$$

Entonces la velocidad expresada en m/s es:

$$v=(220\text{rev/min})(0.628\text{m/rev})(1\text{min}/60\text{s})$$

$$v=2.302\text{m/s}$$

La fuerza total que debe vencer el prototipo es de 27.3078 N, al reemplazar los valores:

$$P=65.727 \text{ N} \cdot 2.302 \text{ m/s}$$

$$P=151.303 \text{ watts}$$

Al hacer la conversión a caballos de fuerza, se obtiene:

$$P=151.303 \text{ watts} \cdot 1\text{hp}/(746 \text{ watts})$$

$$P=0.2028\text{hp}$$

### Diseño metodológico

El prototipo se ha construido en función del diagrama a bloques que se muestra en la figura 3.

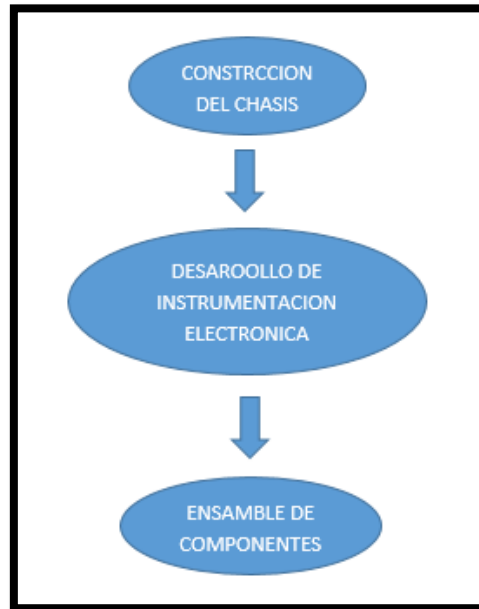


Figura 3. Diagrama a bloques

### Materiales

El listado de materiales utilizados en la construcción del prototipo son los siguientes:

Microcontrolador PIC16F628A.

Módulo Bluetooth HC-05.

Sensor ultrasónico HSR-04

App en sistema Android para dispositivos móviles.

Motores de corriente directa con caja de engranes.

Driver para control de motores L293D.

### Microcontrolador.

Dentro del proyecto es el dispositivo digital que realiza la lectura de las señales digitales provenientes de los sensores de distancia y de la lectura de datos por protocolo RS232 utilizados para el movimiento del prototipo, los cuales son recibidos por la voz del usuario a través del módulo bluetooth. Es un microcontrolador de la familia PIC 16F88. La figura 4 muestra la presentación física del microcontrolador.

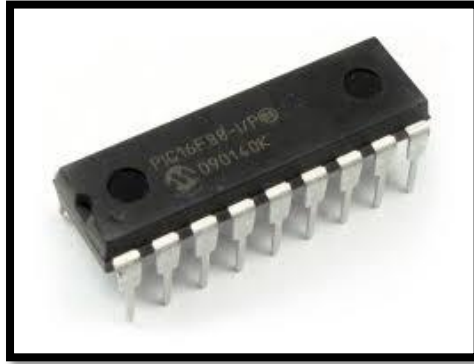


Figura 4. Microcontrolador PIC 16F88

Se prefiere el uso de este PIC porque integra un protocolo de comunicación serial RS232 a una velocidad de 9600 baudios en su interior para conectar módulos de comunicación inalámbrica como lo es el bluetooht, además de ser económico y adaptable a la aplicación que se requiere. El PIC trabaja a 5 Vcc con un cristal externo de 4Mhz y se ha programado en lenguaje C con la ayuda de un software llamado PIC CCSW Compiler®.

#### Módulo Bluetooth HC-05:

El módulo de bluetooth HC-05 es un módulo Maestro-Esclavo, quiere decir que además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, también es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth. Esto nos permite por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto para transmitir datos entre dos microcontroladores o dispositivos. Dentro del proyecto es el hardware utilizado para comunicar el prototipo con el dispositivo móvil que utiliza el usuario.

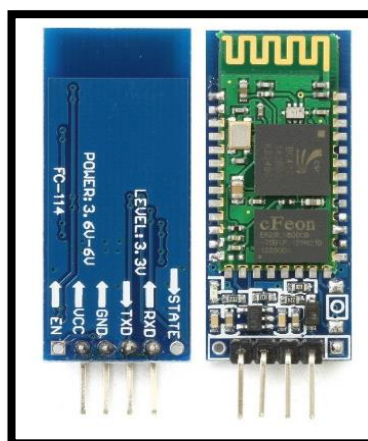


Figura 5. Bluetooht HC-05



### Sensor ultrasónico HCSR04:

Los sensores de ultrasonido o sensores ultrasónicos son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias que van desde pocos centímetros hasta varios metros; dentro del proyecto es utilizado como el sensor de proximidad para evitar choques del prototipo y asegurar la integridad del paciente.

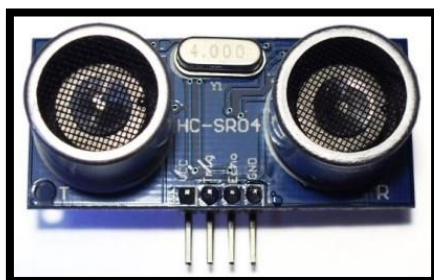


Figura 6. Módulo HC-SR04

### Driver L293d

Es un circuito electrónico como se muestra en la figura 4, el cual que permite a un motor eléctrico DC girar en ambos sentidos, avance y retroceso. Son ampliamente usados en robótica y como convertidores de potencia.

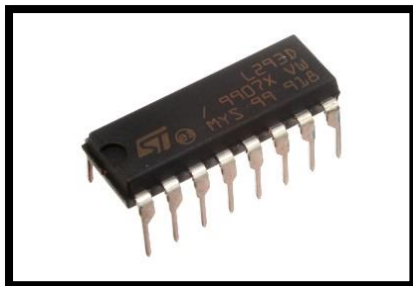


Figura 7. Módulo L293d

### Descripción de los esquemas

El diseño de la tarjeta de control que alberga la conexión de los microcontroladores y el módulo bluetooth, se realizó con el programa PROTEUS®. En sus módulos ISIS® para el diagrama electrónico y ARES® para la fabricación de la placa de circuito impreso (PCB).

El diagrama electrónico creado en ISIS® muestra la conexión del circuito eléctrico-electrónico.

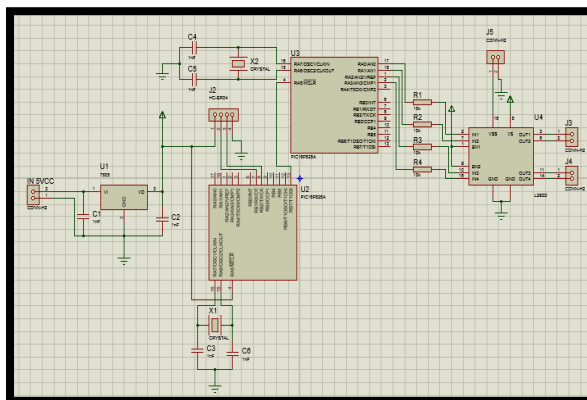


Figura 8. Diagrama electrónico

Mientras que la figura 9 presenta el diseño PCB en ARES® del diagrama eléctrico-electrónico.

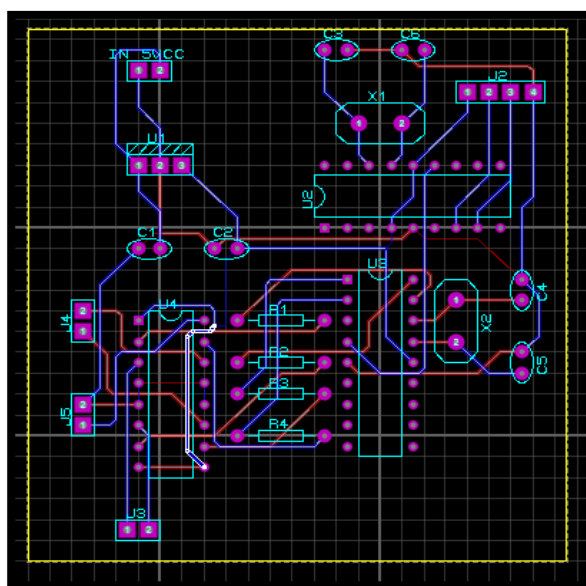


Figura 9. Diseño de la placa PCB

Una vez realizada la placa PCB, PROTEUS® permite generar una imagen en vista 3D para visualizar el acabado del circuito. La figura 9 muestra la vista en 3D de la placa de control.

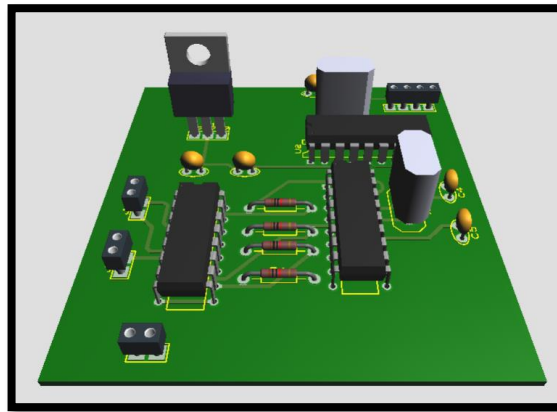


Figura 10. Vista 3D

Interface de comunicación con el usuario.

Se usó una herramienta llamada App inventor que es una interfaz de programación de alto nivel, ya que es muy amigable y totalmente gráfica, además de que trabaja con dispositivos Android® y hoy en día son los más utilizados en el mundo. La App creada está basada en un modelo bastante amigables, tratando de que personas de distintas edades puedan manejarla sin problemas; contando esta app con botones de dirección para el movimiento de la silla y un botón de comando que al presionarlo comienza la modalidad por comando de voz.

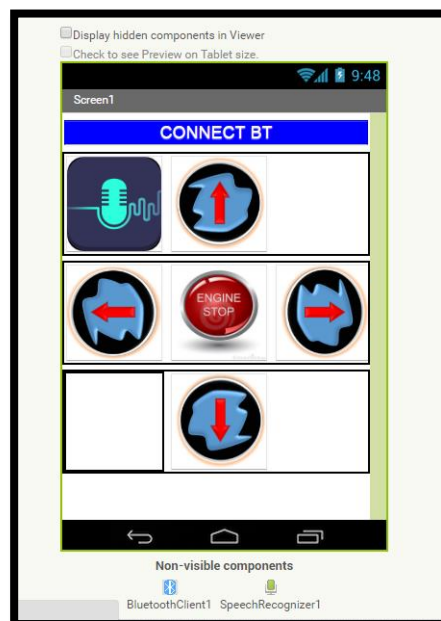


Figura 11. Diseño de App de interface

## Conclusiones

Una vez ensamblados todos los componentes se obtuvo como resultado un prototipo de silla de ruedas controlado por comandos de voz e interface gráfica textual, la cual tiene una velocidad de respuesta de 9600 baudios para su control de movimiento desde la app, también es necesario la constante mejora de la app para los comandos de voz y comandos gráficos, y aunque es un prototipo y no se está empleando una silla real, cabe destacar que todo el sistema de control es el mismo tanto para este prototipo como para una silla de tamaño real.

Con los resultados alcanzados hasta ahora ha sido posible demostrar que el prototipo es una opción que puede ser útil para demostrar que la tecnología desarrollada una vez que se aplique en una silla de ruedas real será de gran utilidad para personas que padecen hemiplejía y cuadriplejía.

También con los resultados obtenidos se sienta una base experimental para el diseño y la construcción de nuevos prototipos a partir de este y en un futuro la aplicación de nuestra tecnología en una silla real.

Gracias al desarrollo de la automatización se ha logrado que hoy en día sea posible llevar a cabo tareas que no pueden realizar personas con diferentes discapacidades, y que son tan vitales como lo es el movimiento propio.



Figura 12. Prototipo

## Referencias

Everest, Herbert A; Jennings Harry C, Silla de ruedas plegable. Patente de EE.UU. 2095411.

Pousada García Thais, (2012). Impacto psicosocial de la silla de ruedas: En la vida de las personas afectadas por una enfermedad neuromuscular. Editorial Académica Española, 2012

Gustavo A. Ruiz Robredo. Electrónica básica para ingenieros. Editorial Universidad de Cantabria.

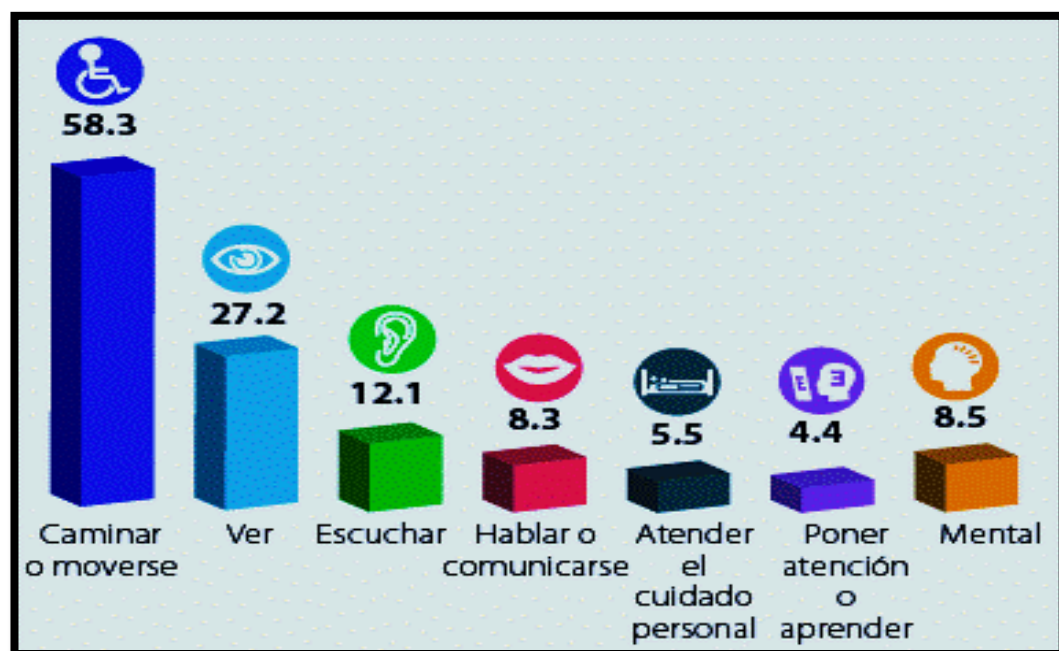
Software Pic C CCSW®

Software PROTEUS®

Software APP INVENTOR®

## Anexos

En México, 5 millones 739 mil 270 personas sufren alguna discapacidad, lo que representa el 5.1% de la población total, y de esta población poco más de 3 millones de personas sufren una discapacidad motora. (INEGI 2010)



## ENSEÑANZA DE LA ESCRITURA PARA NIÑOS CON ESPECTRO AUTISTA, ESCRIBIENDO SIN LÁGRIMAS

Claudia Denisse Cerna Castro, autismouembekua@gmail.com Zaira Carreón Herrera  
zairitach@gmail.com Ludmi Molina Mercado sponge\_1990\_2@hotmail.com  
Asociación Autismo Uembekua

**Resumen.** El método “Escribir sin lágrimas” se ha diseñado para la iniciación de la escritura en niños de educación básica regular o que también presenten alguna discapacidad y/o barreras para el aprendizaje. En esta propuesta el método ha sido adaptado específicamente para niños Espectro Autista que han tenido dificultad tanto para el acceso como la consolidación de la escritura, es por ello que se pretende guiar no solo al alumno sino a quien interviene en la enseñanza del mismo.

Es importante no dejar a un lado las etapas del desarrollo, los ritmos de aprendizaje y las necesidades de cada uno, ya que con ello se podrán hacer los ajustes necesarios en este método, logrando así la adquisición de la escritura como medio de comunicación.

**Palabras clave:** Escritura, Autismo, Escribir sin lágrimas.

El objetivo general es estimular en los niños que presentan autismo el proceso de iniciación y consolidación de la escritura mediante el método escribir sin lágrimas, mediante la implementación de estrategias necesarias de acuerdo a las necesidades que presentan cada uno.

### Justificación

Dentro de la enseñanza es uno de los procesos básicos más complejo, siendo necesario cambiar la metodología tradicional del programa (escribir sin lágrimas) por medio de diferentes estrategias para facilitar la adquisición de dicho proceso.

Es importante recordar que dentro del autismo existe una gama diversa de apreciación y adquisición de la escritura es por ello que se decidió, realizar las modificaciones necesarias.

EL CARTEL CONSISTE EN CREAR UN:

Producto ( ) Servicio ( ) Mejora de algo existente(x)

### Metodología

La estructura del método, se basa principalmente en la enseñanza de la escritura de las letras para después formar palabras, oraciones y textos. El material que se necesita es un pintarrón de aproximadamente 30cm x 25 cm, un plumón para pintarrón, un borrador, todo ello para la primera etapa del método; para la segunda se requiere hojas con una cuadrícula específica, ya que una vez que el niño consolide la primer letra pasara a la hoja, y así sucesivamente con todas las demás.

El método, además, se divide en tres grupos de letras, de la siguiente manera:

Inician del lado izquierdo de arriba-debajo E, F, H, P, B, R, D, L, U, K, M, N, Ñ, X, V

Inician del centro I, T, Q, C, O, G, J, S, A,

Inician desde otro punto y otra dirección W, Y, Z

Para la enseñanza del primer grupo de letras la pizarra deberá tener un punto de partida (☺) donde la primera instrucción será (al mismo tiempo se le muestra la tarjeta de la letra E), el maestro trazara esta letra iniciando del punto de partida.

Instrucción 2 el maestro le pide al alumno que siga el trazo por arriba de la letra ya escrita.

Instrucción 3 el maestro da la indicación con el apoyo en mano “borra” el alumno deberá de borrar de la misma forma que trazo.

Instrucción 4 el maestro le pedirá “traza la letra E” misma que estará arriba de la pizarra.

Instrucción 5 el maestro pide borrar nuevamente la letra observando que el alumno siga la misma dirección con la que realizo el trazo.

Esos son los pasos a seguir con cada una de las letras.

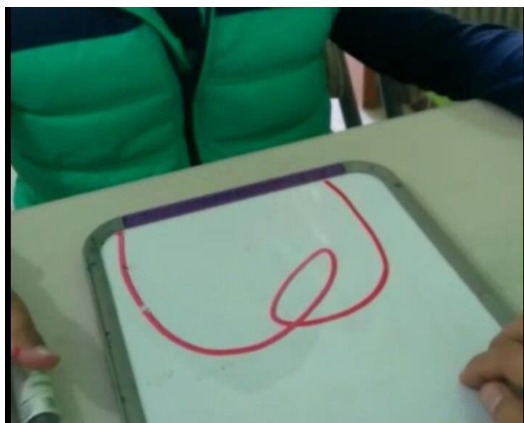
Una vez que el alumno logre trazar la primer letra se le dará una hoja con la cuadrícula misma que tendrá el punto de partida (☺) en cada cuadro el alumno deberá llenar la hoja con la mi letra.

Después el maestro podrá pasar a la segunda letra del primer grupo de letras, y cuando esta esté consolidada en la pizarra nuevamente se le proporcionara la hoja para realizar en la cuadrícula.

Es importante realizar una estimulación temprana que implique ejercicios de motricidad fina, esto con la finalidad de que tengan control en los movimientos ojo – mano (toma de lápiz, pinza fina etc.), para que se pueda implementar el método en niños que presentan autismo.

## EXPLICACIÓN DEL PROBLEMA QUE SE RESUELVE

**Imagen 1**

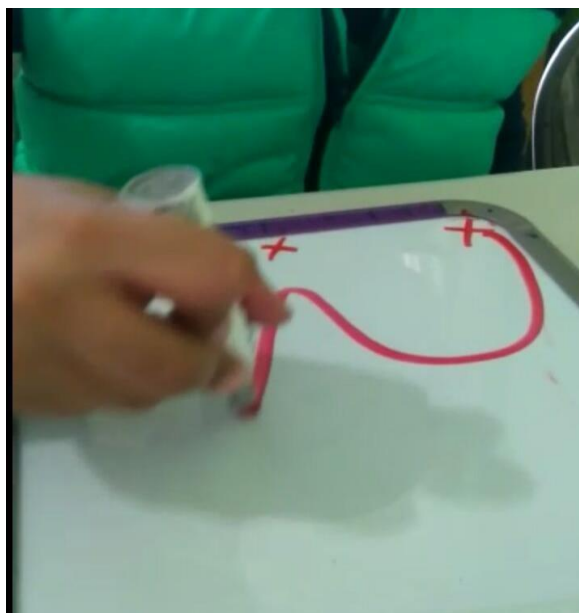


COLOCACION DE  
PUNTOS  
TRAZO LIBRE

**Imagen 2**





**Imagen 3****REALIZACION DEL TRAZO CON APOYO DE LOS PUNTOS (Imagen 1)**

Se observa que el alumno no tiene un seguimiento del trazo debido a que no tiene la referencia de donde inicia, donde baja y donde termina, es por ello que su letra tiene una forma no convencional y poco legible.

**Imagen 2**

Se observa la colocación del punto de partida, el punto de en medio donde debe continuar el trazo y punto final, para ver si el alumno puede seguir el trazo de forma correcta para formar el trazo.

**Imagen 3**

El alumno logro seguir los puntos de guía y formar la letra de una manera más convencional y legible.

**¿CUÁLES SON LAS MEJORAS QUE PRESENTA EL PROTOTIPO CON LO QUE SE CONOCE ACTUALMENTE, EN CUANTO A LA ATENCIÓN DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD?**

Las mejoras se realizaron en diferentes ámbitos como en el material; facilitándole el abecedario en letras mayúsculas y minúsculas en tarjetas enmicadas y visibles para el alumno, ya que las personas con autismo tienden a explorar y manipular el material de esta manera se conserva y puede durar un poco más.



En las instrucciones ya que el proceso de construcción de oraciones es un proceso muy complejo por las que estas deberán de ser, cortas, concretas y repetirse solamente dos veces para que una tercera sea el maestro quien guíe con su mano al alumno.

**¿CUÁLES SON LAS MEJORAS TÉCNICAS QUE PRESENTA EL PROTOTIPO CON EL QUE SE CONOCE ACTUALMENTE, E CUANTO A SU FUNCIONAMIENTO Y COMPONENTES?**

Cuando iniciamos el método con un niño con autismo nos encontramos con varias problemáticas, entre ellas el trazo correcto de cada letra, además de las instrucciones, es por ello que decidimos agregar no solamente un apoyo visual (letra enmicada) sino también los puntos por los cuales debe de llegar y/o pasar para formar la letra, un ejemplo de ello es la letra E donde el alumno iniciaba del lado izquierdo de arriba abajo y ahí se quedaba sin seguir el siguiente trazo acto siguiente el maestro coloca tres puntos donde deberá terminar la primer línea, la segunda línea donde inicia y termina y la tercer línea donde termina.

Esto se realizó en varias de las letras en las que el alumno mostro dificultad una vez que logro comprender el seguimiento del trazo de la letra se elimina este tipo de apoyo visual, tanto los puntos como la tarjeta.

## **Conclusiones**

Es importante que los alumnos tengan diversos apoyos visuales y materiales adecuados a sus necesidades en este caso el autismo, aparte las indicaciones deben ser claras y precisas porque son la parte fundamental para que el alumno responda ante dichas instrucciones, se tiene que realizar un trabajo constante y en conjunto con los diferentes personajes involucrados en el proceso enseñanza- aprendizaje con este método de iniciarlo en la escritura. Este método puede ser muy favorable debido que es muy flexible para realizarle las adecuaciones necesarias y lograr el propósito que se tiene, no solo puedes ser aplicado en personas que presentan autismo, también con alguna otra discapacidad, condición o barrera para el aprendizaje.

## **REFERENCIAS**

Handwriting Without Tears, Jan Z. Olsen, OTR

8001Mac          Arthur          Blvd

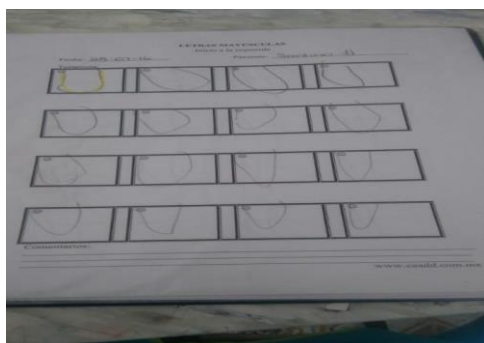
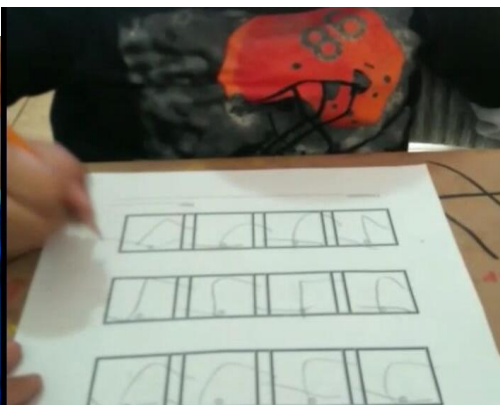
[www.hwtears.com](http://www.hwtears.com)

ANEXOS

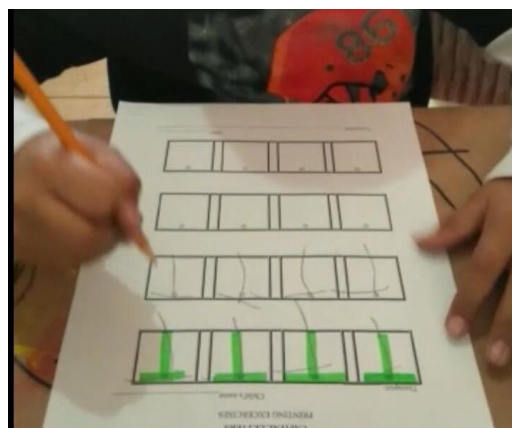
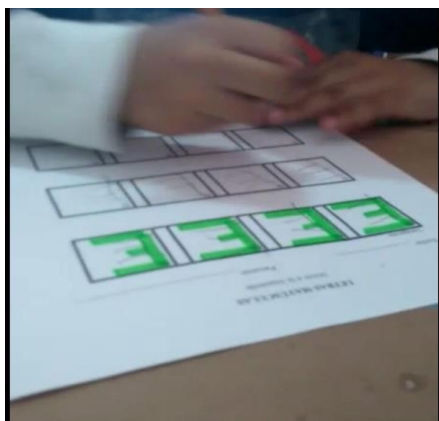
EJERCICIO LIB

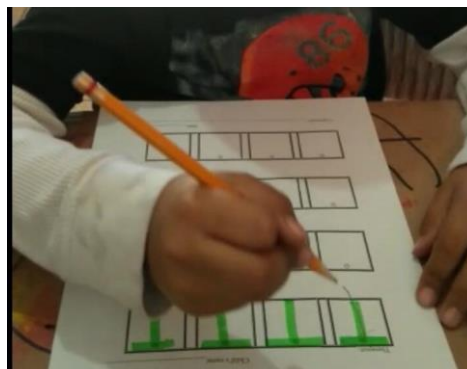
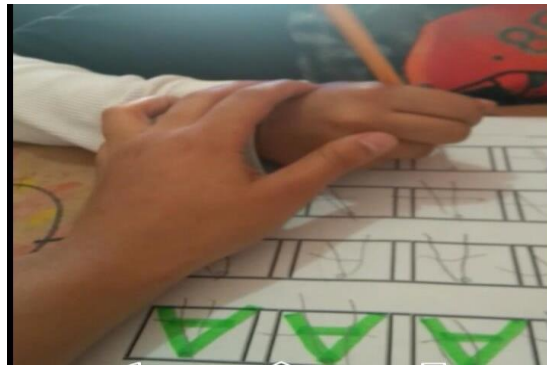
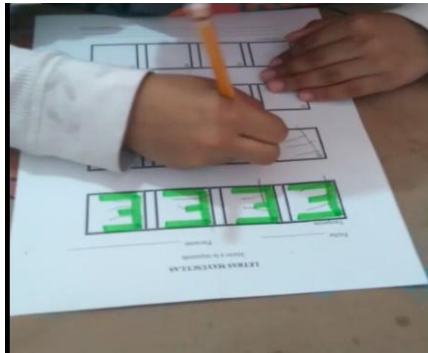


APLICACIÓN DE GRUPO DE LETRAS



GRUPO DE LETRAS :





## **IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS PSICOSOCIALES LABORALES EN TRABAJADORES EN UNA TIENDA DE AUTOSERVICIO, 2017**

Sánchez- Domínguez Tania Liset tani876a@gmail.com, Sánchez-López Alfonso Ramiro  
aramiro.sanchez@edu.uag.mx  
Universidad Autónoma de Guadalajara

### **Resumen**

A nivel empresarial en México se ha generado un interés por el mejoramiento de las condiciones de trabajo con el fin de evitar daño a la salud derivados del trabajo como lo son accidentes y enfermedades profesionales, es fundamental la identificación y evaluación de riesgos como un proceso en desarrollo de actividades continuas y variadas fundamentadas en evaluaciones de riesgos de bases científicas de validez nacional e internacional.

Durante mucho tiempo se han mostrado un avance en este sentido, en la actualidad la globalización ha permitido la identificación de nuevos riesgos que pueden afectar la salud de los trabajadores, me refiero a los riesgos psicosociales los cuales se presentan como situaciones que pueden dañar gravemente la salud de los trabajadores, la presente investigación abre la pauta en la empresa donde se desarrolló el estudio de generar intervenciones preventivas eficaces dirigidas a mejorar las condiciones de trabajo y las prácticas de gestión como causas de exposición psicosocial en el trabajo.

### **Descripción del problema**

Las condiciones de trabajo han mejorado en aspectos físicos de trabajo en horario de trabajo, sobreesfuerzo físico, ruido, temperaturas, seguridad y medio ambiente, en nuestro país México, estos esfuerzos plasmados en las leyes han disminuido la morbi-mortalidad y la siniestralidad en el trabajo. La salud laboral ha generado modificación en la problemática individual, social y empresarial; la globalización ha permitido la identificación de nuevos riesgos que pueden afectar la salud de los trabajadores generados por las condiciones de trabajo nos referimos a los riesgos psicosociales los cuales en la actual legislación mexicana son mencionados y se están realizando esfuerzos para generar leyes para la identificación y evaluación de los mismos, en la presente investigación nos apoyaremos en una metodología validez internacional para la evaluación de riesgos psicosociales en una tienda de autoservicio con el objetivo de obtener el grado académico Maestro en Salud Laboral.

### **Definición del problema**

Los riesgos psicosociales se pueden definir como situaciones laborales que tienen una alta probabilidad de dañar gravemente la salud de los trabajadores, física, social o mentalmente. Los riesgos psicosociales laborales son situaciones que afectan habitualmente de forma importante y grave la salud.

Características de los riesgos psicosociales:

- 1.- Afectan a los derechos fundamentales del trabajador
- 2.- Los riesgos psicosociales tienen efectos globales sobre la salud del trabajador.
- 3.- Afectan a la salud mental de los trabajadores.
- 4.- Tienen formas de cobertura legal.

Según Moncada S, Llorens C y Andrés R (2014) son reconocidos en seis grandes grupos:

- El exceso de exigencias psicológicas del trabajo: cuando hay que trabajar rápido de forma irregular, cuando el trabajo no permite expresar las opiniones, tomar decisiones difíciles y de forma rápida.
- La falta de control, influencia y desarrollo en el trabajo: cuando no tenemos margen de autonomía en la forma de realizar nuestras tareas, cuando el trabajo no da posibilidades para aplicar nuestras habilidades y conocimientos o carece de sentido, cuando no podemos adaptar el horario a las necesidades familiares o no podemos decidir cuándo se hace un descanso.

- La falta de apoyo social y de calidad de liderazgo: cuando hay que trabajar aislado, sin apoyo de los superiores o compañeros y compañeras, con las tareas mal definidas o sin la información adecuada y tiempo.
- Las escasas compensaciones del trabajo: cuando se falta al respeto, se provoca la inseguridad contractual, se dan cambios de puesto o servicio contra nuestra voluntad, se da un trato injusto e incluso violento o no se reconoce el trabajo.
- Doble jornada o doble presencia: el trabajo doméstico y familiar supone exigencias cotidianas que deben asumirse de forma simultánea a las del trabajo remunerado.
- Bajo capital social: cuando el trato es injusto o no hay confianza entre trabajadores y dirección.

Sus consecuencias pueden ser mentales graves, que alteren el equilibrio mental de la persona con afecciones claramente psicopatológicas o psiquiátricas.

A corto plazo, las exposiciones nocivas a los riesgos psicosociales se manifiestan a través de procesos conocidos como “estrés” (por ejemplo, apatía, tener dificultades para pensar de forma clara, no poder dormir bien, comer compulsivamente, abusar del alcohol, marearse).

La exposición laboral a factores psicosociales se ha relacionado muy especialmente con las enfermedades cardiovasculares (infarto), los trastornos de la salud mental (ansiedad, depresión) y el músculo esquelético (contracturas, dolores de espalda).

### Justificación

En necesidad de resolver y/o disminuir los riesgos de lesiones que se presentan en los trabajadores asignados para desempeñar sus actividades por puesto de trabajo en los diferentes departamentos de este autoservicio surge la investigación en la identificación y evaluación de riesgos psicosociales que pueden originar daños a la salud.

**Magnitud:** El aumento actual de los riesgos laborales psicosociales está asociado a los procesos de globalización, al aumento del sector servicios y a los cambios organizacionales. Los riesgos psicosociales son condiciones de trabajo derivadas de la organización del trabajo; que pueden perjudicar la salud de los trabajadores y trabajadoras. Son unos de los problemas de mayor repercusión en el campo laboral, que pueden originar ausentismo laboral por enfermedad, incidentes y/o accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Los daños a la salud que originan los riesgos psicosociales pueden estar presentes en todos los trabajadores sin ser identificados y evaluados para su atención inmediata preventiva o correctivamente.

**Trascendencia:** la exposición a los riesgos psicosociales se ha hecho más frecuente e intensa, haciendo conveniente y necesario su identificación, evaluación y control con el fin de evitar

sus riesgos asociados para la salud y la seguridad en el trabajo; esta investigación se pretende aumentar el trabajo seguro en un ambiente laboral sano libre de riesgos psicosociales.

**Vulnerabilidad:** el problema puede ser identificado y evaluado, para la generación de acciones a favor de la salud de los trabajadores de la empresa dentro del medio laboral en donde el trabajador interactúa con diferentes condiciones de trabajo.

Para prevenir los riesgos psicosociales hay que evaluar las condiciones de trabajo de la empresa, identificar y valorar si existen exposiciones nocivas para la salud, y así generar acciones preventivas controlarlas para evitar daños a la salud

**Factibilidad:** la investigación es factible por que se integrara con los recursos disponibles por la organización y por un cuestionario como herramienta con validez internacional disponible en línea y gratuita para la identificación y evaluación de riesgos psicosociales; en un censo iniciara la recolección de información a partir de la aplicación de cuestionario CoPsoQ-istas21 (versión 2) para la evaluación y la prevención de los riesgos psicosociales, en la totalidad de los trabajadores de la tienda de autoservicio ubicada en Bahía de Banderas, Nayarit.

**Viabilidad:** a nivel organización existe la responsabilidad por parte de los empleadores de llevar a cabo actividades de tipo preventivo y correctivo que se concreten en programas de salud ocupacional, en mejoramiento y bienestar de sus empleados. El compromiso permanente por mantener las condiciones apropiadas de seguridad y salud en todos fortalecerán los aspectos sociales y psicológicos de cada integrante de la empresa.

### Objetivo General

Identificar y evaluar los riesgos psicosociales laborales en trabajadores en una tienda de autoservicio en los departamentos que la integran.

### Objetivo(s) específico(s)

- Identificar los riesgos psicosociales en el departamento de administrativo en una tienda de autoservicio.
- Identificar los riesgos psicosociales en el departamento de producción en una tienda de autoservicio.
- Identificar los riesgos psicosociales en el departamento de operaciones en una tienda de autoservicio.
- Identificar los puestos de trabajo con más riesgos psicosociales para la salud de los trabajadores en una tienda de autoservicio.

- Evaluar los riesgos psicosociales en una tienda de autoservicio, 2017

### **Pregunta de investigación**

¿Cuál es el resultado de identificar y evaluar los riesgos psicosociales laborales en trabajadores en una tienda de autoservicio, 2017?

### **Delimitación de la investigación**

La presente investigación identificara y evaluara los riesgos psicosociales derivados de las condiciones de trabajo en una tienda de autoservicio, a nivel organizacional es factible por ser uno de los riesgos laborales que puede originar daños a la salud de los trabajadores, se presenta un interés como mejora en las condiciones de trabajo que favorecerá la salud de sus trabajadores está limitada al total del personal de la tienda de autoservicio que cumplan con los criterios de inclusión.

Para la investigación de este trabajo fue necesaria la autorización a nivel local y corporativo, respetando la confidencialidad de la empresa y la secrecía, por lo que en el presente nos limitaremos a llamarle tienda de autoservicio, con el objeto de crear una mejora para el personal que labora en ella, con fines de enseñanza, para obtener el grado académico de Maestro en Salud Laboral.

### **Desarrollo**

Marco Legal

#### **Legislación Laboral en México**

Es el conjunto de leyes y normas que regulan las actividades laborales dan orden y cumplimiento a los derechos y obligaciones del trabajador y su empleador.

En México la legislación laboral inicia con los derechos reconocidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, le continúa en orden de importancia y cumplimiento legal la Ley Federal del trabajo, ley general de Salud, Reglamento federal de seguridad y salud en el trabajo, ley del Seguro Social y Normas Oficiales Mexicanas.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

**“Toda persona tiene derecho a la protección de la salud”**



### **Ley Federal del Trabajo**

“Establece el equilibrio entre los factores de la producción y la justicia social, propicia el trabajo digno en todas las relaciones laborales el cual respeta la dignidad humana del trabajador, la no discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidad, condición social, condiciones de salud, religión, condición migratoria, opiniones, preferencias sexuales o estado civil”.

### **Ley General de Salud**

“El derecho a la protección a la salud tiene el objetivo el bienestar físico y mental de una persona, prolongación y mejoramiento de la calidad de vida, protección y mejoramiento de las condiciones de salud, actitudes solidarias y responsables de la población para la preservación, mejoramiento y restauración de la salud, cubrir las necesidades de la población oportunamente, el aprovechamiento y la utilización de los servicios de salud”.

Artículo 163.

### **Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.**

Establece las disposiciones en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo que deberán observarse en los Centros de Trabajo, a efecto de contar con las condiciones que permitan prevenir Riesgos y, de esta manera, garantizar a los trabajadores el derecho a desempeñar sus actividades en entornos que aseguren su vida y salud, con base en lo que señala la Ley Federal del Trabajo.

El Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, publicado en el Diario Oficial de la Federación de 13 de noviembre de 2014, artículo 43.

### **Ley del Seguro Social**

La seguridad social garantiza el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo.

Los patrones deben cooperar con el Instituto en la prevención de los riesgos de trabajo, en los términos siguientes:

- I. Facilitarle la realización de estudios e investigaciones;
- II. Proporcionarle datos e informes para la elaboración de estadísticas sobre riesgos de trabajo, y
- III. Colaborar en el ámbito de sus empresas a la adopción y difusión de las normas sobre prevención de riesgos de trabajo.



Norma Oficial Mexicana NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades.

Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-035-STPS-2016, Factores de Riesgo Psicosocial Identificación y Prevención.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social elaboró el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-035-STPS-2016, Factores de riesgo psicosocial-Identificación y prevención, por medio del que se establecen disposiciones que deberán adoptarse en los centros de trabajo, a efecto de identificar y prevenir los factores de riesgo psicosocial, así como para promover un entorno organizacional favorable en los centros de trabajo. Fue Publicado este proyecto de norma en el diario Oficial de la federación el 26 de octubre 2016, actualmente se encuentra en espera de su inicio en vigor con la respectiva aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. El objetivo del presente proyecto de norma establecer las funciones y actividades que deberán realizar los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo para prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

### **Marco Teórico**

La evaluación de riesgos en las empresas es un medio para controlar los riesgos y evitar daños a la salud derivados del trabajo. El patrón es el responsable de garantizar la seguridad y salud de los trabajadores de su empresa.

En el reglamento federal de seguridad y salud en el trabajo del 2014, habla de los aspectos relacionados con la prevención de Accidentes y Enfermedades de Trabajo, y que están referidos en otros ordenamientos a materias tales como: seguridad e higiene; seguridad e higiene industrial; seguridad y salud; seguridad, salud y medio ambiente de trabajo; seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo.

Los trabajadores que en el ejercicio y con motivo de su ocupación están expuestos a Condiciones Inseguras o Peligrosas o a Contaminantes del Ambiente Laboral pueden ser susceptibles a presentar riesgos a la salud, y estas pueden generar:

- Riesgos de trabajo: son los accidentes y enfermedades que están expuestos los trabajadores en el ejercicio o con motivo de trabajo.
- Accidentes de trabajo: toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte producida repentinamente en el ejercicio, o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo que se presente.
- Enfermedades del trabajo: estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

La Ley Federal del Trabajo 2015 en México nos hace mención de los riesgos de trabajo pueden producir:

1. Incapacidad temporal: pérdidas de las facultades o aptitudes que imposibiliten parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo.
2. Incapacidad permanente parcial: es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar.
3. Incapacidad permanente total: pérdida de facultades o aptitudes de una persona que imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida.
4. Muerte del trabajador.

Cuando hablamos de identificar riesgos en la presente investigación nos referimos al análisis de la tarea realizada por el trabajador y los peligros en la tarea que realiza.

En el contexto de la investigación una Tienda de autoservicio es aquella en donde es posible encontrar productos perecederos tales como frutas, verduras, congelados, además de otras líneas de productos. Comúnmente se conoce como supermercado en México.

La primera tienda de autoservicio abrió en agosto de 1930 en Jamaica, estado de Nueva York, Estados Unidos. Desde su creación, los supermercados fueron creados a partir de un principio diferente al de los comercios minoristas, según el cual se establece el autoservicio de parte de los clientes, los departamentos están separados para líneas completas de alimentos y productos no alimenticios, se manejan grandes volúmenes de artículos y, en ocasiones, precios rebajados para productos específicos. (Por Pilar López, 2013)

El surgimiento de éstos fue posible gracias a algunos avances tecnológicos, tales como la aparición del automóvil y del refrigerador, que hicieron atractiva y rentable su creación. Por un lado, el automóvil hizo posible que los consumidores se desplazaran mayores distancias para acceder a los supermercados y compraran una mayor cantidad de artículos que podían ser transportados gracias a éste. Antes, los individuos se desplazaban unas cuantas calles para visitar las tiendas cercanas a sus domicilios y comprar los artículos que requerían, acción que se repetía frecuentemente a lo largo de los días, puesto que sin un auto para transportar los productos era complejo comprar mucho. Por otro lado, el refrigerador, hizo posible almacenar los productos sin que se descompusieran, por lo que comprar una mayor cantidad de bienes inclusive perecederos era rentable y evitaba tener que visitar las tiendas de conveniencia o especializadas continuamente. (López, P. 2013)

Para el caso específico de México, el primer supermercado abrió sus puertas al público en 1958. La entrada en escena de los supermercados, al igual que lo que ocurrió en otros países,

significó una profunda transformación en la venta de este tipo de artículos, los cuales en nuestro país se comercializaban a través de mercados públicos, tianguis (o mercados sobre ruedas), tiendas de conveniencia y tiendas especializadas. En ese momento, empezaron a establecerse en el país unas cuantas cadenas comerciales cuya presencia era notoria sobre todo en las grandes ciudades y en particular en los barrios de clase media y alta, por lo que, durante esos primeros años, se podía decir que satisfacían únicamente las necesidades de la población que habitaba en las áreas mencionadas. (López, P.2013)

Debido a las diferencias que hay entre las distintas tiendas de autoservicio, la Asociación Nacional de Tiendas de Autoservicio y Departamentales (ANTAD), las clasifica según el tamaño del inmueble donde se ubican, las líneas de mercancías que venden y los servicios adicionales que ofrecen al consumidor.

Según Laura Fischer y Jorge Espejo, las clasificaciones de productos trascendentes en la formulación de estrategias sector económico, son las siguientes:

- Productos de consumo popular: Son productos fabricados y destinados a consumidores finales sin la necesidad de un proceso industrial adicional. Se encuentran en lugares accesibles al público en general y se compran regularmente para satisfacer una necesidad; son productos destinados al mercado masivo. (Mc Graw Hill, J.)
- Productos gancho: Estos productos no reditúan una ganancia considerable a la empresa, pero sirven para vender otros o para dar una imagen al consumidor de que la empresa cuenta con todo lo necesario.
- Productos de impulso: Fungen como base para dar a conocer otros productos de reciente creación y características similares; en ocasiones se hacen modificaciones a su diseño antes de su decadencia.
- Productos de alta rotación: Son los que se producen en gran cantidad, rápidamente y para una temporada corta (por ejemplo, esferas navideñas, trajes de baño, tiendas de campaña, impermeables, etcétera). (Jorge, Mc Graw Hill)
- Productos de media y baja rotación: éstos no tienen una producción masiva. La producción es baja o intermedia de acuerdo con el pedido de cada una de las empresas. Entre otros, pueden citarse mosaicos, materiales eléctricos, estambres y tornillos. (Jorge, Mc Graw Hill)
- Productos de temporada: Son aquellos que se producen como respuesta a la demanda en las diferentes épocas del año (por ejemplo, juguetes, útiles escolares, etcétera)., Mc Graw Hill, J.)
- Productos importados: Son productos elaborados en el extranjero, cuyo precio a veces es muy alto.

La tienda de autoservicio en la cual se realizó la investigación se funda sobre sólidos valores éticos que le han permitido un crecimiento sustentable desde la creación de su primera tienda de autoservicio en 1970. Por tal motivo, es fundamental definir con claridad los principios de conducta que. Espera ver reflejados en todos sus colaboradores, con estricto apego a la misión, visión y valores que la Empresa persigue. El presente Código de Ética establece el comportamiento que se debe seguir basado en la filosofía del Grupo, así como en las normas éticas y morales. Así mismo, se espera la aplicación del buen juicio para aquellas situaciones que no se encuentren definidas en este Código de Ética.

En nuestra tienda de autoservicio encontramos una división en 3 secciones: operaciones, comercial y administrativo; cada una con sus secciones para la disposición de los productos al cliente en donde encontramos:

- Productos de gran consumo
- Mercancía general
- Alimentos
- Perecederos
- Ropa
- Electrónica

## **Metodología**

### Diseño del estudio

Este es un estudio Observacional, Descriptivo y Transversal.

### Universo de trabajo

Para la presente investigación la población está constituida por los trabajadores de una Tienda de Autoservicio obtenida la información en un censo de 120 trabajadores que integran la totalidad del personal de la tienda de autoservicio ubicada en Bahía de Banderas, Nayarit, México, 2017.

Según arias (2006), “La población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las condiciones de la investigación. Esta queda limitada por el problema y por los objetivos del estudio”.

### Criterios de Inclusión y Exclusión

#### Criterios de inclusión:

- Laborar al servicio de la empresa
- Contestar el instrumento (Cuestionario CoPsoQ-istas21 versión 2)
- Mantener el anonimato en el instrumento (Cuestionario CoPsoQ-istas21 versión 2)

- Confidencialidad de la información.
- Carácter Individual

#### Criterios de Exclusión

- No mantener el anonimato del instrumento (Cuestionario CoPsoQ-istas21 versión 2)
- No mantener la confidencialidad del instrumento (Cuestionario CoPsoQ-istas21 versión 2)

#### Criterios de Eliminación

- No contestar el cuestionario (Cuestionario CoPsoQ-istas21 versión 2)

Se integraron en el análisis variable socio demográficas como edad, sexo y antigüedad laboral, así como las variables relativas a los factores psicosociales del trabajo.

### **Instrumento de investigación**

Para la presente investigación se realizó en un censo en el total la población de estudio de 120 trabajadores de una tienda de autoservicio en Bahía de Banderas, Nayarit. Utilizando como material la aplicación del instrumento cuestionario Psicosocial de Copenhagen ISTAS 21 (CoPsoQ-istas21 versión 2) para la evaluación y la prevención de los riesgos psicosociales en empresas con 25 o más trabajadores y trabajadoras; por el Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud; Barcelona, España 2014.

El método CoPsoQ-istas21 es de evaluación orientado a la prevención integrada por un cuestionario para la identificación, localización y valoración de los riesgos psicosociales. Es un método cuantitativo. El método COPSQ es un instrumento con validez internacional para la investigación, la Evaluación y la prevención de los riesgos psicosociales que tiene su origen en Dinamarca. El que se fundamenta en los Modelo Demanda-Control y Apoyo de Karasek&Theorell y Desbalance Esfuerzo-Recompensa de Siegrist, ambos modelos teóricos con amplia evidencia en materia de salud laboral.

La metodología CoPsoQ-istas21 fundamenta en un proceso de intervención participativo formalizado y pautado paso a paso, basado en la lógica preventiva, la investigación y la normativa de prevención de riesgos laborales y en la experiencia de acción en las empresas.

La versión 2 del cuestionario de CoPsoQ-istas21 consta de 109 preguntas cortas sobre las condiciones de empleo y trabajo (25 preguntas), la exposición a factores psicosociales (69 preguntas) y la salud y bienestar personal (15 preguntas).

Facilita la comprensión de la información cuantitativa producida a través del análisis estandarizado y que se interpreta teniendo en cuenta la forma y las circunstancias específicas del cómo y el cuándo se obtuvo, y teniendo en cuenta el conocimiento derivado de la

experiencia de los agentes sociales en la empresa, constituyendo un eficaz complemento a los criterios de fiabilidad y validez, y aumentando la credibilidad y la confianza en los resultados.

Es una metodología de utilización pública y gratuita. Anexo Núm. 1 Cuestionario CoPsoQ-istas21 Version2.

Fue necesaria la firma del acuerdo para la realización de la evaluación de riesgos psicosociales y la planificación de la actividad preventiva, utilizando el método COPSOQ-ISTAS21, se ha realizado en Bahía de Banderas Nayarit 3 de febrero 2017.

#### **Dicho acuerdo contempla:**

- La creación del grupo de trabajo (GT) que está compuesto por representantes de los trabajadores y trabajadoras, y representantes de la dirección es: confidencial en calidad de representante de los trabajadores.
- Realizar la evaluación en el conjunto de la empresa.

Para la adaptación del cuestionario se creo un grupo de trabajo, formado por los representantes de la dirección de la empresa y los representantes de los trabajadores entre 03/02/2017 y 24/02/2017.

Una vez tomadas todas las decisiones respecto a la adaptación del cuestionario y a los mecanismos de su distribución, respuesta y recogida, el cuestionario fue configurado y generado por el personal técnico de la investigación.

El cuestionario puede verse en el Anexo I de esta investigación.

#### **Descripción de técnicas de recabar datos**

El trabajo de campo se ha iniciado en fecha 15/03/2017 y ha terminado en fecha 15/03/2017.

- El Grupo de Trabajo ha informado a la plantilla mediante Circulares.
- El Grupo de trabajo ha realizado la distribución del cuestionario.
- La respuesta del cuestionario se ha realizado En el puesto de trabajo.
- El Grupo de trabajo ha realizado la recogida de los cuestionarios mediante Urna.

## **Informe preliminar para la evaluación de riesgos psicosociales**

La informatización de datos ha sido realizada por Tania Sánchez Domínguez, se ha iniciado en fecha 25/04/2017 y finalizado en fecha 09/05/2017. El Informe preliminar se ha generado en fecha 09/05/2017.

Los resultados se presentarán de acuerdo al análisis concentrado en tres aspectos del instrumento:

1. Tasa de respuesta: refleja el porcentaje de trabajadores y trabajadoras que han respondido el cuestionario. Se incluye el porcentaje de respuesta global, por puesto de trabajo, sexo y departamento y permite determinar el alcance real de la evaluación.
2. Condiciones de trabajo: se detallan algunas condiciones de trabajo de la plantilla evaluada:
  - Características socio-demográficas: Sexo y edad.
  - Puestos de trabajo y Departamentos/secciones, agrupados según los criterios que ha establecido el grupo de trabajo.
  - Diseño de la tarea: Movilidad funcional y participación directa consultiva.
  - Contratación: Tipo de relación laboral y antigüedad en la empresa.
  - Jornada: Número de horas trabajadas por semana, horario, adaptabilidad de la jornada, trabajo en sábado y domingos, exigencias empresariales de disponibilidad, trabajo doméstico-familiar.
  - Suficiencia de recursos (plantilla, planificación, tecnología)
  - Salario: cuantía, composición del salario y correspondencia trabajo salario.
  - Trayectoria profesional: Promoción en la empresa.
3. Prevalencia de la exposición: es un resumen de la situación en la empresa. Generando una idea de qué puestos de trabajo, departamento o secciones y sexo son los que se encuentran en una situación peor de exposición y cuáles en una situación más favorable

## **Diseño Técnico y metodológico para la obtención y análisis de la información.**

El análisis de esta información en el grupo de trabajo, siguiendo la metodología propuesta en este informe y el manual del CoPsoQ-istas21, permitirá identificar el origen de los riesgos

psicosociales y las medidas preventivas necesarias para eliminarlos o reducirlos, interviniendo sobre la organización del trabajo.

## Resultados

Los resultados de la aplicación del CoPsoQ-istas21 en la Tienda de Autoservicio deben ser considerados como oportunidades para la identificación de aspectos a mejorar de la organización del trabajo.

La tasa de respuesta de la investigación en la Tienda de Autoservicio ha sido del 100,0% (contestaron 120 trabajadores/as de los 120 a los que se les suministró el cuestionario).

Las condiciones de trabajo reflejan una población 120 trabajadores de los cuales en las características socio demográficas encontramos una distribución por sexo de 53 Mujeres (44.2%) y 67 Hombres (55.8%) integrando el total de la población. En edad el 52.5 % de la población son menores de 31 años (63 trabajadores), el 32.5 % se encuentran entre 31 y 45 años (39 trabajadores) y el 15 % tiene más de 45 años (18 trabajadores), encontrando así una población en donde su grupo de edad de mayor prevalencia es menor de 31 años.

El puesto de trabajo con mayor número de personal es el Colaborador de tienda con 64 trabajadores (53.3%).

En la distribución por departamento encontramos un 63.3 % Departamento Operaciones con 76 trabajadores, continuando en orden de frecuencia producción con 26.7 % con 32 trabajadores y el departamento administrativo con 10 % con 12 trabajadores.

La relación laboral muestra resultados favorables 107 trabajadores cuentan con un contrato fijo indefinido (89.2 %), 7 trabajadores cuentan con un contrato por obra o servicio (5.8%) y 6 trabajadores tienen un contrato temporal formativo.

El resultado por antigüedad muestra una antigüedad menor de 30 días (5%), 32 trabajadores entre 1 mes y hasta 6 meses (26.7%), 76 trabajadores con más de 6 meses y hasta 2 años (63.3%) con mayor prevalencia este grupo de antigüedad.

Según la jornada de trabajo encontramos que 63 trabajadores presentan una jornada laboral a la semana de 36 a 40 horas (52.5%) y la jornada de 53 trabajadores es de 41 a 45 horas a la semana con un 44.2% del total de la plantilla.

Se evaluaron 20 dimensiones psicosociales en la tienda de autoservicio. Aparecen ordenadas en función de la prevalencia de la exposición en la situación más desfavorable para la salud, es decir, primero se presentan las dimensiones que tienen un porcentaje más elevado de trabajadores.



**Inseguridad sobre las condiciones de trabajo**

Prevalencia de la exposición. Un 100% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 0% a la intermedia y un 0% a la más favorable para la salud respecto a la Inseguridad sobre las condiciones de trabajo.

**Ritmo de trabajo:**

Prevalencia de la exposición. Un 99,2% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 0,8% a la intermedia y un 0% a la más favorable para la salud respecto al Ritmo de trabajo.

**Apoyo social de compañeros**

Prevalencia de la exposición. Un 88,3% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 10,8% a la intermedia y un 0,8% a la más favorable para la salud respecto al Apoyo social de compañeros.

**Exigencias cuantitativas**

Prevalencia de la exposición. Un 81,7% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 15,8% a la intermedia y un 2,5% a la más favorable para la salud respecto a las Exigencias cuantitativas.

**Doble presencia**

Prevalencia de la exposición. Un 75% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 21,7% a la intermedia y un 3,3% a la más favorable para la salud respecto a la Doble presencia.

**Sentimiento de grupo**

Prevalencia de la exposición. Un 60,8% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 32,5% a la intermedia y un 6,7% a la más favorable para la salud respecto al Sentimiento de grupo.

**Inseguridad sobre el empleo**

Prevalencia de la exposición. Un 52,5% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 37,5% a la intermedia y un 10% a la más favorable para la salud respecto a la Inseguridad sobre el empleo.

**Exigencias emocionales**

Prevalencia de la exposición. Un 47,5% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 41,7% a la intermedia y un 10,8% a la más favorable para la salud respecto a las Exigencias emocionales

### **Previsibilidad**

Prevalencia de la exposición. Un 37,5% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 51,7% a la intermedia y un 10,8% a la más favorable para la salud respecto a la Previsibilidad.

### **Sentido del trabajo**

Prevalencia de la exposición. Un 36,7% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 40% a la intermedia y un 23,3% a la más favorable para la salud respecto al Sentido del trabajo.

### **Exigencias de esconder emociones**

Prevalencia de la exposición. Un 33,3% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 49,2% a la intermedia y un 17,5% a la más favorable para la salud respecto a las Exigencias de esconder emociones.

### **Apoyo social de superiores**

Prevalencia de la exposición. Un 31,7% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 67,5% a la intermedia y un 0,8% a la más favorable para la salud respecto al Apoyo social de superiores.

### **Calidad de liderazgo**

Prevalencia de la exposición. Un 21,7% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 64,2% a la intermedia y un 14,2% a la más favorable para la salud respecto a la Calidad de liderazgo.

### **Claridad de rol**

Prevalencia de la exposición. Un 20% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 60% a la intermedia y un 20% a la más favorable para la salud respecto a la Claridad de rol.

### **Conflicto de rol**

Prevalencia de la exposición. Un 20% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 45% a la intermedia y un 35% a la más favorable para la salud respecto al Conflicto de rol.

### **Influencia**

Prevalencia de la exposición. Un 15,8% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 68,3% a la intermedia y un 15,8% a la más favorable para la salud respecto a la Influencia.

### **Posibilidades de desarrollo**

Prevalencia de la exposición. Un 10% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 56,7% a la intermedia y un 33,3% a la más favorable para la salud respecto a las Posibilidades de desarrollo.

### **Reconocimiento**

Prevalencia de la exposición. Un 0,8% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 6,7% a la intermedia y un 92,5% a la más favorable para la salud respecto al Reconocimiento.

### **Confianza vertical**

Prevalencia de la exposición. Un 0% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 0% a la intermedia y un 100% a la más favorable para la salud respecto a la Confianza vertical.

### **Justicia**

Prevalencia de la exposición. Un 0% de trabajadores/as de la Tienda de Autoservicio está expuesto a la situación más desfavorable, un 5,8% a la intermedia y un 94,2% a la más favorable para la salud respecto a la Justicia.

Identificados y evaluados los riesgos psicosociales con la metodología elegida en esta investigación se procede a la valoración de las oportunidades de aspectos a mejorar de la organización del trabajo.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

La preocupación por el futuro en relación a los cambios no deseados de condiciones de trabajo se presentó con mayor prevalencia como situación desfavorable para la salud en inseguridad sobre las condiciones de trabajo en esta investigación su origen puede deberse a la asignación de la jornada laboral, tareas o la posibilidad de cambios en el servicio, un elemento a considerar en esta dimensión psicosocial inseguridad sobre el empleo es que puede vivirse en forma distinta según la situación social y el entorno familiar de cada trabajador o trabajadora.

El ritmo de trabajo como exigencia psicológica en intensidad de trabajo se relaciona con las exigencias cuantitativas derivadas de la cantidad de trabajo su origen puede ser el mismo en relación a la falta de personal, mala planificación de tiempos, estructura salario, procesos de trabajo, entre otros que generan exigencias cuantitativas con una jornada laboral larga.

El apoyo social de compañeros se presenta como situación desfavorable para la salud, el origen puede deberse a la falta de apoyo entre compañeros y la falta de formación de quipos de trabajo que faciliten el desarrollo de sus actividades. Por último, el riesgo psicosocial Doble presencia se presenta en relación simultanea del ámbito laboral y domestico familiar, este riesgo psicosocial se presenta debido a las exigencias sincrónicas de estos ámbitos, puede vivirse de forma individual según el estado personal, familiar y laboral del trabajador. En menor prevalencia de exposición encontramos riesgos psicosociales sentimiento de grupo, inseguridad en el empleo, exigencias emocionales, previsibilidad, sentido de trabajo, exigencias de esconder emociones, apoyó social de superiores, calidad de liderazgo, claridad de rol, conflicto de rol, influencia y posibilidad de desarrollo. Por otra parte, en la evaluación se identificó 3 dimensiones favorables para la salud de los trabajadores como lo es el reconocimiento a su trabajo el cual es valorado, respetado con trato justo en la tienda de autoservicio; en el primer lugar de dimensiones favorables encontramos la confianza vertical y la justicia, las cuales reconocen la expresión de opinión, confianza de un trato justo, la razón y la ética de sus fundamentos. Identificados y evaluados los riesgos psicosociales en la tienda de autoservicio podemos concluir con el resultado de generar y proponer mejoras en las condiciones de trabajo en la organización, con recomendaciones y acciones preventivas y correctivas para disminuir los riesgos psicosociales que pueden afectar la salud de los trabajadores y así evaluar periódicamente según las situaciones desfavorables hasta lograr resultados favorables en las condiciones de trabajo.

Para generar impacto en las recomendaciones de esta investigación se necesita la participación de los trabajadores y responsables de dirección o responsables de los procesos u operaciones de la tienda de autoservicio, sin participación, el método se vuelve incompleto y las medidas preventivas propuestas pueden ser inadecuadas o inaplicables. Por tanto, en el proceso continuo y dinámico en acuerdo con los trabajadores y los directivos, con información necesaria y medidas preventivas recomendadas serán más eficaces dirigidas a mejorar las condiciones de trabajo y las prácticas de gestión que son el origen causal de las exposiciones psicosociales en la tienda de autoservicio.

A continuación, se proponen recomendaciones para esta investigación:

Jornadas de trabajo compatibles con la vida familiar y social: generar horarios compatibles con las exigencias adaptando los tiempos de trabajo mediante bolsas de trabajo con disponibilidad de horario del trabajador, proporcionar la formación de un sindicato de trabajadores participativo a sus derechos.

Ritmos de trabajo y plantillas razonables incrementar el número de la plantilla en base para la operación adecuada sin sobre carga laboral.

Plantear procedimientos de apoyo en la realización del trabajo de superiores y compañeros.

Garantizar la equidad, el trato justo y el respeto como personas y profesionales, estableciendo los procedimientos concretos para su puesta en práctica y los mecanismos de control de su cumplimiento.

Reducir la inseguridad sobre el futuro (manteniendo la relación laboral estable frente a la precarización y la mercantilización, codecisión y compensaciones sobre cambios no deseados relativos a tareas, jornada, salario...).

Consolidar las mejoras de condiciones de trabajo conseguidas mediante la prevención psicosocial en el ámbito de la negociación colectiva, trasladando a ésta la visión transversal de la salud laboral, incorporando la mirada y las propuestas de prevención psicosocial a las cuestiones clave de los convenios colectivos.

## Referencias

- Agudo del Solar, F. J. (2016). *Evaluación de riesgos psicosociales en el personal docente de la Universidad de Granada*.
- Artazcoz, L., & Molinero, E. (2004). *Evaluación de los factores de riesgo psicosocial combinando metodología cuantitativa y cualitativa*. *ArchPrev Riesgos Labor*, 7(4), 134-142.
- Benavides, F. G., Gimeno, D., Benach, J., Martínez, J. M., Jarque, S., Berra, A., & Devesa, J. (2002). *Descripción de los factores de riesgo psicosocial en cuatro empresas*. *Gaceta sanitaria*, 16(3), 222-229.
- Brocal Fernández, F. (2014). *Metodología para la identificación de riesgos laborales nuevos y emergentes en los procesos avanzados de fabricación industrial*.
- Charria, O., Víctor, H., Sarsosa, P., Kewy, V., & Arenas, O. (2011). *Factores de riesgo psicosocial laboral: métodos e instrumentos de evaluación*. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 29(4).
- Contreras, F., Juárez, F., Barbosa, D., & Uribe, A. F. (2010). Estilos de liderazgo, riesgo psicosocial y clima organizacional en un grupo de empresas colombianas. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 18(2), 7-17.

- Escobar, M. P. O. (2011). El trabajo y los factores de riesgo psicosociales: Qué son y cómo se evalúan. *Revista CES Salud Pública*, 2(1), 74.
- Gallego Martínez, L. (2017). Factores psicosociales en el ámbito laboral.
- García Rubiano, M., Rubio, P. A., & Bravo, L. (2007). Relación entre los factores de riesgo psicosocial y la resistencia al cambio organizacional en personal de seguridad de una empresa del sector económico terciario. *Diversitas: perspectivas en psicología*, 3(2), 301-315.
- Gil-Monte, P. R. (2012). Riesgos psicosociales en el trabajo y salud ocupacional. *Revista peruana de Medicina Experimental y Salud pública*, 29(2), 237-241.
- Gil-Monte, P. R., & Moreno-Jiménez, B. (2005). El síndrome de quemarse por el trabajo (burnout). *Una enfermedad laboral en la sociedad del bienestar. Madrid: Pirámide*, 36-37.
- Gimeno, D., Marko, D., & Martínez, J. M. (2003). Relación entre los factores de riesgo psicosociales laborales y la ausencia por razones de salud: motivos laborales y no laborales en España. *Archivos prevención riesgos laborales*, 6(3), 139-145.
- Gutiérrez Quincha, A. G. (2016). *Los riesgos psicosociales en el rendimiento laboral de los trabajadores de la empresa Prosergraf del canton Mejía de la provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Carrera de Psicología Industrial).
- [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5458430&fecha=26/10/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5458430&fecha=26/10/2016)
- Jiménez, B. M. (2011). MEDICINA y SEGURIDAD del trabajo. *Med Segur Trab (Internet)*, 57(Suplemento 1), 1-262.
- Jiménez, B. M., & León, C. B. (2010). Factores y riesgos psicosociales, formas, consecuencias, medidas y buenas prácticas. *Universidad Autónoma de Madrid*.
- Lecca, E. R., Guevara, L. R., & Boza, O. C. (2013). Riesgos psicosociales. *Industrial Data*, 16(1), 70-79.
- Londoño, N. H., Marín, C. A., Juárez, F., Palacio, J., Muñiz, O., Escobar, B., & Ochoa, N. L. (2010). Factores de riesgo psicosociales y ambientales asociados a trastornos mentales. *Suma psicológica*, 17(1), 59-68.
- Moncada S, Llorens C y Andrés R (Centro de Referencia en Organización del Trabajo y Salud-ISTAS), Moreno N (CCOO de Catalunya) y Molinero E (Departament d'Empresa i Ocupació, Generalitat de Catalunya) Manual del método CoPsoQ-istas21 (versión 2) para la evaluación y la prevención de los riesgos psicosociales en empresas con 25 o más trabajadores y trabajadoras VERSIÓN MEDIA Barcelona: Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud; 2014.

- Moreno Jiménez, B. (2011). Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. *Medicina y Seguridad del trabajo*, 57, 4-19.
- Moreno-Jiménez, B. (2000). Olvido y recuperación de los factores psicosociales en la salud laboral. *Archivos de Prevención de Riesgos laborales*, 3(1), 3-4.
- Naranjo, D. L. D. (2011). Estrés laboral y sus factores de riesgo psicosocial. *Revista CES Salud Pública*, 2(1), 80.
- OIT Riesgos emergentes y nuevos modelos de prevención. Ginebra: OIT; 2010
- Orbegozo-Larrión, A. (2014). Evaluación de Riesgos Psicosociales en la empresa RESTORBE restauración SA.
- OSHA (2010) European Agency for Safety and Health at Work. EUROPEAN RISK OBSERVATORY REPORT. European Survey of Enterprises on New and Emerging Risk; 2010
- OSHA European Agency for Safety and Health at Work. EUROPEAN RISK OBSERVATORY REPORT. Expert Forecast on emerging Psychosocial risks related to occupational safety and health; 2007
- Ospina, E. F., Tenjo, A. M., & Rodríguez, M. A. F. U. (2009). Identificación de factores psicosociales de riesgo en una empresa de producción. *Diversitas*, 5(1).
- Palomo-Vélez, G., Carrasco, J., Bastías, Á., Méndez, M. D., & Jiménez, A. (2015). Factores de riesgo psicosocial y satisfacción laboral en trabajadoras estacionales de Chile.
- Piedrahita, H. (2004). Evidencias epidemiológicas entre factores de riesgo en el trabajo y los desórdenes músculo-esqueléticos. *Revista MAPFRE Medicina*, 15(3), 212-221.
- RattoDattoli, A., García Pérez, R. C., Silva, M. I., & González, M. D. C. (2015). El síndrome de quemarse por el trabajo y factores psicosociales en docentes de primaria de la ciudad de Montevideo. *Ciencias Psicológicas*, 9(2), 273-281.
- Rodríguez, M. (2009). Factores psicosociales de riesgo laboral: ¿nuevos tiempos, nuevos riesgos? *Observatorio laboral revista venezolana*, 2(3), 127-141.
- Villalobos, G. (2004). Vigilancia epidemiológica de los factores psicosociales. Aproximación conceptual y valorativa. *Ciencia & Trabajo*, 6(14), 197-201.



## **PREVALENCIA DE LESIONES MUSCULO ESQUELÉTICOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS DE AGUASCALIENTES ENERO A DICIEMBRE DE 2016**

Collazo-Gómez Nadia Yaneth, consultoriasaludlaboral@gmail.com Tello-Esparza Adolfo  
aramiro.sanchez@edu.uag.mx Velázquez De la Torre Jorge jorgevelazquezt@edu.uag.mx;  
Universidad Autónoma de Guadalajara

**Resumen.** Las Lesiones Músculo Esqueléticos (ME) representan la primera causa de incapacidad relacionada con los Accidentes de Trabajo (AT). En 2015 en nuestro país las áreas anatómicas más afectadas por accidente de trabajo fueron mano y muñeca (27%). Representan costos muy altos para las empresas por pagos de prima de riesgo y ausentismo laboral. Las lesiones ME son el resultado de trauma súbito o acumulado por movimientos repetitivos y posturas forzadas. **Objetivo.** Identificar la frecuencia de las Lesiones Musculo Esqueléticas en trabajadores de una empresa de alimentos. **Metodología.** Estudio observacional, descriptivo, transversal, realizado de enero a diciembre del 2016 en una empresa de alimentos. La información se recabó mediante el formato de riesgos de trabajo ST-7, los registros diarios de lesiones sufridas por los trabajadores que acudieron al servicio médico de la empresa en los tres turnos. Se describió la frecuencia, localización, y mecanismo de las lesiones. Los resultados se expresaron como frecuencia, medias y promedios. Se consideraron casos de estudio a los accidentes de trabajo dictaminados por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). **Resultados.** La empresa de alimentos cuenta con 338 empleados, 301 (89%) hombres y 31 (11%) mujeres. El rango de edad oscila entre los 20 y 45 años, con una media de 27.93. El total de accidentes de trabajo dictaminados por el IMSS fue de 28 casos de los cuales 18 (64.7%) casos afectaron a extremidades superiores, 7 (25%) casos a extremidades inferiores, 3 (10.71%) casos a cabeza y cuello. 19 casos (67%) de los accidentes ocurrieron en hombres, 9 casos (32%) ocurrieron en mujeres. **Conclusiones.** Nuestros resultados son similares a los reportados en la literatura Nacional, los accidentes de trabajo más prevalentes afectan al complejo-mano-muñeca-dedos, el sexo masculino es el más afectado.

**Palabras clave:** Accidentes de trabajo, Lesiones, Mano, Muñeca.

### **Introducción**

Las Lesiones Músculo Esqueléticos (ME) representan la primera causa de incapacidad relacionada con los Accidentes de Trabajo (AT) y las condiciones de trabajo. En 2015, las lesiones más frecuentes en México por accidente de trabajo fueron: mano y muñeca (27%). Encabezan la lista de las enfermedades más comunes asociadas al trabajo en países



desarrollados. Las lesiones ME pueden ser el resultado de trauma súbito o acumulado por movimientos repetitivos y posturas forzadas.

En una empresa del giro de alimentos en Aguascalientes, no tenemos registro de la prevalencia y la distribución anatómica de las lesiones músculo esqueléticas que ocurren en los trabajadores, derivado de ello surge nuestro interés de realizar este estudio para conocer la prevalencia de lesiones músculo esqueléticas, la gravedad, el desenlace, comparar la tasa de prevalencia con la media nacional y de esta forma dirigir las estrategias de intervención para prevenir accidentes de trabajo.

En México los accidentes de trabajo más frecuentes por región anatómica durante el 2015 fueron: mano y muñeca (27%), tobillo y pie (14%), cabeza y cuello 12.5%, extremidad inferior (11.3%), extremidad superior (10.2%), abdomen, región lumbosacra, columna lumbar y pelvis (8%), lesiones múltiples (2.9%), tórax (2.1%), ojo (1.9%). El total de accidentes de trabajo durante el 2015 fue de 425,063, de los cuales 296,487 ocurrieron en personas del sexo masculino (69.8%) y 128,576 en mujeres (30.2%). (IMSS, 2015)

Desórdenes Músculo Esqueléticos Relacionados con el Trabajo (DMERT) son algunas de las enfermedades más comunes asociadas al trabajo en países desarrollados (Byung-Chan PARK, 2010). Los DMERT son el resultado de trauma acumulado por movimientos repetitivos y posturas forzadas.

Algunos factores asociados al desarrollo y agravamiento de los desórdenes musculo esqueléticos son: estrés psicológico, demográficos y estilo de vida. Existen pocos estudios que analicen los factores de riesgo para el desarrollo de síntomas debidos a desórdenes musculo esqueléticos utilizando modelos de ecuación estructural (regresión logística).

Se considera que los trastornos musculo esqueléticos son la primera causa de baja en las empresas, aunque no siempre se reconozca su origen laboral, las exigencias laborales derivadas de la organización del trabajo son de gran importancia en la industria. (García, A. 2009) Kumar publicó evidencia científica sobre la presunción de que todas las Lesiones Musculo esqueléticas ocupacionales son de origen biomecánico. (Guerrero, S. 2014). Se calcula que en México diariamente 1,300 trabajadores sufren un accidente y/o una enfermedad laboral y 4 de ellos mueren por esta causa.

Esta tesis tiene como propósito conocer la prevalencia de lesiones músculo esqueléticas, los mecanismos de lesión, los sitios anatómicos que se afectan con mayor frecuencia los por accidentes de trabajo para luego comparar la tasa con la media nacional.

Conocer la prevalencia de accidentes permitirá implementar estrategias dirigidas a corregir los factores que favorecen los accidentes en esta empresa de alimentos y con ello disminuir los

gastos derivados de incapacidad laboral. Las razones que justifican su interés son: En primer lugar, reconocer a esta como una de las categorías de riesgos laborales con mayor impacto sobre la salud de los trabajadores en muchos países, tanto en incapacidad laboral como costos monetarios. Por otra parte, en tanto más capacitado esté el trabajador para identificar los factores de riesgo que amenacen su salud y bienestar estará en mejores condiciones para prevenirlas y contribuir a su propio cuidado, finalmente permite tratar las causas de los accidentes y las lesiones y resolver muchos problemas sin necesidad de complicados protocolos técnicos.

### **Preguntas de Investigación**

1.- ¿Cuál es la prevalencia de lesiones músculo esqueléticas en los trabajadores de una empresa de alimentos?

Preguntas auxiliares:

2.- ¿Cuáles son los mecanismos de lesión más frecuentes en los empleados de una empresa de alimentos?

3.- ¿Cuál es el desenlace de las distintas lesiones en los trabajadores de una empresa de alimentos?

4.- ¿Cuál es la tasa de prevalencia de lesiones músculo esqueléticas en una empresa de alimentos en Aguascalientes?

### **Objetivos**

#### **GENERAL**

Identificar la frecuencia de lesiones musculo esqueléticas en una empresa de alimentos en Aguascalientes.

#### **ESPECÍFICOS**

- Identificar los mecanismos de lesión más frecuentes en una empresa de alimentos.
- Describir el curso clínico de las lesiones identificadas.
- Describir los sitios anatómicos más frecuentes en los ocurren las lesiones músculo esqueléticas en una empresa de alimentos.
- Comparar con la media nacional las lesiones que ocurran en extremidad superior.

### **Delimitación de la Investigación**

Este trabajo de investigación se realizó en una empresa del giro de alimentos, con operarios de producción de los tres turnos.

### **Justificación**

La incapacidad laboral tiene alto costo económico en las empresas derivado de la inasistencia laboral y de la prima de riesgo que la empresa debe pagar al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

Conocer la prevalencia de lesiones es muy importante, en particular las de las extremidades superiores porque son las más frecuentes y las que pueden dejar mayor secuela, esto nos permitirá comparar con la media nacional la frecuencia de lesiones y a partir de esto hacer recomendaciones y proponer medidas de prevención, con la finalidad de mejorar la seguridad de los trabajadores.

En México, según datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en el año 2009 en total 1,109 trabajadores perdieron la vida en accidentes de trabajo y se registraron cerca de 400 mil accidentes de trabajo, además, se generaron en total 18,721 incapacidades por accidentes y enfermedades laborales. Si a esto sumamos los costos indirectos que se generan cuando se suscita un accidente de trabajo tales como: el tiempo perdido, la probable suspensión de la producción, los costos de traslado del lesionado para su atención médica, el golpe en el estado de ánimo en quienes fueron testigos del accidente, los reportes del accidente a las autoridades correspondientes, etc., las repercusiones para la empresa y para los trabajadores resultan inimaginables.

Clara C. Rollock y col. llevaron un estudio para determinar las lesiones en la mano por accidentes laborales en España del 2006 al 2007. Encontraron que el sector más afectado fue el de fabricación y venta de productos cárnicos, con 39,4% de los casos, los sectores que le siguieron en frecuencia fueron los dedicados a la fabricación e instalación de maquinarias (25,9%), los escayolistas (25%) y la fabricación de cisternas y contenedores (21,4%). (Rollock, C. 2016)

El alcance del estudio servirá para detectar las áreas de mayor prevalencia de lesiones y las áreas anatómicas que se lesionan con más frecuencia, fortalecerá la cultura laboral, activará las comisiones de seguridad e higiene y la instauración de los programas preventivos de seguridad e higiene.

Este estudio cumple con la *magnitud*, se aplicó a toda la planta productiva, en total 338 personas al inicio del año, y al final de año tuvimos 28 casos. Tiene *trascendencia* dado que permitirá conocer la gravedad del problema en esta empresa, pues representa gastos importantes asociados a incapacidad y a prima de riesgo. *Vulnerabilidad*, conocer los riesgos

de trabajo por lesiones Musculoesqueléticas es posible a través de los dictámenes de ST-7. Es factible económicamente, se contó con personal de salud en los tres turnos para recibir los accidentes que se generaran. Es viable metodológicamente, contamos con la autorización de la dirección operativa de la empresa para llevar a cabo este estudio.

La importancia radica en que esta tesis permitirá conocer las lesiones de más prevalencia, mecanismos de lesión y naturaleza de lesión, de tal forma que se permitirá prevenir en los años siguientes.

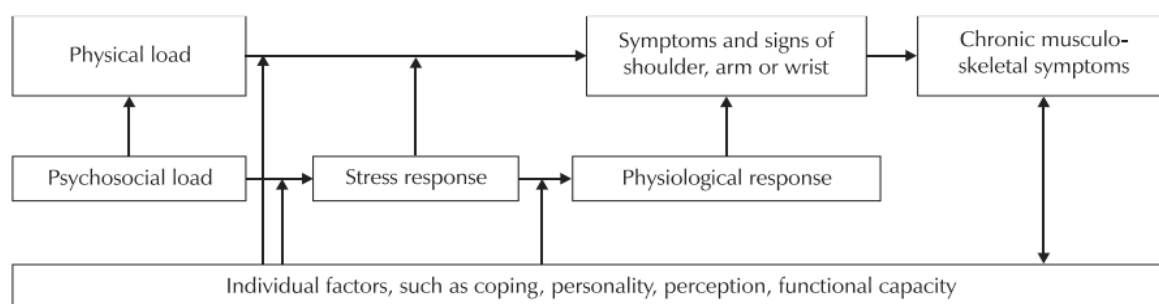
Para poder reducir la tasa de incidencia de riesgos de trabajo en esta empresa que en el 2016 fue de 7.39%, (RT=25), superior a la media estatal que es de 2.8%.

## Desarrollo

### Marco Histórico y Contextual

La persistencia de Trastornos Músculo Esqueléticos (TME) representa uno de los mayores problemas de seguridad y salud en el trabajo y un alto costo económico, los TME son la primera causa de absentismo laboral. En los últimos años se ha aumentado el porcentaje de los TME que cursan sin baja. Este hecho puede interpretarse de muchas maneras, puede relacionarse con la alta tasa de inestabilidad laboral, o también se puede relacionar con la dificultad que representa dictaminar una incapacidad general o profesional. La progresión ascendente de los «accidentes por sobreesfuerzo físico sobre el sistema musculo esquelético» (28,4% sobre el total en 2000, y el 38,2% en 2013) constituyen una evidente prioridad, y precisan de un seguimiento e investigación detallados. (Trabajo, 2015)

Existen diversos artículos relacionados con el estudio de lesiones musculo esqueléticas en trabajadores, se ha demostrado la relación entre los factores físicos, estrés laboral y el estilo de vida en la aparición de trastornos músculo esqueléticos de extremidad superior. (Byung-Chan PARK, 2010). Algunos otros artículos muestran una clara asociación entre la sobrecarga de trabajo y factores individuales con la aparición de lesiones en las extremidades superiores. (Jang, 2010).



Jang, J.-K. P.-H. (2010). Chía, Colombia. Interacción entre Desórdenes Músculo Esqueléticos de Extremidad Superior y factores psicosociales, de carga física e individuales.

Se han descrito cuatro teorías en la génesis de los desórdenes musculo esqueléticos relacionados con el trabajo de naturaleza biomecánica: Teoría de la Interacción Multivariante (factores genéticos, morfológicos, psicosociales y biomecánicos), Teoría Diferencial de la Fatiga (desequilibrio cinético y cinemático), Teoría de la Carga Acumulativa (repetición) y Teoría del Esfuerzo Excesivo (fuerza). (Byung-Chan PARK, 2010)

La fatiga muscular y lesiones que van desde micro traumas, contusiones, desórdenes musculo esqueléticos, hasta fracturas, edad, tiempo de vida laboral, están dentro de los considerados factores de riesgo biomecánicos para el desarrollo de los desórdenes musculo esqueléticos. Son la manipulación manual de cargas, el trabajo repetitivo y el mantenimiento de posturas prolongadas los factores ergonómicos directamente relacionados.

Se revisó la literatura sobre lesiones músculo esqueléticas a nivel mundial, no se encontraron estudios enfocados a la descripción de la frecuencia, evolución y aparición de secuelas asociadas a la actividad laboral. Por lo que considero que es información novedosa y valiosa para establecer estadística de mecanismo de lesión, frecuencia, curso clínico y desenlace de estas.

En un estudio financiado por el *National Institute of Safety* (NIOSH) se reportó que los costos directos e indirectos de enfermedades y lesiones Musculoesqueléticas ocupacionales alcanzan los \$171 mil millones de dólares al año, de ellos \$145 mil millones están asociados a accidentes (84.7% de los riesgos de trabajo) y \$26 mil millones (15.3%) a enfermedades laborales. Estos costos son superiores a los padecimientos con alta prevalencia como el Síndrome de Inmunodeficiencia (\$33 mil millones), demencia de Alzheimer (\$67.3 mil millones), enfermedades circulatorias (\$165.3 mil millones) y cáncer (\$170.7 mil millones). (Torres, JH\*, G, JA, & M., 2010).

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), las enfermedades músculo esqueléticas se encuentran entre las seis enfermedades profesionales más comunes.

Los trastornos musculo esqueléticos (TME) representan el problema de salud relacionado con el trabajo más común en Europa. De acuerdo con la Memoria estadística del IMSS 2015, los accidentes de trabajo de mano y muñeca ocupan el primer lugar en frecuencia a nivel nacional, representan el 27%, y las lesiones de miembro superior (excluyendo mano y muñeca) ocupan el 10%. (IMSS, 2015).

Los TME además de producir sufrimiento personal y disminución de ingresos suponen un elevado costo para las empresas y para las economías de las naciones. Aunque puede ocurrirle a cualquier trabajador el riesgo puede disminuir e incluso en ocasiones pueden prevenirse evaluando las tareas que realiza el trabajador, aplicando las medidas preventivas oportunas y comprobando la eficacia de las mismas.

Son factores de riesgo los asociados al desarrollo y agravamiento de los desórdenes musculoesqueléticos son: estrés psicológico, demográficos y estilo de vida.

Existen cuatro teorías en la génesis de los desórdenes musculoesqueléticos relacionados con el trabajo de naturaleza biomecánica:

- 1) Teoría de la Interacción Multivariante (factores genéticos, morfológicos, psicosociales y biomecánicos),
- 2) Teoría Diferencial de la Fatiga (desequilibrio cinético y cinemático),
- 3) Teoría de la Carga Acumulativa (repetición) y
- 4) Teoría del Esfuerzo Excesivo (fuerza).

La fatiga muscular y lesiones que van desde micro traumas, contusiones, desórdenes musculoesqueléticos, hasta fracturas, factores como edad, tiempo de vida laboral, todos se incluyen dentro de los considerados factores de riesgo biomecánicos para el desarrollo de los desórdenes musculoesqueléticos. La manipulación manual de cargas, el trabajo repetitivo y el mantenimiento de posturas prolongadas son los factores ergonómicos directamente relacionados.

### **Marco Teórico**

Educación para la salud: higiene postural y prevención de trastornos musculoesqueléticos.

La prevención primaria de lesiones músculo esqueléticas tiene como objetivo crear un entorno laboral saludable.

Trastornos musculoesqueléticos de columna

En la cervicalgia recurrente y crónica el abordaje múltiple es lo más efectivo. Se sugiere valorar la función corporal física y mental, revisión de la actividad, participación en la organización del trabajo, investigar factores psicosociales, factores personales, incluyendo la adaptación de las tareas del trabajo a la edad del trabajador. (Trabajo, 2015)

Dentro de los trastornos musculoesqueléticos de columna lumbar, como en la hernia lumbar con radiculopatía, se ha comprobado que un programa de ejercicios intensivos iniciado 4 a 6 semanas tras la cirugía es lo más efectivo para su recuperación.

En la lumbalgia no específica, la única intervención que se ha evidenciado como eficaz es el ejercicio regular.

Algunos ejercicios de tonificación muscular:

De potenciación muscular. La realización de ejercicios, en especial de flexibilización y de potenciación muscular, muestran ser efectivas. Reduce la aparición de recurrencias en aproximadamente un 50% (nivel A) y la recurrencia del absentismo laboral (nivel B). (Trabajo, 2015)

Trastornos musculo esqueléticos de extremidad superior

Cerca de la mitad de la población tendrá un episodio anual de dolor de hombro, el cual estará asociado a limitaciones ocupacionales, actividades de la vida diaria y disminución en la calidad de vida. (Marik, 2017). En la prevención primaria del hombro doloroso estaría indicada la prescripción de ejercicios de mantenimiento de la musculatura estabilizadora de la escápula, así como los ejercicios de elasticidad.

En la primera fase de tratamiento realizar un entrenamiento de la musculatura estabilizadora de la escápula que va a contribuir a una mejor función del manguito de los rotadores, disminuyendo el pinzamiento y el dolor. Comenzaremos prescribiendo ejercicios isométricos y activos libres para no sobrecargar la articulación del hombro. Posteriormente podemos evolucionar a ejercicios isotónicos en cadena abierta como son los ejercicios de Blackburn, que consiguen altos niveles de actividad muscular en trapecio medio e inferior y activan el supraespinoso. Finalmente evolucionaremos a ejercicios isotónicos más exigentes, resistidos con poleas o elásticos como son el remo, remo en extensión y remo en abducción.

En una segunda fase vamos a añadir progresivamente ejercicios para corregir los desequilibrios de fuerza en la musculatura del manguito de los rotadores. Para ello realizaremos ejercicios aislados para cada uno de ellos. Igualmente comenzaremos con ejercicios activos libres e isométricos para terminar con ejercicios contra resistencia. La forma más segura de entrenar el supraespinoso es en rotación externa de hombro. Los ejercicios en rotación interna se deben evitar porque producen compresión subacromial.

Para entrenar el supraespinoso se recomienda iniciar con el ejercicio de abducción «en lata llena». En una tercera fase agregar ejercicios para potenciar el principal elevador del hombro que es el deltoides y la gran musculatura depresora de la cabeza humeral que forman el pectoral mayor y el dorsal ancho. Para ello añadiremos ejercicios de potenciación resistida como son los jalones, el press militar y el press de banca. En la última fase se debe orientar un entrenamiento específico para la profesión del paciente.



En el síndrome del pinzamiento del manguito de rotadores la recuperación se obtiene al modificar tareas de trabajo y realizar ejercicios de estiramiento de hombro. Para mejorar la postura del hombro, desde el punto de vista ergonómico se debe reducir la abducción y pro tracción (movimiento del hombro hacia delante en el plano transversal). La clave es modificar las actividades, sin dejar de hacer totalmente las actividades agravantes, como el uso de la mano por encima del hombro. En los casos de desgarros mayores o quirúrgicos se debe evitar los movimientos de la mano ipsilateral por encima del hombro lesionado.

Epicondilitis lateral del codo. Se sugiere alternar tareas, limitar el tiempo y la frecuencia de los movimientos repetitivos, así como minimizar el uso de las herramientas con vibración. La muñeca debe utilizarse en una posición anatómica neutra. En el caso de pacientes intervenidos quirúrgicamente, a partir del día 14 de la cirugía se puede ir utilizando la extremidad afectada de forma progresiva.

Atrapamiento del nervio cubital a nivel del codo. La rotación de tareas y la limitación del uso de herramientas relacionadas con fuerza y vibración se deben tener en cuenta en estos trabajadores.

Síndrome del túnel carpiano. Los cambios en sus tareas de trabajo pueden ser necesarios en estos pacientes y a veces la indicación quirúrgica. El coger peso no suele ser un problema. Sí hay que evitar la flexión y/o extensión de la muñeca que supere los 30ª, los movimientos repetitivos de la muñeca y las posturas que puedan presionar el nervio mediano a nivel del carpo.

Tendinitis de Quervain. Se deben tener en cuenta modificaciones temporales de las tareas de trabajo mientras que el paciente sigue el tratamiento para minimizar los síntomas o acelerar la recuperación.

Dedo en gatillo. Pueden necesitarse modificaciones temporales de las tareas de trabajo del paciente.

Neuropatía cubital a nivel de muñeca. Se aconseja rotación de tareas y limitaciones en el uso de herramientas con vibración y/o en las que se emplee fuerza.

Quiste sinovial. La mayoría de los factores de riesgo para la presentación de quistes sinoviales son por causas de origen no laboral. En algunas ocasiones puede ser necesaria la cirugía y la fisioterapia.

Trastornos musculo esqueléticos de extremidad inferior

Esguince de rodilla con lesión del ligamento colateral medial. Se sugiere fortalecimiento de los cuádriceps, en especial al inicio del dolor e inflamación.



Esguince de rodilla con lesión del ligamento cruzado anterior. Se recomiendan ejercicios de movilización y fortalecimiento para aumentar el soporte de peso de la rodilla, así como el fortalecimiento del cuádriceps. En los casos en los que existe indicación quirúrgica, se ha comprobado últimamente que los protocolos acelerados con rehabilitación más agresiva tienen una mejor respuesta en estos pacientes.

Meniscectomía autoplástica. La reparación completa tras este tipo de intervención suele durar de 3 a 12 meses. Mientras tanto ciertas modificaciones o restricciones en las actividades laborales del trabajador pueden ser necesarias.

Artrosis de cadera. El tratamiento consiste en el alivio del dolor, evitando las actividades que lo exacerban, la reducción de los factores de estrés biomecánico (como masa corporal), el uso de ayudas para caminar y calzado con amortiguación. Se deben evitar las actividades laborales que producen o mantienen el dolor. El deterioro progresivo y la necesidad de una prótesis de cadera se produce a menudo entre el año y los cinco años del inicio del dolor, con limitación funcional y ausencia al trabajo.

Prótesis de cadera. Se han documentado el regreso a actividades laborales normales en el 98% de las personas operadas de prótesis de cadera dentro de los primeros seis meses. Las tareas ligeras y administrativas son posibles en seis a ocho semanas, el trabajo manual más pesado a los tres meses.

### **Definición de términos básicos**

Accidente de trabajo (AT): Es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste

Carga física: La actividad generada en el organismo mediante complejos mecanismos de contracción muscular es lo que se conoce como Carga Física de Trabajo y depende de la capacidad física de cada persona.

Trabajo dinámico: Actividades donde los músculos realizan ejercicio isotónico (elongación/alargamiento), este tipo de trabajo se puede desempeñar durante horas a ritmo adecuado y no demasiada intensidad.

Trabajo estático: Se desempeña en actividades que exigen la contracción del músculo durante un tiempo determinado (contracción isométrica), denominado trabajo estático. Durante el trabajo estático se puede producir fatiga muscular, en función de la fuerza máxima de contracción.

Para medir la carga física de una tarea, se pueden utilizar tres criterios de valoración:

— Consumo de energía, por medio de la observación de la actividad a desarrollar. — Medida del consumo de oxígeno durante el trabajo por el operario.

— Análisis de la frecuencia cardiaca para calcular el consumo energético

**Enfermedad Profesional:** Aquella contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de la Ley y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional.

**Enfermedad relacionada con el trabajo (ERT):**

Las ERT son las patologías que pudiera contraer el trabajador con motivo de la realización del trabajo y que no se reflejan en el cuadro de EEPP. Pueden quedar incluidas en el concepto de accidente de trabajo.

**Incapacidad temporal (IT):**

Tienen la consideración de situaciones determinantes de incapacidad temporal: Las debidas a enfermedad común o profesional y accidente sea o no de trabajo mientras el trabajador reciba asistencia sanitaria de la Seguridad Social y esté impedido para el trabajo con duración máxima de 365 días prorrogables por otros 180 días cuando se presuma que durante ellos puede el trabajador ser dado de alta médica por curación.

Los períodos de observación por enfermedad profesional con baja laboral necesaria para el estudio y diagnóstico de una EP con una duración máxima de seis meses que puede ser prorrogables por otros seis.

**Incapacidad permanente (IP):** Prestación económica que en su modalidad contributiva trata de cubrir la pérdida de rentas salariales o profesionales que sufre una persona cuando estando afectada por un proceso patológico o traumático derivado de una enfermedad o accidente (ya sea que tenga su origen en una contingencia común o contingencia profesional) vea reducida o anulada su capacidad laboral de forma presumiblemente definitiva.

**Manipulación manual de cargas (MMC):** Se considera «carga» a cualquier objeto susceptible de ser movido, incluyendo en este concepto la movilización de pacientes. En la MMC interviene el esfuerzo humano, tanto el directo (levantar, colocar) como el indirecto (empujar, jalar). También se considera MMC el transportar y mantener la carga alzada. La MMC superiores a 3 kg podría constituir un riesgo dorso lumbar no tolerable, si se realizase en condiciones ergonómicas desfavorables. Las cargas superiores a 25 kg constituyen un riesgo en sí mismas, independientemente de las condiciones ergonómicas. (Trabajo, 2015).

El Protocolo de Vigilancia Sanitaria Específica (PVSE) de manipulación manual de cargas contempla que es MMC cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por uno o varios trabajadores, como el levantamiento, el empuje, la colocación, la tracción, o el desplazamiento que por sus condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorso lumbar para los trabajadores. La MMC conlleva:

- Levantar: Acción y efecto de mover de abajo hacia arriba una cosa, o colocar algo en un lugar más alto del que antes tenía.
- Colocar: Poner a una persona u objeto en su debido lugar.
- Tracción: Realizar fuerza contra una carga o persona para moverla.
- Desplazar: Mover a una persona o carga del lugar en donde está.

Movimientos repetidos de miembro superior (MRMS): Grupo de movimientos continuos, mantenidos, durante un trabajo que implica al mismo conjunto osteomuscular, provocando en la misma fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último lesión (Trabajo, 2015).

Los MRMS se caracterizan por realización continuada de ciclos de trabajo similares y cada ciclo de trabajo se parece al siguiente en la secuencia temporal, en el patrón de fuerzas y en las características especiales de movimiento. Siverstein considera movimiento repetido cuando la duración del ciclo de trabajo fundamental es menor de 30 segundos. Existen diferentes pruebas de identificación del riesgo, que no son considerados métodos de evaluación, pero ayudan a identificar puestos y tareas afectadas por movimientos repetitivos (Niosh, Keyserling, Michigan) 8.

Neuropatías por presión (NP): El PVSE de Neuropatías por Presión <sup>9</sup> se publicó para facilitar la detección precoz del sufrimiento neural por exposición a factores de riesgo laborales, lo que permite intervenir médica y ergonómicamente antes de que la lesión quede establecida de forma irreversible y crónica. Aplicable a aquellos trabajadores que han de transportar cargas, realizar movimientos repetidos, irregulares o violentos con las extremidades superiores, así como adoptar posturas forzadas o apoyos prolongados o difíciles sobre zonas anatómicas donde los nervios son especialmente vulnerables a la compresión o micro traumas repetidos, incluidos los debidos a herramientas vibrátiles. (Trabajo, 2015).

Posturas forzadas (PF): Son PF aquellas posiciones de trabajo que impliquen a una o diferentes regiones anatómicas a perder su posición de confort y pasar a posturas que generan hiperextensiones, hiperflexiones y/o hiperrotaciones osteoarticulares, con la consecuente producción de lesiones por sobrecarga. Pueden afectar a posiciones fijas del cuerpo, sobrecargando músculos y/o tendones. La adopción de posturas inadecuadas produce estrés biomecánico articular y de tejidos blandos. (Trabajo, 2015).

Trabajador especialmente sensible (TES): Son trabajadores especialmente sensibles (TES) aquellos trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean especialmente sensibles a los riesgos derivados del trabajo. Se deberán tener en cuenta en las evaluaciones de riesgos laborales (ERL) y se adoptarán las medidas preventivas necesarias o cambio de puesto de trabajo cuando la adaptación no sea posible. No serán empleados TES en puestos de trabajo en los que puedan ellos o los demás trabajadores y personas relacionadas con la empresa ponerse en situación de peligro o cuando se encuentren en situaciones transitorias que no respondan a las exigencias psicológicas y físicas del puesto de trabajo. En todas las ERL también se deben determinar aquellos riesgos que puedan afectar a las funciones de procreación y fertilidad (las embarazadas son TES para determinados riesgos).

### **Metodología**

Se revisaron los expedientes de riesgos laborales del 2016 para contemplar a los pacientes lesionados y con dictamen de riesgo de trabajo por parte del IMSS.

Antecedentes de la empresa empackadora de alimentos

Los comienzos de esta empresa distribuidora de alimentos, se remonta hacia el año 1960 en la ciudad de Aguascalientes. El Propietario y fundador comienza en un domicilio particular con una matanza de 3 a 5 cerdos y un empleado. En el año de 1963 inicia lo que hoy constituye la empresa incrementando la demanda y la venta y agrega a sus productos la venta de manteca en 1965. Para 1970 abre una carnicería e inicia la venta de carne fresca, productos congelados y manteca de cerdo. En 1980 establece una nueva sucursal que hasta el momento es su sucursal más grande.

Ante la necesidad de crecimiento se forma una empackadora matriz con el fin de apoyar a las sucursales y ampliar su área de mercado, además de producir productos con marca propia.

### **Diseño del estudio**

Este es un estudio observacional, descriptivo, transversal.

La información se recabó mediante el formato de riesgos de trabajo ST-7, del IMSS registro diario de las lesiones sufridas por los trabajadores que acudieron al servicio médico de la empresa para ser atendidos, en los tres turnos, usando como herramientas el interrogatorio, exploración física y exámenes periódicos.

Se analizó la frecuencia, localización, y mecanismo de las lesiones más frecuentes que ocurrieron de enero a diciembre del 2016.

## Universo del estudio y muestra

Universo: Pacientes que acudieron al IMSS

Muestra: Todos los pacientes durante el periodo de tiempo comprendido de enero a diciembre de 2016. El tipo de muestreo fue no probabilístico por conveniencia.

Alcance: Es observacional y descriptivo, considera al fenómeno y sus componentes, mide conceptos y define variables sin intervenir en ellos.

## Técnicas e instrumentos para recabar información

La entrevista durante la consulta médica, la exploración física con observación directa, seguimiento de cada caso para conocer su desenlace.

El instrumento fue el dictamen de ST-7

Técnicas para el análisis de datos Excell para calcular media, mediana y promedio y los resultados se presentarán mediante gráficas de barra y pastel, así como tablas de frecuencia

Diagnósticos organizados por área anatómica que se afectó, el curso clínico que siguió y su desenlace.

## Resultados

El total de trabajadores en la empresa en las áreas productivas es de 338 personas, de las cuales 37 son mujeres (10.9%) y 301 son hombres (89%). El rango de edad oscila entre 20 y 45 años, con una media de 27.93 y una mediana de 24.5. Al final del año 2016 los accidentes de trabajo sumaron un total de 28 casos (8.28%) de los cuales 18 casos (64.2%) corresponden a lesiones de miembros superiores y 8 de ellos ocurrieron en mujeres (25% de los casos) y 20 en hombres (75%), 10 de los casos ocurrieron en sitios diferentes a las extremidades superiores.

No existieron secuelas posteriores a su alta médica.

Tabla 2 Distribución y/o área anatómica de las lesiones año 2016

Área Anatómica	Total	%
Miembros Superiores	18	64
Otros sitios	10	36

*Fuente: reporte de formato dictaminador ST-7 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)*

Tabla 3 Frecuencia anatómica de las lesiones año 2016

Área Anatómica	No. Casos	Área Anatómica	No. Casos
Miembros superiores	18	otros	10
Contusión hombro izquierdo	1	Herida muslo izquierdo	1
Contusión mano izq.	1	Esguince cervical	2
Contusión mano der.	2	Traumatismo cráneo	1
Tendinitis muñeca der.	1	Contusión pélvica	3
Luxación acromio-Clavicular izq.	1	Quemadura pie der.	1
Tendinitis muñeca izq.	4	Contusión pie izq.	1
Amputación parcial	1	Herida pierna izq.	1
Falange 2 mano der.			
Sección parcial tendón	1		
Extensor mano der.			
Herida segundo dedo	1		
Mano izq.			
Quemadura codo der.	1		
Quemadura mano izq.	1		
Herida antebrazo izq.	1		
Contusión codo izq.	1		
Codo tenista	1		

Fuente: reporte de formato dictaminador ST-7 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS)

## Conclusión

Nuestros resultados son similares a los reportados en la literatura Nacional, predominaron las lesiones en el sexo masculino, el complejo mano-muñeca-dedos fue la región más afectada con 11 de 18 casos, sin secuelas.

La prima de riesgo de trabajo para el 2016 fue de 6.19, con una tasa de incidencia de accidentes de 7.39%, un número de días de incapacidad de 650.

## Referencias

- Ana M García. (2009). *Ergonomía Participativa: Empoderamiento De Los Trabajadores Para La Prevención De Trastornos Musculoesqueléticos*. Rev Esp Salud Pública, 509-518.
- Byung-Chan PARK, H.-K. C.-A. (2010). *Risk Factors Of Work-Related Upper Extremity Musculoskeletal Disorders In Male Shipyard Workers: Structural Equation Model Analysis*. Safety Health Work, 124-133.

- Clara C. Rollock Michel, 2. J. (2016). *Incidencia De Las Lesiones De La Mano Por Accidentes Laborales. Sociedad española de medicina y seguridad del trabajo*, 130-134.
- IMSS. (2015). *Memorias Estadísticas Del IMSS*. Ciudad de México: Instituto Mexicano del Seguro Social.
- Jang, J.-K. P.-H. (2010). *Association Between Upper Extremity Musculoskeletal Disorders And Psychosocial Factors At Work: A Review On The Job Dcs Model's Perspective*. *Safety and Health at Work*, 37-42.
- Kyung-Sun Lee, M.-C. J. (2015). *Ergonomic Evaluation Of Biomechanical Hand Function*. *Safety and Health at Work*, 9-17.
- Kyung-Woo Kwak, M. M.-S.-H.-H. (2011). *Compresión Del Nervio Cubital En El Canal De Guyón Por Ganglión*. *J Korean Neurosurg Soc*, 139-141.
- Osseiran, N. (2005). *El Número De Accidentes Y Enfermedades Relacionados Con El Trabajo Sigue Aumentando*. Ginebra: Comunicado conjunto OMS/Oficina Internacional del Trabajo .
- Sylvia Liliana Guerrero Lana, \*. L. (2014). *Sintomatología Musculoesquelética Y Doble Presencia En Personal De Una Empresa De Costura Ecuatoriana*. *Revista Mexicana de Salud en el Trabajo*, 85-92.
- Torres, L., JH\*, T. A., G, P. V., JA, S. V., & M., R. M. (2010). *Grado De Riesgo Por Levantamiento Manual De Cargas Y Dolor En Espalda Baja En Trabajadores De Una Empresa Manufacturera*. *Remesat*, 11-19.
- Trabajo, E. N. (2015). *Guía Práctica De Salud Laboral Para La Valoración De Aptitud En Trabajadores Con Riesgo De Exposición A Carga Física*. Madrid: Escuela Nacional de Medicina del Trabajo.
- Fernández, M.A. 2010 *Autodiagnóstico Participativo Para La Promoción De La Salud En Una Empresa Del Sector Industrial De La Zona Metropolitana De Guadalajara*. *Entramado*, 174-186.
- Bohn, K. (2014). *Current Treatment Concepts For “Terrible Triad” Injuries Of The Elbow* . *Trauma Update*, 831- 837.
- S.Bohr. (2016). *Early Functional Treatment And Modern Cast Making For Indications In Hand Surgery*. Hindawi Publishing Corporation *Advances in Orthopedics* , 1-7.
- KIM, K. S. (2010). *Gender-Related Factors Associated With Upper Extremity Funtion In Workers*. *Safety Health Work* , 158- 166.
- Argubi-Wollesen, A. (2016). *Human Body Mechanics Of Pushing And Pulling: Analyzing The Factors Of Task-Related Strain On The Musculoskeletal System*. *Safety and Health at Work*, 1-8.



Mbutshu, L. H. (2014). *Incidence And Predictors Of Hand/arm Musculoskeletal Complaints. Safety And Health At Work*, 131-135.

You, D. (2014). *Meta-Analysis: Association Between Wrist Posture And Carpal Tunnel. Safety and Health at Work*, 27-31

D'Angelo, K. (2015). *The Effectiveness Of Passive Physical Modalities For The Management Of Soft Tissue Injuries And Neuropathies Of The Wrist And Hand: A Systematic Review By The Ontario Protocol For Traffic Injury Management (Optima) Collaboration. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 393 - 406.

## **DESARROLLO DE PROTOTIPO DE SOFTWARE PARA HABILITAR LA COMUNICACIÓN EN PERSONAS CON PARÁLISIS CEREBRAL SEVERA**

Aída Lucina González Lara [aida.gonzalezlr@uanl.edu.mx](mailto:aida.gonzalezlr@uanl.edu.mx), Claudia García,  
[claudia.garciaa@uanl.mx](mailto:claudia.garciaa@uanl.mx)  
Universidad Autónoma de Nuevo León

**Resumen.** Uno de los casos de parálisis cerebral es el que exhibe una persona quien presenta tetraplejía, ya que le impide controlar funciones de su sistema motor lo que afecta la habilidad de comunicación. En este trabajo se presenta el desarrollo de un prototipo para habilitar la comunicación de un estudiante universitario que padece de cuadriplejía espástica severa y requiere comunicar el conocimiento que adquiere así como sus ideas y necesidades, se encuentra con la problemática de su falta de precisión debido a su discapacidad motriz lo que le impide seleccionar elementos con las opciones de interacción que las herramientas computacionales ya existentes poseen, por lo que se decide desarrollar un prototipo de software de una aplicación móvil que habilite la comunicación en personas con discapacidad motriz y de lenguaje severas. Para el desarrollo de la aplicación se siguió una metodología centrada en el usuario. En la primera etapa se recopiló información mediante entrevista con el padre del usuario y la observación del usuario. En la segunda etapa se diseñó el prototipo de la aplicación con un estilo de interacción que le permitiera al usuario seleccionar la letra deseada al presionar en cualquier lugar de la pantalla, formando secciones con grupos de letras que pueden ser seleccionados. En la tercera etapa se evaluó el prototipo con el usuario, se observó que fue complicada la interacción con la mano motivo por el cual se hicieron pruebas adaptando un puntero en un dispositivo colocado en su cabeza. Se implementaron mejoras tales como la reproducción de voz de la palabra que se escribe y botones con las palabras sí y no y otras funcionalidades. Con estas mejoras el prototipo pudo ser utilizado por el usuario para la comunicación ya que le permite seleccionar letras para formar palabras.

**Palabras clave:** parálisis cerebral, accesibilidad, aplicación móvil



## Introducción

En la actualidad existe un consenso en considerar la parálisis cerebral como un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, causantes de limitación de la actividad, que son atribuidos a una agresión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo, en la época fetal o primeros años (Argüelles, 2008).

El conocimiento de los distintos factores que están relacionados con la parálisis cerebral es importante porque algunos de ellos se pueden prevenir y facilita la detección precoz y el seguimiento de los niños con riesgo de presentarla (Campistol, 2006).

Uno de los casos más complicados de este padecimiento es el que exhibe una persona con parálisis cerebral, quien debido a este trastorno presenta cuadriplejía, esta condición implica grandes dificultades a la hora de controlar las funciones de su sistema motor, además está acompañada de problemas sensitivos, cognitivos, de comunicación y percepción, lo que implica que el paciente no podría sobrevivir sin la asistencia de un tutor permanente y a este problema hay que sumarle la dificultad del paciente para comunicarle al tutor sus necesidades básicas (Rojas , y otros, 2012).

## Antecedentes

La literatura especializada, ha registrado diversas experiencias e investigaciones sobre el uso de recursos informáticos en el campo de la Educación Especial mediante los que se han evidenciado las posibilidades que brindan estos medios para los procesos de enseñanza y aprendizaje de los alumnos con necesidades educativas especiales tales como: facilidad del alumno para interactuar con objetos y personas, mejor expresión de ideas, rol más activo y productivo en sus procesos de aprendizaje (Ramírez, Giraldo, & Henao, 2015).

Actualmente existen herramientas computacionales para facilitar la comunicación en personas con limitaciones motrices, entre ellas están:

ACAT (*Assistive Context-Aware Toolkit*) que es una plataforma de código abierto para permitir a las personas con enfermedades de las neuronas motoras y otras discapacidades tener pleno acceso a las capacidades y aplicaciones de sus computadoras a través de interfaces muy restringidas adecuadas para su condición, permite a los usuarios comunicarse fácilmente con otros a través de simulación de teclado, predicción de palabras y síntesis de voz; los usuarios pueden realizar una serie de tareas como editar, administrar documentos, navegar por la Web y acceder a correos electrónicos (Intel corporation , 2017).

PLAPHOONS, que es un programa de comunicación para personas con discapacidad motora que no se puedan comunicar mediante el habla; tradicionalmente las personas con estas discapacidades podían comunicarse mediante la ayuda de otra persona y un libro de símbolos llamado plafón de comunicación, este programa permite crear plafones y a partir de estos, estructurar los símbolos para crear mensajes los cuales pueden ser visualizados directamente en pantalla, ser impresos y/o ser escuchados mediante voz sintetizada o digitalizada; se puede utilizar directamente como plafón de comunicación de ordenador activándolo mediante una pantalla táctil o bien utilizando el mouse tradicional, directamente, utilizando un joystick, o bien con un conmutador que haga la función clic izquierdo utilizando la opción barrido automático (Roset, 2017).

Aunque existen aplicaciones computacionales, como las anteriormente mencionadas, que fueron desarrolladas para que las personas con algún tipo de discapacidad puedan acceder a ellas, hay casos específicos que no se ajustan a la accesibilidad definida por dichas aplicaciones, motivo por el cual se requiere diseñar un software específico para las necesidades de un usuario en particular.

### **Definición del problema**

Un estudiante universitario que padece de cuadriplejía espástica severa tiene la necesidad de comunicar el conocimiento que adquiere así como sus ideas y necesidades, se encuentra con la problemática de su falta de precisión debido a su discapacidad motriz lo que le impide seleccionar elementos con las opciones de interacción que las herramientas computacionales diseñadas para interacción con personas que padecen limitaciones motrices poseen. Aunque ha intentado utilizar el software Plaphoons, no ha logrado establecer una interacción para su adecuado funcionamiento. Ante la situación presentada se propone construir un software específico para sus necesidades, el cual le permita comunicarse, este software podrá ser de beneficio para cualquier persona con problemáticas semejantes.

### **Objetivo**

Desarrollar un prototipo de software de una aplicación móvil que habilite la comunicación en personas con discapacidad motriz y de lenguaje severas.

### **Método**

Para el desarrollo de la aplicación se siguió una metodología de desarrollo centrada en el usuario. El diseño centrado en el usuario (DCU) es un proceso de diseño de interfaz que se

centra en la usabilidad, las características de usuarios, el entorno, tareas y flujos de trabajo en el diseño de la interfaz; el DCU sigue una serie una serie de métodos y técnicas bien definidos para el análisis, diseño y evaluación de hardware, software e interfaces web, el proceso del DCU es un proceso iterativo, donde los pasos de diseño y la evaluación son construidos desde la primera etapa del proyecto hasta su implementación. (Lawton & Grossnickle, 2017).

1. En la Figura 1, se observa el flujo de las fases del DCU. Esta metodología es iterativa, y en cada fase se debe involucrar al usuario, cumpliendo con los objetivos del producto y la usabilidad debe mejorar cada vez (Hassan Montero & Ortega Santamaría, 2009).
- 2.

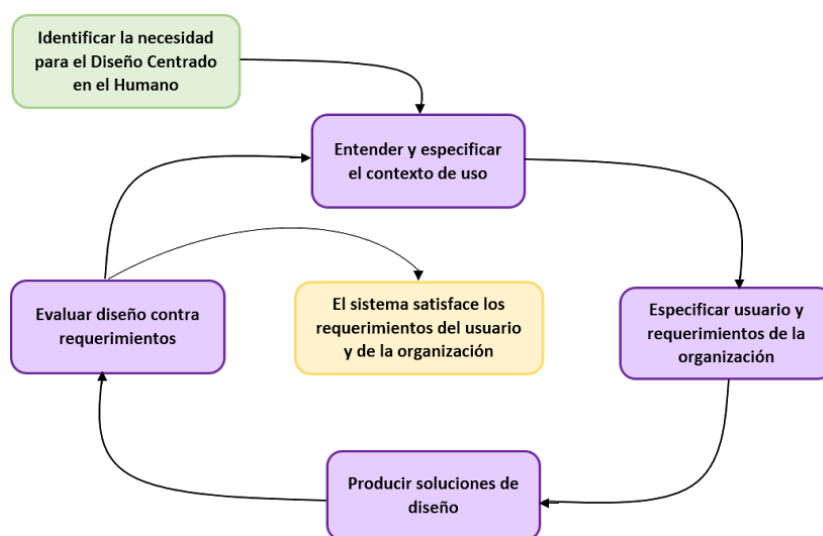


Figura 1. Diseño Centrado en el Usuario, actividades claves.

## Análisis

En esta primera etapa se recopiló información mediante entrevista con el padre del usuario y la observación del usuario para evaluar su capacidad motriz, se realizaron diversas pruebas para ver qué tipo de interacción sería la más adecuada para sus necesidades. Se observó que sus limitaciones motrices le impedían al usuario seleccionar alguna opción en la pantalla ya que sus faltas de precisión en la interacción no posibilitaban elegir un elemento en la pantalla, aunque estos fueran de gran tamaño, se hicieron pruebas con el software Plaphoons para evaluar si era posible establecer una configuración adecuada en su interfaz para el usuario pero no fue posible la interacción. La Figura 2 muestra la interfaz del software Plaphoons con la que se realizó la evaluación. Ante lo observado se decidió crear una aplicación específica que se nombró *Talk2Me*.

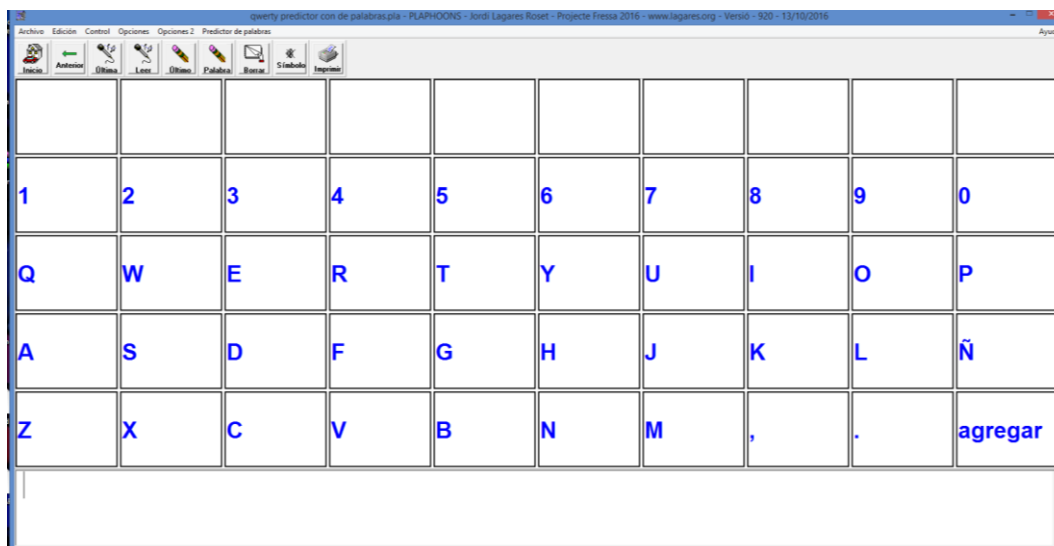


Figura 2. Pantalla de interfaz de software Plaphoons

## Diseño

Se desarrolló un prototipo de una aplicación en la plataforma Android con el objetivo de que se utilice en una tableta electrónica.

El diseño de este prototipo consiste en mostrar un teclado virtual en la pantalla el cual se divide en secciones, se establece un ciclo en el que cada una de las secciones se distingue por un color, cuando el usuario identifique en el grupo de letras seleccionado la letra que él requiere para formar una palabra entonces tocará en cualquier lugar de la pantalla para indicarlo, posteriormente en la sección seleccionada se empieza el ciclo por cada letra en esa sección y al momento que se identifica la letra requerida se tocará nuevamente en la pantalla, de esta manera se pueden ir formando las palabras para que el usuario se comuniquen. En la Figura 3 se muestra el primer prototipo desarrollado.

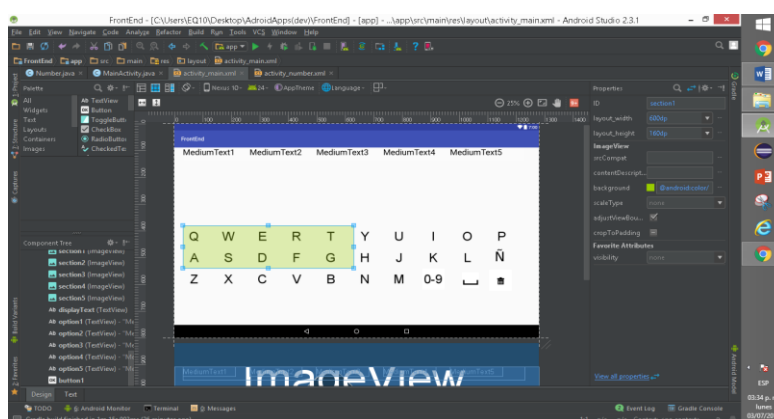


Figura 3. Primer prototipo desarrollado de la aplicación.

## Evaluación

Con el primer prototipo se realizó la evaluación con el usuario, se probó que la interacción se realizara con la mano, pero se observó que no era el modo adecuado de interacción dado que en ocasiones no tocaba la pantalla o tardaba mucho tiempo su reacción, en la Figura 4 se puede observar la sesión de evaluación.



Figura 4. Sesión de evaluación con el usuario

Ante lo observado se decide probar con un dispositivo apuntador colocado en la cabeza del usuario, la interacción con la cabeza fue más precisa, además el tiempo de interacción fue menor, al probar el prototipo, en la Figura 5 se muestra esta sesión de evaluación.



Figura 5. Evaluación con dispositivo apuntador colocado en la cabeza

Se solicitó al usuario escribir la palabra casa, se observó en la sesión que en ocasiones el tiempo de reacción era mayor que el tiempo del ciclo entre secciones, entonces el usuario debía esperar a que iniciara de nuevo el ciclo, además cuando se seleccionaba una letra equivocada el usuario quería cambiarla de inmediato y debía esperarse a que se completara el ciclo.

Después de la evaluación se realizaron las siguientes modificaciones:

- Se incrementó en 5 segundos la duración de las etapas del ciclo con la finalidad de que fuera acorde a los tiempos de reacción observados en la evaluación.
- Se implementó una base de datos utilizada para que la aplicación muestre opciones de posibles palabras mediante la función de autocompletado con el objetivo de facilitar al usuario el proceso, ya que si al seleccionar las letras observa que una de las palabras mostradas es la deseada puede seleccionarla en lugar de escribir todas las letras de esa palabra.
- Se agregó un botón de borrado directo.

Posteriormente se realizó una nueva sesión de evaluación con el nuevo prototipo.

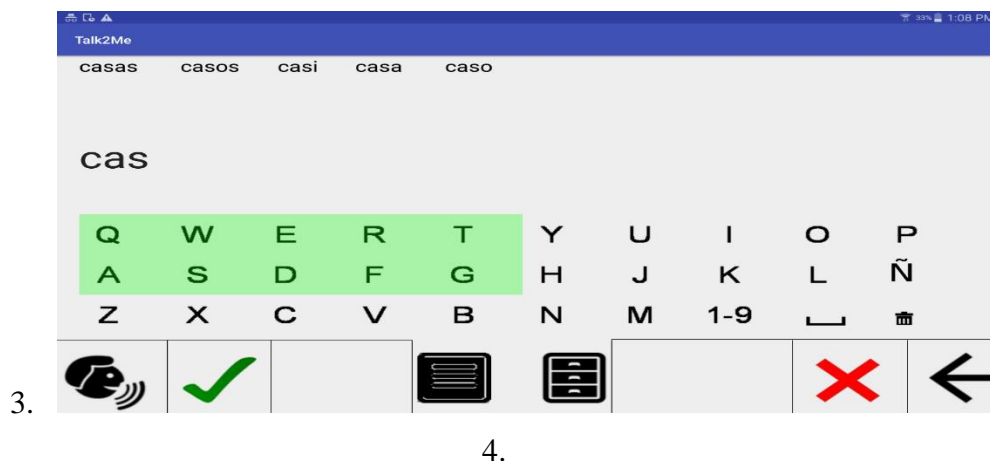
## Resultados

Dado que en la última evaluación se observó que el usuario había logrado un mayor control del movimiento con la cabeza se implementaron en el prototipo los siguientes botones para facilitar la comunicación del usuario:

- Botón para reproducir con voz la palabra en la pantalla
- Botón para afirmación
- Botón para negación
- Botón de borrado por letra
- Botón de acceso a base de datos para actualizar las palabras frecuentes (este botón se accede después de ser presionado por más de tres segundos para que no interfiera la interacción del usuario)

En la Figura 6 se puede observar la interfaz del prototipo final en que se implementaron las mejoras anteriores, con estas mejoras el prototipo incrementó su usabilidad y con ello la

habilitación de la comunicación del usuario ya que le permite seleccionar letras para formar palabras.



5. Figura 6. Prototipo final de *Talk2Me*

## Conclusiones

La aplicación de Tecnología de Información para habilitar a las personas con discapacidad es de gran relevancia ya que les permite realizar actividades que habrían sido imposibles para ellos. Aunque existen aplicaciones diseñadas para personas con diversas limitaciones, en ocasiones es necesario tratar casos particularmente ya que las herramientas ofrecidas no se adaptan a casos específicos.

En el caso tratado en este estudio, el estudiante con parálisis cerebral tardó 25 años en poder establecer comunicación mediante escritura dado que la tecnología ofrecida no le permitía interactuar. Es importante establecer líneas de investigación que se enfoquen en facilitar soluciones mediante tecnología a personas con limitaciones ya que para ellos puede significar un cambio completo en su vida.

Además de la aplicación de la tecnología en el prototipo es de gran valor la sensibilización de los equipos de trabajo al desarrollar este tipo de proyectos, para el nuestro fue altamente satisfactorio ser testigo de la primera palabra que puede escribir este estudiante con el uso de esta aplicación.



## Referencias

- Argüelles, P. P. (2008). Parálisis cerebral infantil. *Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica*, 272-277.
- Campistol, P. P. (2006). *Tratado de pediatría*. Madrid : Ergon.
- Hassan Montero, Y., & Ortega Santamaría, S. (2009). *Diseño Centrado en el Usuario (DCU)*. (NSU No Solo Usabilidad ) Recuperado el 2016 de Octubre de 17, de <http://www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm>
- Intel corporation . (22 de 02 de 2017). *01Intel open source* . Obtenido de Intel open source : <https://01.org/acat>
- Lawton, S., & Grossnickle, M. (20 de Octubre de 2017). *Accessibility in the User Centered Design Process*. Obtenido de uiAccess.
- Ramírez, D. A., Giraldo, L. E., & Henao, O. (2015). Diseño y experimentación de una propuesta didáctica apoyada en tecnología multimedial para el desarrollo de habilidades comunicativas en niños con síndrome de down. *Revista Educación y Pedagogía*, 11(23), 245-261.
- Rojas , S., Garzon, J., Martinez , D., Escobar, M., Robayo, C., & Montenegro Davis. (2012). Lector de ondas cerebrales para implementar un sistema alternativo y aumentativo de comunicacion . *10 Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology* (pág. 9). Panama city: International Competition of student posters and papers.
- Roset, J. L. (19 de 10 de 2017). Plaphoons . Gerona, Cataluña, España.

## TOXOPLASMOSIS OCULAR BILATERAL REPORTE DE UN CASO DE ENFERMEDAD DE TRABAJO

Pedroza- Calderón Tania Walkiria, taniawpeca2@hotmail.com, Olalde- Gil Andres Eusebio, Velazquez- de la Torre Jorge, jorgevelazquezt@edu.uag.mx Ballesteros- Islas Irving. aramiro.sanchez@edu.uag.mx  
Universidad Autónoma de Guadalajara.

**Resumen.** Las Enfermedades de Trabajo (ET) representan una parte importante del daño a la salud producido por los Riesgos Laborales. La Toxoplasmosis es una enfermedad parasitaria originada por *Toxoplasma Gondii* (TG). La Toxoplasmosis Ocular (TO) es la primera causa



de uveítis posterior en todo el mundo, originando secuelas permanentes en la agudeza visual, sin embargo, son escasas las referencias relacionadas a TO como secuela de ET. Una referencia cercana es la publicación del Hospital Militar Docente Mario Muñoz Monroy. Matanzas, de la Dra. González Delgado, con reporte de un caso de toxoplasmosis ocular en masculino de 11 años con antecedente de cuidar un criadero de palomas y otras mascotas, estableciendo una relación entre los factores de riesgo y patología. (Delgado 2010) Objetivo: Determinar la relación entre la actividad laboral y el desarrollo de toxoplasmosis ocular. Metodología: Revisión de expediente clínico de empleado de veterinaria que contrajo toxoplasmosis ocular, con pérdida de la agudeza visual, en el año 2014. Resultados: Masculino, 30 años de edad, empleado de veterinaria, revisión del expediente clínico laboral en el año 2014 reporta pérdida de la agudeza visual bilateral que originó incapacidad laboral. Nota de oftalmología refiere lesión retiniana bilateral, determinación serológica anti toxoplasma IgG positivo y anticuerpos anti toxoplasma positivo. El diagnóstico de Toxoplasmosis Ocular fue clínico y por laboratorios, dictaminado de acuerdo a la legislación vigente como ET. Conclusiones: Se estableció una relación entre la actividad laboral y el padecimiento, mediante historia clínica laboral, oftalmoscopia y determinación serológica.

**Palabras clave:** toxoplasmosis ocular, actividad laboral, incapacidad permanente.

## Introducción

La Toxoplasmosis es una enfermedad infecciosa, ocasionada por un parásito llamado *Toxoplasma Gondii* (TG) cuyo nombre genérico deriva del griego: toxon, que significa arco, forma que tiene el parásito, y Gondii se refiere al tipo de huésped, un pequeño roedor de África del norte, animal donde se aisló por primera vez el agente infeccioso por Nicolle y Manceux en 1908. El checoslovaco Janku (1923) hizo la primera relación entre el parásito y la enfermedad en un niño con coriorretinitis. (Gutiérrez, 2000)

El TG es un parásito intracelular obligado. Su ciclo de vida comprende diferentes estadios. Las formas infectantes son los esporozoítos contenidos en el ooquiste esporulado, los bradizoítos contenidos en el quiste y los taquizoítos contenidos en el pseudoquistes que mide de 7-8 micras. Su ciclo de vida comienza cuando el hospedador definitivo (felinos) ingiere el ooquiste esporulado presente en el agua, en la vegetación o en carne cruda con quistes o pseudoquistes. En el intestino del felino el parásito continúa su ciclo y nuevos ooquistes son liberados con las heces. En el exterior los ooquistes esporulan al cabo de 1 a 5 días.

Los ooquistes esporulados, los quistes o pseudoquistes también pueden ser ingeridos por un hospedador intermediario (mamíferos y aves); en este caso el parásito migra, a través de la circulación sanguínea, del intestino a otros órganos y tejidos del hospedador, quedando encerrado en una célula conocida como pseudoquistes, donde el parásito se multiplica y se libera infectando nuevas células; con el tiempo el pseudoquistes puede calcificarse y formar un quiste de hasta 100 micras de tamaño. Los reservorios de este parásito son los mamíferos

(humanos, felinos, ovinos, caprinos, bovinos, porcinos roedores) aves, suelo, vegetación, agua, alimentos (carne cruda) y vegetales. Los hospedadores son los siguientes: mamíferos (felinos, ovinos, caprinos, porcinos, roedores) y aves. El ooquiste es muy resistente a las condiciones ambientales, pudiendo sobrevivir largo tiempo en el agua, suelo húmedo o vegetación. Los quistes tisulares pueden sobrevivir durante semanas a temperatura ambiente y los taquizoitos durante días a 5°C en sangre. La transmisión se produce principalmente por la ingesta de carne cruda o mal cocida con el quiste o el pseudoquiste (zoonosis) y por la ingesta de leche, agua o vegetales contaminados con el ooquiste.

Otras formas de transmisión son la inhalación de ooquistes, el contacto con suelo contaminado y la inoculación de sangre infectada. No se transmite de persona a persona, salvo de la madre al feto por vía transplacentaria. (Trabajo I. N., 2013)

Es una enfermedad distribuida mundialmente, se estima que un 30% de la población es afectada por el parásito. Este parásito invade cualquier célula del organismo humano, por procesos de invasión activa como motilidad y secreción molecular. Además, por su capacidad transepitelial, puede invadir células del cerebro, ojo y placenta en mujeres embarazadas. La prevalencia de personas infectadas se ha efectuado por medición de los títulos de anticuerpos séricos específicos. En Francia, 90% de las personas habían sido infectadas al cumplir 40 años de edad. En la República Mexicana, la prevalencia poblacional de anticuerpos determinados con técnica de inmunofluorescencia fue de 30%. Las zonas de mayor prevalencia fueron las áreas costeras húmedas del Golfo de México y del Pacífico, mientras que la región árida norteña tuvo la prevalencia más baja. En países de América Latina, factores como abandono social, falta de planes de salud de las enfermedades transmisibles, los problemas sanitarios constituyen grandes dificultades en el desarrollo de la sociedad. La alta morbilidad (fuera de un gran número de casos subclínicos que pasan encubiertos por largo tiempo) de enfermedades zoonóticas de tipo parasitario como la toxoplasmosis, tiene mucha importancia, y es considerada a nivel mundial como causa importante de problemas oculares como disminución de la visión y de ceguera. (Dodds, 2015)

En México se cuenta con las encuestas nacionales realizadas en los años 1987, 2000 y 2006. En la primera se utilizó la técnica de Inmunofluorescencia y se dividió a la república mexicana en 3 sectores (norte, sur y costa), con una seroprevalencia resultante de alrededor de un 32%, de mayor importancia en las costas del país y con menor presencia en los estados del norte. (Uribarren, 2017). Esta parasitosis ha sido detectada en diferentes partes del país, en particular en las zonas tropicales en donde debido a las condiciones ambientales como la alta temperatura y humedad a lo largo todo el año hace que el parásito puede mantenerse

infectante por largos períodos de tiempo en el medio ambiente. Se han realizado diversos estudios epidemiológicos tanto en poblaciones humanas como en animales y se observa que, a pesar de la amplia distribución y buen establecimiento del agente en el país, existe un importante desconocimiento desde la epidemiología, tratamientos alternativos o las medidas de control. La falta de control de las poblaciones de felinos así como el establecimiento de medidas de control en unidades de producción de carne de diferentes especies para consumo humano están jugando un papel primordial que ha favorecido la amplia diseminación de la enfermedad en el país, principalmente en las zonas tropicales del sureste mexicano. En las personas que sufren de forma simultánea, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) y toxoplasmosis, comúnmente indica que se expusieron al parásito TG en alguna etapa temprana de su vida, y la inmunosupresión a causa del SIDA simplemente permite al parásito pasar desapercibido. Estos pacientes desarrollan enfermedades neurológicas severas y pueden experimentar convulsiones, parálisis, coma o morir de toxoplasmosis aun cuando se haya administrado el tratamiento adecuado. (Hernández, 2015)

Las profesiones de riesgo para esta enfermedad son: procesado, conservación de carne y elaboración de productos cárnicos. Procesado, conservación de frutas, hortalizas y elaboración de productos a partir de las mismas. Suministro de agua, actividades de saneamiento, gestión de residuos y limpieza urbana. Ingeniería civil. Actividades sanitarias y laboratorios. (Trabajo I. N., 2013)

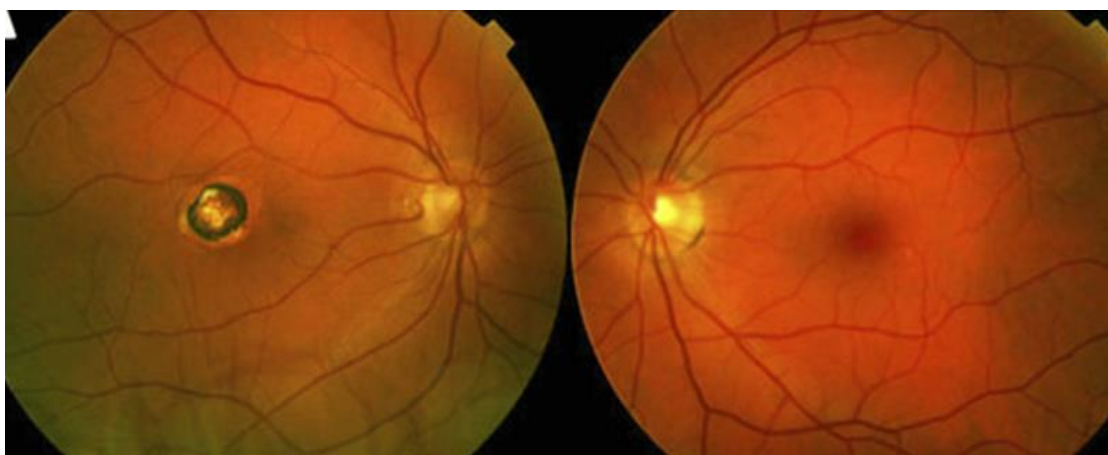
La infección suele cursar de forma asintomática. En caso de síntomas, estos son leves como: astenia, cefalea, febrícula, mialgias, inflamación de los ganglios linfáticos y dolores abdominales. Cuando el parásito deja de dividirse, se forma un quiste y la infección se hace crónica, manteniéndose en estado de latencia y pudiéndose reactivar en caso de inmunodepresión del hospedador. (Trabajo I. N., 2013).

La TO puede ser congénita y declararse al nacimiento, o aparecer posteriormente, con mayor frecuencia entre los 10 y los 20 años; o ser adquirida, y presentarse entonces en cualquier momento de la vida. (Bravo, 2005)

El cuadro clínico de la TO más común es la baja visión, según el sitio de lesión, ya que el foco de retinitis es un área de necrosis que afecta las capas internas de la retina liberando elementos inflamatorios que llegan al vítreo y producen miodesopsias y baja visión. Los síntomas están presentes en el 90% de los pacientes con formas activas y éstos pueden consultar por miodesopsias, escotoma o pérdida de visión, como en los casos con afectación foveal u opacidad de medios por vitreítis. En el 75% de los casos el primer episodio de TO

acontece entre los 10 y 35 años de edad, las lesiones recurrentes, se han encontrado en edades superiores a los 42 años. (Rey Torrente, 2012)

A la exploración del fondo de ojo se observa una lesión blanco-amarillenta de bordes irregulares y elevados, la coroides y la esclera pueden estar inflamadas. Cuando hay afectación del nervio óptico, la manifestación típica es una neuritis óptica con papilitis asociada a edema, las vainas del nervio óptico pueden servir como medio de diseminación hacia el cerebro. Si la reacción inflamatoria en el vítreo es muy intensa no es posible ver el fondo de ojo, a lo que se le llama retinitis como faro en niebla. El desprendimiento del vítreo posterior es común, hay precipitados en el vítreo y se forman bandas que causan tracción de la retina con el consecuente desprendimiento. En el segmento anterior podemos observar datos de uveítis aguda, con células en cámara anterior, nódulos en el iris, sinequias posteriores y depósitos retroqueráticos. El deterioro visual ocurre si se afecta la mácula por la necrosis o por secuelas de la inflamación.



*Retinografía, Hermida Pérez, España, 2014, Semergen 2014;40:e23-7 - DOI: 10.1016/j.semerg.2013.01.012*

En las recurrencias de la infección, que son más frecuentes en el primer año de la infección primaria, la reactivación de quistes en el borde de la cicatriz produce lesiones satélites. La neovascularización del nervio óptico o bien de un foco de necrosis retiniana se asocia a isquemia secundaria y debe vigilarse para fotocoagular en caso necesario. La TO se puede manifestar con formas atípicas, como neurorretinitis, retinitis punteada externa, papilitis sin foco de retinitis, retinocoroiditis pseudomúltiples, retinopatía pigmentaria unilateral, uveítis anterior tipo Fuchs, escleritis y retinitis necrosante difusa o multifocal. (Camas-Benítez, 2007)

El diagnóstico de TO es esencialmente clínico, aunque la serología es útil para diferenciar casos agudos con positividad de IgG e IgM por el método de ELISA, las formas crónicas mantienen positiva la IgG. La identificación de ADN de *Toxoplasma Gondii* con la prueba de reacción en cadena de las polimerasas PRC puede ser necesaria en casos de difícil diagnóstico y para fines de protocolos de investigación.

El tratamiento consiste en terapia combinada de sulfonamidas y pirimetamina, trimetoprim-sulfametoxazol, azitromicina, atovaquona, clindamicina, tetraciclina y minociclina. El pronóstico es usualmente bueno en sujetos inmunocompetentes, excepto cuando hay afectación de la mácula.

## **Desarrollo**

### **Material y Métodos**

Reporte de un caso de Toxoplasmosis Ocular, en un trabajador de veterinaria residente de Apatzingán Michoacán en el año 2014.

Revisión de expediente clínico de paciente masculino de 30 años de edad, soltero, residente de Apatzingán, Michoacán, escolaridad primaria terminada, trabajador en veterinaria, puesto encargado de mostrador de tienda de mascotas, con una antigüedad de 10 años, horario laboral de 07:30 a 15:00 hrs y de 17:00 a 20:30 hrs. Día de descanso domingo. Realizaba las siguientes actividades: asear y limpiar todo el establecimiento, retirar el excremento de las jaulas, alimentar a todos los animales según especie o raza, (perros, gatos, pájaros, y roedores). Inspeccionar la salud de los animales, desparasitar y vacunar, según las indicaciones del Médico Veterinario. Otras actividades, llevar mercancía a domicilio, así como la abrir y cerrar el establecimiento. Se detectó la exposición a riesgos de tipo biológico, contabilizando 10.5 hrs por día, 6 días a la semana, sin ningún sistema de control instalado o uso de equipo de protección personal.

Comienza su padecimiento en septiembre del 2014, con disminución progresiva de la agudeza visual, caracterizada por visión borrosa, acude a los servicios médicos de institución pública de salud, donde es derivado al servicio de Epidemiología, se solicitan estudios de laboratorio con resultados de anti toxoplasma IgG, con reporte positivo 19-7 UI/ML, anticuerpos anti toxoplasma positivo misma titulación. Valorado por Oftalmología se confirma diagnóstico de TO por medio de estudio de fondo de ojo. En la valoración de la agudeza visual, reporta que en ojo derecho no percibe la luz y en el ojo izquierdo la agudeza visual es 20/60, periférica, córnea transparente, iris regular con sinequias, pupila hiporreactiva retina con

lesión por toxoplasma macular inactiva vítreo turbio. Inicia tratamiento con antimicrobianos y esteroides tópicos.

Se realiza investigación del área de trabajo, se encontró que las instalaciones donde labora son prácticamente nuevas, con una superficie de 200 metros cuadrados, contando con suficiente ventilación, tanto en la parte frontal como en la trasera del inmueble, con temperatura ambiente de 28°C, y una humedad relativa de 65%, piso paredes y techo en buen estado.

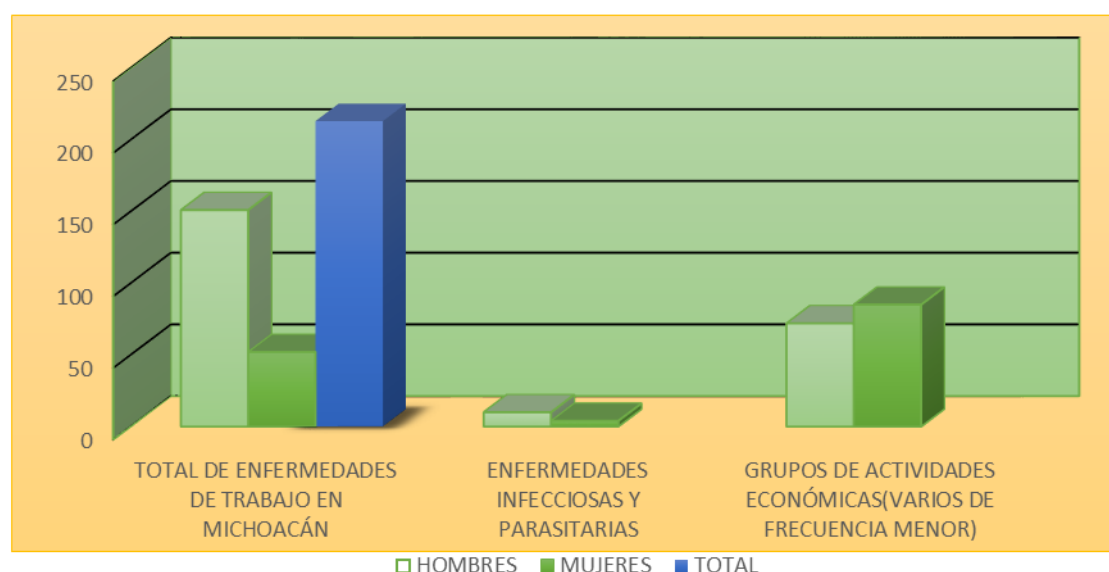
En la parte trasera del establecimiento se encuentran jaulas con perros de diferentes razas que se utiliza como maquila, así como un lugar para el baño y corte de pelo, aplicación de vacunas y desparasitación, estas actividades las efectúa sin equipo de protección personal ya que la empresa no los proporciona.

El paciente se deriva al Servicio de Salud en el Trabajo, donde con la evidencia clínica y los resultados de la investigación, se califica como enfermedad de trabajo estableciéndose una relación causa efecto, trabajo daño, agente enfermedad, cumpliendo con lo establecido en los artículos 473 y 475 de la Ley Federal del Trabajo, artículo 513 de Ley Federal del Trabajo en su apartado fracción 138, toxoplasmosis, referente a enfermedades generalizadas o localizadas provocadas por acción de bacterias, parásitos, hongo y virus., y artículos 41 y 43 de la Ley del Seguro Social. Posteriormente se realiza dictamen de incapacidad total permanente, por oculopatía bilateral debida a toxoplasma, realizando valuación de secuelas utilizando el artículo 514 de la Ley Federal del Trabajo en su fracción 302, tabla 2: otorgando un 80% de incapacidad órgano funcional de incapacidad total permanente. (IMSS, Caso Clínico de Toxoplasmosis Ocular Bilateral, 2015)

Las estadísticas proporcionadas por el IMSS en el año 2015, (Diario Oficial de la Federación, febrero 2016) reportan en el estado de Michoacán un total de 213 casos de enfermedades de trabajo, 151 hombres y 52 mujeres, de acuerdo a la actividad económica o tipo de actividad laboral (varios) donde se incluye este caso que se analiza, se contabilizaron 72 hombres y 85 mujeres, y finalmente como enfermedades infecciosas y parasitarias, 14 en total, siendo 10 hombres y 4 mujeres. (IMSS, 2015)



## Estadísticas 2015 IMSS Salud en el trabajo



(1) Con base en la CIE-10

(2) Cambio de denominación de Distrito Federal a Ciudad de México. Diario Oficial de la Federación 5 de febrero de 2016.

Fuente: DPM/ Unidad de Atención Primaria a la Salud/ Coordinación de Salud en el Trabajo (CST), Base de Riesgos de Trabajo 2015

## Discusión

Al analizar la patología del trabajador y su actividad laboral, se puede establecer una relación de causa efecto, trabajo daño, motivo por el que se le otorgó el beneficio de la dictaminación por enfermedad laboral, fundamentada en la Ley de Trabajo Vigente que cita: Artículo 473. Riesgos de trabajos son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo y Artículo 475. Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios, y fundamentada en la Ley del Seguro Social Artículo 41. Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo. Artículo 43. Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo, o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios. En todo caso, serán enfermedades de trabajo las consignadas en la Ley Federal del Trabajo. (Trabajo L. F., 2014) y de acuerdo al Reglamento de Prestaciones Médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social artículos 19,

22, 23, 25 y 30, referentes a la calificación de la enfermedad de trabajo por parte de los Servicios de Salud en el trabajo del IMSS. (IMSS, 2015)

## Conclusiones

La importancia de la detección temprana de las enfermedades consideradas como enfermedades derivadas del trabajo, como el caso de TO referido en este trabajo, es evitar secuelas que puedan ocasionar una incapacidad permanente en los trabajadores. Seguramente también es importante la prevención de dichas patologías, realizando una historia laboral completa e implementando medidas para la detección de riesgo, y en el caso de que ya exista la patología minimizar el daño, ofreciendo la oportunidad al trabajador de reincorporarse a sus actividades de la vida diaria, laboral y social.

## Referencias

- Alonso, Martí, Constans. (1990). *INSHT*. Obtenido de [www.insht.es/InshWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Técnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_411.pdf](http://www.insht.es/InshWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas/Técnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_411.pdf)
- Bravo, T. C. (2005). *Revista Mexicana Patologia Clinica* Vol 52 , 151-162.
- Camas-Benitez, G. T. (2007). *Presentaciones atípicas de toxoplasmosis ocular*. REVISTA MEDICA DEL HOSPITAL GENERAL DE MEXICO, S.S. , 30-35.
- Delgado, G. (2010). *Rev Med Electrón*. Obtenido de [www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol4%202010/tema10.htm](http://www.revmatanzas.sld.cu/revista%20medica/ano%202010/vol4%202010/tema10.htm)
- DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACION. (28 de ABRIL de 2014). [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5342372&fecha=28/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5342372&fecha=28/04/2014). Obtenido de <http://dof.gob.mx>
- Dodds, E. (2015). *toxoplasmosis ocular* . Obtenido de <http://emiliododds.com/toxoplasmosis-ocular/>
- Gutierrez, T. L. (2000). *Parasitología Médica*. En T. L. Gutierrez, *Parasitología Médica* (págs. 173-194). México DF: Mendez Editores.
- Hernández. (2015). *Toxoplasmosis en Mexico situacion epidemiologica en humanos y animales*. *Rev.Inst.Med.Trop.S.Paulo*, 93-103.
- IMSS. (2015). Obtenido de [www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/leyes/LSS.pdf](http://www.imss.gob.mx/sites/all/statics/pdf/leyes/LSS.pdf)
- IMSS. (2015). *Caso Clinico de Toxoplasmosis Ocular Bilateral* . Michoacán , Mexico .
- IMSS. (2015). *IMSS*. Obtenido de *Memoria Estadística: www.imss.gob.mx/conoce-alimss/memoria-estadistica-2015*



- Ortiz, M. d. (2013). Ocular Toxoplasmosis: A Case Report. *International Journal of Clinical Medicine*, ID:26599,4.
- Ramos, Perez, Raiza. (01 de Enero-Marzo de 2013). Toxoplasmosis ocular y rehabilitación visual. Presentación de un caso. Obtenido de Revista Habanera de Ciencias Médicas : [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1729-519X2013000100006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2013000100006)
- Rey Torrente, C. (2012). Oftalmosenformación. Obtenido de [http://www.oftalmoseoformacion.com/wp-ofthalmoseo/documentacion/cap\\_04\\_toxoplasmosis\\_ocular.pdf](http://www.oftalmoseoformacion.com/wp-ofthalmoseo/documentacion/cap_04_toxoplasmosis_ocular.pdf)
- RI, G. D. (2010). [www.revmatanzas.sld.cu](http://www.revmatanzas.sld.cu).
- Trabajo, I. N. (23 de 09 de 2013). DATABiO. Obtenido de [www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Parasitos/Toxoplasma%gondii.pdf](http://www.insht.es/RiesgosBiologicos/Contenidos/Fichas%20de%20agentes%20biologicos/Fichas/Parasitos/Toxoplasma%gondii.pdf)
- Trabajo, L. F. (2014). Diario Oficial de la Federación. Obtenido de [www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/156203/1044\\_Ley\\_Federal\\_del\\_Trabajo-pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/156203/1044_Ley_Federal_del_Trabajo-pdf)
- Uribarren. (13 de Marzo de 2017). *Universidad Nacional Autónoma De México*. Obtenido de <http://www.facmed.unam.mx/deptos/microbiologia/parasitologia/toxoplasmosis.html>

## RIESGOS DE DISCAPACIDAD EN EL PERSONAL DE ENFERMERÍA DE UN HOSPITAL PÚBLICO

Cirila Dimas Palacios<sup>1</sup> [ciri\\_2783@hotmail.com](mailto:ciri_2783@hotmail.com) Josefina Valenzuela Gandarilla<sup>1</sup> [josefina\\_vgandarilla@yahoo.com.mx](mailto:josefina_vgandarilla@yahoo.com.mx) Ma. Martha Marín Laredo<sup>1</sup> [marthita\\_marin@yahoo.com.mx](mailto:marthita_marin@yahoo.com.mx), Hortencia Garduño García<sup>3</sup> [horten\\_cia06@live.com.m](mailto:horten_cia06@live.com.m)  
María Dolores Flores Solís<sup>1</sup> [doloresfloresnut@hotmail.com](mailto:doloresfloresnut@hotmail.com)

<sup>1</sup>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

**Resumen.** Los riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio y con motivo del trabajo, éstas han representado una de las situaciones limitantes de la evolución personal y colectiva del hombre debido a los efectos negativos en la salud y las secuelas que producen. El objetivo de este estudio fue analizar los riesgos de discapacidad asociados a condiciones inseguras y actos inseguros en el personal de enfermería de un hospital de Morelia, Michoacán. **Metodología.** Se trató de un estudio no experimental, descriptivo y transversal. Se hizo un muestreo por conveniencia, encuestándose 65 enfermeras de marzo a abril de 2015. Se utilizó un cuestionario con 33 preguntas, de las cuales 15 preguntas fueron de opción múltiple, 10 en escala de Likert y 8 dicotómicas. Se exploraron variables sociodemográficas y de riesgos de discapacidad en enfermería.

**Resultados.** Los riesgos de discapacidad en el personal de enfermería se originan al utilizar equipo electromédico en mal estado, abastecimiento inadecuado del equipo de protección, suelo resbaladizo, reencapuchar las agujas usadas, ni con un programa de mantenimiento de aparatos eléctricos, falta de espacios físicos y no emplear correctamente la mecánica corporal los cuales pueden originar accidentes y/o enfermedades del trabajo ( $p > 0.05$ ). **Conclusión.** La prevalencia de riesgos de discapacidad en el personal de enfermería se deben a múltiples factores los cuales pueden provocar fracturas, esguinces, desgarres, torceduras, enfermedades infectocontagiosas y causadas por citotóxicos.

**Palabras clave.** Accidentes. Enfermedades. Mecánica corporal.

## Introducción

La evolución de la actividad laboral ha traído consigo una mejora de la calidad de vida de los trabajadores, sin embargo es también responsable de la aparición de una serie de efectos negativos en la salud de éstos. En el caso de los trabajadores de salud están expuestos a múltiples riesgos: físicos, químicos, psicológicos, ergonómicos, mecánicos y biológicos.

Los riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio y con motivo del trabajo.

Los accidentes y/o enfermedades del trabajo se clasifican según la magnitud de incapacidad que producen; temporal, permanente parcial, permanente total y muerte. Actualmente en varios países de Europa y Norteamérica, se registran más de 3 millones de accidentes de trabajo por año y aunque no se publican cifras, la Organización Internacional del Trabajo, estima que en el mundo ocurren más de 15 millones de accidentes laborales por año en los diversos tipos de trabajo. Por otra parte, en las estadísticas Mexicanas de salud, los accidentes y los riesgos de trabajo han ocupado un lugar relevante durante los últimos años, constituyendo un serio problema de salud pública que debe ser real y luego ser atendido en forma apropiada, tanto por las implicaciones físicas, psicológicas, económicas, que representa para la salud de los trabajadores, como para la productividad y la sociedad en su conjunto.

Específicamente, dentro de las áreas de actuación laboral está el hospital, en donde son realizadas actividades insalubres, aquellas que por su naturaleza, condiciones o métodos de trabajo exponen al trabajador a agentes nocivos para su salud por encima de los límites de tolerancia fijados en razón de la naturaleza y de la intensidad del agente y del tiempo de exposición a sus efectos. La Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley, 31/1995, de 8 de noviembre), en su artículo 14 convierte al empresario y a las administraciones públicas respecto del personal a su servicio, en el garante de la seguridad y la salud de los trabajadores. En el medio sanitario el riesgo más frecuente es el biológico, siendo el más expuesto, el personal que proporciona asistencia directa a los enfermos, el mayor número de accidentes

laborales con material biológico se producen en el personal de enfermería y más concretamente en las áreas quirúrgicas y médicas, seguido de los laboratorios.

Para ello es necesario que las empresas productivas y las instituciones de seguridad social destinen mayores recursos y realicen mayores esfuerzos en materia de programas preventivos contra los riesgos de trabajo; pero es también indispensable que los trabajadores comprendan su responsabilidad en la prevención de riesgos de trabajo, actuando de manera más responsable por su propia seguridad, la de sus compañeros y la de sus familias, obedeciendo las medidas preventivas y de seguridad laboral, manteniéndose íntegros, observando medidas higiénicas adecuadas, participando en el autocuidado de su salud, con hábitos de consumo adecuados y estilos de vida más sanos, propiciando así una cultura laboral prevencionista que garantice la integridad de sus capacidades productivas, para su mejor desarrollo personal, familiar y social.

En México hay pocos estudios que muestren los riesgos de discapacidad en el personal de enfermería, es importante contar con estadísticas que permitan establecer acciones preventivas de accidentes y enfermedades derivadas del trabajo, a fin de evitar discapacidad en las enfermeras y enfermeros.

Por lo anterior mencionado surge la siguiente pregunta de investigación:

**¿Cuáles son los riesgos de discapacidad asociados a condiciones inseguras y actos inseguros en el personal de enfermería de un hospital de Morelia, Michoacán?**

El **objetivo** de este estudio fue analizar los riesgos de discapacidad asociados a condiciones inseguras y actos inseguros en el personal de enfermería de un hospital de Morelia, Michoacán.

### **Hipótesis:**

**Hi:** Existen riesgos de discapacidad asociados a condiciones inseguras y actos inseguros en el personal de enfermería de un hospital de Morelia, Michoacán.

### **Desarrollo**

#### **Enfoque teórico**

El desarrollo de la humanidad ha sido impulsado por el trabajo; sin embargo, cada una de las funciones laborales está inmersa en un ambiente propio que genera ciertas condiciones, que conllevan al trabajador se exponga en forma individual o colectiva a determinados factores de riesgo laboral, el cual se considera a todo aquel aspecto del trabajo que tiene la

potencialidad de causar un daño. Los riesgos laborales que conllevan a una discapacidad son; las **condiciones** y los **actos inseguros**.

Las **condiciones inseguras**, son las causas que se derivan del medio en que los trabajadores realizan sus labores (ambiente de trabajo). Los **actos inseguros** son las causas que dependen de las acciones del propio trabajador y que pueden dar como resultado un accidente. Estas causas originan accidentes y/o enfermedades profesionales las cuales pueden originar en las personas secuelas.

En este caso puede tratarse de accidentes laborales y por consecuente los accidentes y/o enfermedades del trabajo.

**Accidente del trabajo:** Es todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte. También, es aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aún fuera del lugar y horas de trabajo.

**Tipos de accidente** entre los más frecuentes se encuentran:

- Golpeados por o contra algo
- Atrapado por o entre algo
- Caída en el mismo nivel
- Caída a diferente nivel
- Resbalón o sobreesfuerzo
- Exposición a temperaturas extremas
- Contacto con corrientes eléctricas
- Contacto con objetos o superficies con temperaturas muy elevadas

### **Enfermedad de trabajo**

De acuerdo al artículo 475 de la Ley Federal del Trabajo (2015) es “Todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en el que el trabajador se vea obligado prestar sus servicios”.

Las enfermedades de trabajo más comunes son las que resultan de la exposición a temperaturas extremas, al ruido excesivo y a polvos, humos, vapores o gases.

### **Otros daños para la salud**

En el trabajo pueden existir elementos agresivos capaces de ocasionar trastornos que, sin ser de naturaleza física, pueden causar daños al trabajador. Estos pueden ser perniciosos para el

equilibrio mental y social de los individuos e incluso llegar a materializarse en dolencias de tipo somático o psicosomático. Por ejemplo, la **fatiga** derivada de la carga de trabajo, tanto física como mental.

Es así, como los trabajadores de las instituciones de salud están expuestos a múltiples riesgos como físicos, químicos, psicológicos, ergonómicos, mecánicos y biológicos. Es importante mencionar que el riesgo biológico se ha tornado como el más frecuente, y el personal de enfermería es la población más afectada.

Entre el material biológico que tiene contacto el personal de enfermería se encuentran los fluidos corporales, clasificándose en:

#### **Fluidos corporales de alto riesgo:**

Entre estos se encuentra la sangre, semen, secreciones vaginales, leche materna y aquellos líquidos provenientes de cavidades normalmente estériles como: líquido cefalorraquídeo, sinovial, peritoneal, pericárdico y amniótico, saliva en caso de procedimientos invasivos en la cavidad bucal.

#### **Fluidos corporales de bajo riesgo:**

Se aplican a las deposiciones, secreciones nasales, expectoración, transpiración, lágrimas, orina o vómitos a excepción de aquellos que tengan sangre visible. En la actualidad, entre las enfermedades infecciosas a las que están expuestos los profesionales sanitarios destacan hepatitis B, C y D y el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA). De acuerdo a lo encontrado por Arenas y Pinzón (2011), explican que existe un alto riesgo en el personal de enfermería para accidentarse por exposición biológica, así como los factores de riesgo asociados a la accidentalidad laboral de riesgo biológico.

La exposición de riesgo biológico, se refiere como la probabilidad de infectarse con un patógeno durante la actividad laboral por lesiones percutáneas (pinchazos, cortes, rasguños) o por el contacto con membranas mucosas o piel no intacta (lesiones o dermatitis) de sangre, tejido u otros tejidos corporales potencialmente contaminados, de debe considerar el contacto con piel intacta en gran extensión y en tiempo prolongado.

Por otra parte el **accidente de exposición a sangre o fluidos corporales**, se refiere a todo contacto con sangre o fluidos corporales y que lleva una solución de continuidad (pinchazo o herida cortante) o un contacto con mucosas o con piel lesionada.

#### **Magnitud del problema de los accidentes de exposición a sangre y fluidos corporales**

Los grupos de trabajo considerados de mayor riesgo son:

- Personal médico y de enfermería que esté en contacto directo con pacientes, con sangre o con materiales contaminados

- Personal técnico de los laboratorios de análisis clínico y servicios de hematología.
- Personal de servicio que desempeñe tareas en salas de internación, urgencias, laboratorio, quirófano, quirófano, hematología o que esté expuesto a la manipulación de material contaminado proveniente de dichos servicios.

Cabe mencionar que del 65 al 70 % de los accidentes ocurren en el personal de enfermería, ocurren en el personal de enfermería, seguido del personal de laboratorio (10-15%). Los accidentes ocurren en la habitación del enfermo (60-70 %). En el caso de maniobras quirúrgicas los cortes con bisturí se producen al momento de pasar el instrumental. El 89 % de las exposiciones accidentales son inoculaciones percutáneas de las cuales el 87 % son pinchazos. El pinchazo es el accidente más frecuente, quizás debido a la costumbre de reencapuchar las agujas o por el manejo inadecuado de contenedores rígidos. Las actividades con mayor riesgo de accidente son la administración de medicación intramuscular e intravenosa, la recogida de material usado, la manipulación de sangre, reencapuchar, suturar y las agujas abandonadas. Estos accidentes pueden aumentar los riesgos de discapacidad en el personal de enfermería.

Para actuar sobre estos daños, se cuenta con la ergonomía y la psicología aplicada a la prevención de riesgos laborales, además de la aportación general de la Medicina del Trabajo y de las normas de bioseguridad, al igual que lo hace en relación con los accidentes y enfermedades del trabajo.

### **Ergonomía**

Es el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación del trabajo a la persona. Es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar del trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y aumentar la eficiencia.

Por otra parte la **bioseguridad** se define como la doctrina de comportamiento encaminada a lograr actitudes y conductas que disminuyen el riesgo del trabajador de la salud de adquirir infecciones en el medio laboral. Compromete también aquellas otras personas que se encuentran en el ambiente asistencial, ambiente que debe estar diseñado en el marco de una estrategia de disminución de riesgos. Sus objetivos son establecer las medidas de prevención de accidentes del personal de salud que está expuesto a sangre y otros líquidos biológicos,

además de establecer la conducta a seguir frente a un accidente con exposición a dichos elementos.

### Enfoque metodológico

**Metodología.** Se trató de un estudio no experimental, descriptivo, transversal y retrospectivo. Se hizo un muestreo por conveniencia, encuestándose 65 enfermeras de marzo a abril de 2015. Se utilizó un cuestionario con 33 preguntas, de las cuales 15 preguntas fueron de opción múltiple, 10 en escala de Likert y 8 dicotómicas. Se exploraron variables sociodemográficas (sexo, edad y antigüedad) y de riesgos de discapacidad en enfermería.

### Resultados

Posterior a la recolección de datos se encontraron los siguientes resultados:

Sexo del personal de enfermería

Tabla 1

Sexo	Frecuencia	Porcentajes
Hombre	63	96,9
Mujer	2	3,1
Total	65	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

En relación al sexo del personal de enfermería se encontró que el 96,9 % (63) son mujeres y el 3,1 % (2) son hombres. Existen actividades propias de la profesión que implican un gran esfuerzo físico entre las cuales se encuentran; movilización de los usuarios, soporte durante procedimientos quirúrgicos, baño en cama, cambio de ropa, administración de medicamentos endovenosos, entre otros, lo cual aumenta el riesgo de accidentes y/o enfermedades del trabajo y a su vez discapacidad en las enfermeras (os) asistenciales, aunado a que la mayoría son mujeres y que éstas en relación a los hombres la fuerza física es menor.

## Programa de mantenimiento de los equipos eléctricos

Tabla 2

Programa de mantenimiento de los equipos eléctricos	Frecuencia	Porcentajes
Si	18	27,7
No	47	72,3
Total	65	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

Respecto a si existe un programa enfocado al mantenimiento de los equipos eléctricos, se encontró que el 72,3 % mencionaron que no, mientras que el 27,7 % dijeron que sí.

## Uso de los equipos en mal estado de mantenimiento

Tabla 3

Uso de los equipos en mal estado de mantenimiento.	Frecuencia	Porcentajes
Siempre	5	7,7
Casi siempre	11	16,9
A veces	26	40,0
Nunca	23	35,4
Total	65	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

En relación al uso de los equipos en mal estado y/o con funcionamiento inadecuado, el 40,0% (26) del personal de enfermería encuestado indicaron que a veces, el 35,4 % (23) nunca, el



16,9 % (11) casi siempre y el 7,7 % (5) indicó que siempre. Lo relevante de estos resultados es que el personal de enfermería usó los equipos con funcionamiento inadecuado asociándose así con las condiciones inseguras y actos inseguros y con ello riesgos de discapacidad ( $p<0.001$ ) de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado, es decir ambas variables son dependientes, con un nivel de confianza de 95%.

#### Suelo limpio y exento de resbaladizo

Tabla 4

Piso limpio y exento de resbaladizo.	Frecuencia	Porcentajes
Si	17	26,2
No	48	73,8
Total	65	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

Respecto a si el piso se mantenía limpio y exento de sustancias resbaladizas, se encontró que el 73,8 % (48) indicó que el piso no reunía estas características, mientras que el 26,2 % (17) mencionó que sí.

La falta de orden y limpieza de los pisos del centro de trabajo puede condicionar riesgos de trabajo y con ello se aumenta el riesgo de sufrir daños a la salud como caídas, golpes, esguinces o fracturas en el personal de enfermería ( $p<0.001$ ) de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado, es decir existen riesgos de discapacidad asociados con condiciones inseguras del hospital, con un nivel de confianza de 95%.

#### Zonas de paso libres de obstáculos

Tabla 5

Zonas de paso libres de obstáculos	Frecuencia	Porcentajes
Si	26	40,0
No	39	60,0
Total	65	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

El 60,0 % (39) del personal de enfermería indicó que no hay zonas de paso libres de obstáculos en su centro de trabajo, mientras que el 40,0% (26) refirieron que si ( $p<0.001$ ) de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado, es decir existen riesgos de caídas, contusiones asociados con zonas de paso con obstáculos en el hospital, con un nivel de confianza de 95%.

#### Espacios físicos para ubicar materiales y equipos

Tabla 6

Espacios físicos para ubicar materiales y equipos.	Frecuencia	Porcentajes
Si	25	38,5
No	40	61,5
Total	65	100,0

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

El 61,5 % (40) del personal de enfermería refirieron que no existen espacios físicos para ubicar materiales, mientras que el 38,5 % (25) indicaron que sí. Los resultados explican que existen condiciones inseguras en el hospital como obstrucción de las zonas de paso debido a la falta de espacios físicos ( $p<0.001$ ) de acuerdo a la prueba de Chi-Cuadrado.

#### Reencapuchan las agujas.

Tabla 7

Uso de los equipos en mal estado de mantenimiento.	Frecuencia	Porcentajes
Siempre	42	64,6
Casi siempre	10	15,4
A veces	5	7,7
Nunca	8	12,3

Total	65	100,0
-------	----	-------

---

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

Respecto a si el personal de enfermería reencapucha las agujas después de su uso, el 64,6 % (42) indicó que siempre, el 15,4 % (10) casi siempre, el 12,3 % (8) refirieron que nunca mientras que el 7,7 % (5) mencionaron que a veces. Lo cual coincide con lo mencionado por el Hospital Nacional “Sergio E. Bernales” (2013) que los accidentes ocurren con más frecuencia (60-70 %) al manipular jeringas y al intentar reencapuchar la aguja luego de su utilización.

#### Utilizan la mecánica corporal

Tabla 8

Utilizan la mecánica corporal	Frecuencia	Porcentajes
Si	10	38,5
No	55	84,6
Total	65	100,0

---

Fuente: Cuestionario aplicado al personal de enfermería de un hospital público de Morelia, Michoacán del 9 de marzo al 20 de abril de 2015.

En lo relacionado si el personal de enfermería utiliza la mecánica corporal, el 84,6 % (55) indicó que no, mientras que el 15,4 % (10) contestó que sí ( $p > 0.05$ ), los resultados difieren con lo mencionado por Sarango (2014), quién explica que la correcta aplicación de la mecánica corporal durante el desarrollo de las actividades cotidianas previene los riesgos de accidentes de trabajo sobre todo aquellos que afectan a la columna vertebral ya que son la causa de incapacidades prolongadas y en ocasiones permanentes.

#### Discusión y Conclusiones.

Existen actividades propias de la profesión de enfermería que aumentan los riesgos de discapacidad aunado a que la mayoría del personal de enfermería son mujeres y éstas en relación a los hombres su fuerza física es menor. Por otra parte, las condiciones inseguras

como la falta de un programa enfocado al mantenimiento de los equipos eléctricos puede condicionar un accidente de trabajo, por lo cual aumenta el riesgo en enfermería y en los usuarios a sufrir accidentes como electrocución y quemaduras y, con ello daños que pueden ocasionar incapacidad temporal y/o permanente o hasta la muerte debido al uso de equipos sin mantenimiento y en mal estado. La falta de orden y limpieza del piso, zonas libres de obstáculos y la el déficit de espacios físicos para ubicar y/o acomodar equipos y materiales en el hospital aumenta el riesgo de sufrir accidentes de y con ello discapacidad en las enfermeras (os). Dentro de los actos inseguros se encontró que enfermería reencapucha las agujas después de haberlas utilizado conlleva a adquirir enfermedades infectocontagiosas y el no utilizar la mecánica corporal correctamente al efectuar las actividades cotidianas aumenta el riesgo de afectaciones de la columna vertebral.

La prevalencia de riesgos de discapacidad en el personal de enfermería se deben a múltiples factores los cuales pueden provocar lesiones de la columna vertebral, fracturas, esguinces, desgarrs, torceduras, enfermedades infectocontagiosas y causadas por citotóxicos.

Es importante que el hospital cuente con un programa de higiene y seguridad, aplicar las normas de bioseguridad y las bases de la ergonomía a fin de evitar daños a la salud de los trabajadores como discapacidades físicas.

### Referencias bibliográficas

- Arenas A y Pinzón, A. (2011). Riesgo biológico en el personal de enfermería: una revisión práctica. Revista CUIDARTE, 2 (1), 216-224. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=359533178018>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión de México (2015, 30 abril). Ley Federal del Trabajo. En Diario Oficial de la Federación [en línea]. Disponible en: [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/125\\_120615.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/125_120615.pdf) [2015, 12 de junio].
- Gispert, Carlos. (2012). Manual de la enfermería. México: Oceano/ Centrum.
- Hospital Nacional Sergio E. Bernales. (2013). Respuesta oportuna y eficaz ante accidentes con secreciones, fluidos corporales e instrumentos punzocortantes potencialmente contaminados (RD 112-2013-DG-HNSEB). Recuperado de [http://www.hnseb.gob.pe/normatividad\\_logistica.html](http://www.hnseb.gob.pe/normatividad_logistica.html)
- Ladou, J. y Harrison, R. (2015). Diagnóstico y tratamiento en medicina laboral y ambiental (5ta edición). México: Manual moderno.

Sarango, MC. (2014). Aplicación de la mecánica corporal en el personal de enfermería que labora en el área de terapia intensiva del Hospital Provincial General Docente Riobamba en el período julio a diciembre del 2013 (Tesina de pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

## RESUMENES



# ENITED 2017

## **MEJORANDO LA DISFEMIA MEDIANTE EL RECONOCIMIENTO COMPUTARIZADO DE SILABAS DEL HABLA**

Jesús Manuel Delgado Luna, Jesús Manuel Olivares Ceja, Andrea Barriga Corral

Actualmente, estimaciones señalan al 1% de la población mundial enfrentando el trastorno del habla conocido como disfemia (tartamudez). Estas personas tienen problemas con la fluidez y articulación deficiente. Generalmente son marginadas y difícilmente encuentran un trabajo bien remunerado. Aunque existen muchas herramientas informáticas de reconocimiento del habla, muy pocas se enfocan en mitigar estas deficiencias.

En este trabajo se requiere captar la voz humana y digitalizarla para su procesamiento mediante técnicas de filtrado y transformaciones matemáticas para obtener segmentos del habla que se comparan con patrones de sílabas previamente entrenadas. Las palabras pronunciadas por la persona con la dificultad del habla se adecuan para que el sonido que se reproduzca mediante altavoces con un volumen mayor al original con las sílabas repetidas eliminadas, dando la impresión de corregir el trastorno.

Este trabajo se desarrolló durante una estancia de verano. Primero se recopiló información para explorar el estado del arte y conocer las propuestas que actualmente apoyan a personas con disfemia. Con base en los datos obtenidos, se plantea la hipótesis de desarrollar un sistema de detectar sílabas a partir del procesamiento del habla con la intención de mejorar este trastorno. Después de analizar la información y hacer la propuesta, se elaboró una lista de requerimientos en que destacan: leer archivos de sonido en formato WAV con palabras aisladas en cada uno, graficar la señal de voz y compararla con los resultados obtenidos con herramientas similares usando MathLab<sup>®</sup>, aplicar la transformada rápida de Fourier en segmentos entre 5 y 100 milisegundos, aplicar una técnica propia de segmentación de sílabas, comparar segmentos de voz con patrones etiquetados, hacer correcciones en las secuencias procesadas y en donde se detecte disfemia reemitir el sonido corregido. Está pendiente realizar pruebas con voluntarios y validar los resultados con especialistas de trastornos del habla.

## ESPACIOS EDUCATIVOS ACCESIBLES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD

Miguel Angel García Trillo (tgarcia@umich.mx) Rosalía Mora Juárez (chalymj@gmail.com)

José Carlos Rodríguez Cortes (carlitozz\_ssugor@hotmail.com)

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Toda persona debe de tener la oportunidad de ingresar a la educación escolar en la mayor igualdad de circunstancias posibles incluyendo a aquellas que padecen alguna discapacidad. Las instituciones educativas deben de contar con espacios accesibles para las personas con discapacidad motriz, pero también facilitar el acceso y la permanencia a los que tienen otro tipo de discapacidad.

**Objetivo:** Se pretende concientizar sobre la necesidad de contar con espacios de accesos para las personas con discapacidad; mostrar las características de tales espacios y las leyes que existen para su diseño, creación y uso; realizar una investigación sobre el apoyo que las instituciones educativas públicas y privadas están haciendo para atender las necesidades de las personas con alguna discapacidad.

**Metodología:** Realizar la investigación del tema mediante consultas de páginas especializadas, la recopilación de información en medios de comunicación (prensa) así como una investigación sobre algunas dependencias educativas públicas y privadas, en particular la dependencia educativa a la que pertenecemos para conocer los avances que se han hecho al respecto y los puntos en los que aun hay que mejorar.

**Resultados y conclusiones:** Hemos verificado la existencia de leyes y reglamentos que regulan los accesos y espacios físicos para personas con discapacidad y hemos encontrado que en muchas dependencias educativas se están realizando acciones para que las personas con discapacidad tengan fácil acceso a dichos lugares educativos, especialmente en construcción de accesos físicos y señalamientos. Sin embargo aún falta mucho por hacer, especialmente relacionado con los que tienen alguna discapacidad diferente a la motriz (por ejemplo visual o auditiva), ya que hace falta equipamiento y adaptaciones necesarias en la mayoría de los casos. Especialmente es necesario que la sociedad en general tenga conciencia de sus derechos y estemos dispuestos a respetar sus espacios y promover acciones a favor de las personas con discapacidad.

**Palabras clave:** Espacios accesibles, discapacidad, accesos.



## PROFESIONALIZACIÓN DE LOS ACTORES DE LA EDUCACIÓN INICIAL PARA UNA INCLUSIÓN EDUCATIVA

Elizabeth Camarillo Hernández

Universidad del Valle de México elizabeth.camarillo@uvmnet.edu Educación y Cultura - Escolar

### Introducción

Abordar el tema de la Inclusión Educativa en la Ciudad de México, nos remite a unos de los principales derechos que cualquier niño, adolescente o adulto tendría que tener, sin importar sus características físicas, biológicas, ideológicas, sociales y económicas, esto, conforme lo señala la Constitución en su Artículo 3o.- *“Todo individuo tiene derecho a recibir educación. El Estado -Federación, Estados y Municipios impartirá educación preescolar, primaria y secundaria”*, aunado al concepto que nos da la Ley General para la Inclusión de las Personas con Discapacidad, en el capítulo 3, Artículo 12, apartado II. *“Impulsar la inclusión de las personas con discapacidad en todos los niveles del Sistema Educativo Nacional, desarrollando y aplicando normas y reglamentos que eviten su discriminación y las condiciones de accesibilidad en instalaciones educativas, proporcionen los apoyos didácticos, materiales y técnicos y cuenten con personal docente capacitado”*

### Reflexión

Partiendo de dichas premisas, la presente reflexión pretende centrar nuestra atención, en la falta de capacitación y profesionalización que hoy en día se observa como una barrera para hablar de una educación incluyente, en donde, por un lado, tengamos escuelas o planteles con una infraestructura que cuente con las mínimas condiciones y adecuaciones de accesibilidad en sus aulas y por otra parte, a los estudiantes con algún tipo de discapacidad, siendo otro de los principales desafíos en materia de inclusión, contar con personal sensibilizado y preparado para brindar una educación con calidad y calidez, en la que además, los materiales, el trato y la atención, favorezcan, el desarrollo de las competencias, habilidades y aptitudes de un colectivo, privilegiando la diversidad, nutriéndose unos de otros.

**Objetivo:** Si bien, es importante que las escuelas o planteles cumplan con los ajustes mínimos necesarios en materia de accesibilidad, urge empezar a sensibilizar y capacitar en materia de inclusión, aprecio a la diversidad y discapacidad, al personal directivo, académico, administrativo y demás actores responsables de la educación de nivel inicial para coadyuvar en el proceso de enseñanza aprendizaje de los alumnos con algún tipo de discapacidad.

### Conclusiones:

Por consiguiente, la propuesta a plantear en esta reflexión, está basada en lo que he venido observando, desde hace más de 7 años que he colaborado en distintos organismos tanto

públicos, como privados, en materia de sensibilización e inclusión social y laboral de las personas con discapacidad:

Que la SEP, como principal órgano regulador de la educación en México, inicie por celebrar convenios de colaboración con Organizaciones de la Sociedad Civil, expertas en temas de sensibilización hacia la discapacidad, aprecio a la diversidad, educación e inclusión, para que puedan promover cursos, talleres, diplomados, actividades, recomendaciones, adecuaciones que pugnen por una verdadera Educación Incluyente.

Que a su vez, se conforme un área conformada por expertos, que con cierta periodicidad, identifiquen las necesidades y retos que cada escuela está enfrentando, para buscar los medios y las formas de atenderlas o solucionarlas, mediante asesorías de expertos.

Y por supuesto, replicar las buenas prácticas en materia de inclusión entre las mismas escuelas u organismos externos para que sean convocados en participar a través de conferencias o eventos tanto presenciales o en línea, a su vez, facilitando materiales de consulta, como guías, manuales y folletos.

También incentivar al personal directivo, académico y administrativo que esté dando resultados al implementar y favorecer los procesos de inclusión, mediante evaluaciones periódicas.

Participar en intercambios de experiencias con otros países, para después tropicalizar aquellas prácticas que sean viables.

## LA DISCAPACIDAD EN LOS CENSOS MEXICANOS DE POBLACION

Loeza Becerra Francisco. [floeza@umich.mx](mailto:floeza@umich.mx)

Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas “Ignacio Chávez” UMSNH.

**Palabras clave:** Censos, México, Población, Discapacidad, Demografía

La discapacidad, congénita o adquirida, es relevante demográficamente y registrable en censos poblacionales. En México se reconocen hasta siete tipos de ella; la frecuencia de cada una es variable por región geográfica, edad, causa, etc. y debería contribuir a la planeación de atención, prevención, (re)habilitación, estudio, etc. por entidad federativa. La importancia no solo es cuali-cuantitativa para quienes la padecen y sus edades bio-psico-sociales, sino también para cuidadores y empleadores de unos u otros.

Para conocer lo anterior, se hizo análisis por censo, entidad federativa y tipo de discapacidad del 2° al 13° censo general de población en la República Mexicana (1900-2010) atendiendo a la proporcionalidad demográfica esperada y observada.

Son notorios los cambios intercensales, la prevalencia de cierto tipo de discapacidad en alguna entidad, y los cambios de frecuencias a lo largo de al menos cuatro generaciones, permiten distinguir posibles causas ambientales de genéticas. Un ejemplo es la discapacidad auditiva. Notables, las huellas de la Revolución evidenciadas por el tipo de “discapacidad” e incremento desproporcionado demográficamente en determinadas entidades, con alto significado estadístico. Así, cada entidad federativa tiene una personalidad en las discapacidades.

Los resultados claman atención y consideración de educadores, demógrafos, urbanistas, ecologistas, salubristas, economistas, sociólogos, políticos..., etc. y mayor análisis del *modusviviendi*.

## DISPOSITIVO DE MARCHA SOLAR CON ELECTROESTIMULACIÓN

Stephanie Castellanos Madrigal, scastellanosm1@gmail.com, Lizeth Berenice Arias Castillo, Marlena Guadalupe Cabrera Ortega, Valeria Herrera Rodríguez, Cristina Gracia Salinas, Eliel Adonaí Magdaleno Navarro, Jesús Antonio Jiménez Castañeda, Highlander Femat Ramírez, Erik Oswaldo Carreón Pérez  
Universidad Autónoma de Guadalajara.

### Resumen

**Introducción.** La OMS nos dice que al menos 500,000 personas sufren lesiones medulares cada año, la cual causa una pérdida de la capacidad de llevar a cabo una marcha autónoma, la cual se define como una serie de movimientos alternantes y rítmicos de las extremidades y del tronco, que determinan un desplazamiento hacia delante del centro de gravedad con un mínimo gasto de energía. Hoy en día existen aparatos como el exoesqueleto, una máquina móvil consistente primariamente en un armazón externo y un sistema de potencia de motores o hidráulicos que proporciona al menos parte de la energía para el movimiento de los miembros.

**Objetivo:** Este dispositivo tiene como fin la asistencia o compensación funcional de patologías motoras en pacientes con trastornos neurológicos, como la lesión medular incompleta ASIA C y D inferior a T4, permitiendo mejorar la movilidad, conseguir una marcha autónoma y su reintegración social. **Método:** Se identificaron desventajas como un elevado costo, batería de poca duración, además, los usuarios refieren tener dificultad para desplazarse debido al gran peso del aparato. Con este dispositivo, se busca disminuir el peso de los materiales, al igual que aumentar el rendimiento de la batería siendo recargable con un panel solar y simultáneamente contar con electroestimulación directa a miotomas clave para una marcha funcional, además de conservar trofismo. **Resultados:** El resultado esperado es la mayor independencia funcional del lesionado medular, brindando una marcha autónoma sin limitaciones debido al peso. Con el panel solar, se busca optimizar la duración de la batería, volviéndolo más eficiente. La verticalización mejora la función cardiovascular, musculoesquelética y reducir trastornos vasculares asociados.

**Conclusiones:** La innovación en la discapacidad tiene como fin buscar una mayor autonomía para las personas con discapacidad brindándoles dispositivos accesibles y eficientes evitando complicaciones y posibles secuelas.

**Palabras Clave:** lesión medular, exoesqueleto, marcha.