

# RunaTech: Traje tecnológico para no videntes

Recibido: 04/06/2014  
Aceptado: 02/07/2014  
Páginas: 39-52

*Inti Rumiñahui Condo Pilco*  
Universidad San Francisco de Quito  
Quichua Institute of Technology  
Quito Ecuador  
[intisitoimac@gmail.com](mailto:intisitoimac@gmail.com)

*Romina Carrasco Zuffi, MA*  
Universidad San Francisco de Quito  
Colegio de comunicación Arte Contemporáneo, Departamento  
de Interactividad y Multimedia  
Quito Ecuador  
[rcarrasco@usfq.edu.ec](mailto:rcarrasco@usfq.edu.ec)

**Resumen** — En la ciudad de Quito, Ecuador, las investigaciones tecnológicas para personas no videntes no ha experimentado un avance significativo para satisfacer sus necesidades de movilidad. Es oportuno dar un uso adecuado a las prestaciones tecnológicas del mundo contemporáneo, para lograr realizar un sistema de movilidad pensado y diseñado para personas no videntes en Quito. Se creó un sistema con capacidad de detectar objetos cercanos en combinación con una alerta por vibración para comunicar a la persona portante del traje la cercanía de un obstáculo. Los sensores fueron distribuidos en partes estáticas y estratégicas del cuerpo humano, para hacer más fácil la recepción de obstáculos por debajo y encima de la cintura. La cantidad de sensores preliminares colocados suman 8 sensores que servirán para detectar un rango más amplio de cobertura de obstáculos. El traje tendrá los sensores ultrasónicos encendidos, los cuales enviarán señales de activación a la placa electrónica activando el sistema de vibración para que la persona invidente sepa de la existencia de un obstáculo.

**Palabras Clave:** traje, tecnológico, arduino, ceguera, Runatech.

## I. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

Las personas con discapacidad visual que viven en Quito enfrentan un serio desafío de movilidad en el entorno urbano, el cual no ha sido adaptado a sus requerimientos. Parte del problema es que algunas personas de la capital no tienen un nivel de concientización acerca de sus necesidades. De hecho, las personas con ceguera se golpean con objetos cuando caminan y sortean obstáculos desde que salen de sus casas hasta llegar a sus destinos pues los bastones que usan solo los protegen de las rodillas hacia abajo. El resto del cuerpo está completamente desprotegido.

En realidad, gran parte de las actividades que los ciegos realizan están relacionada con movilidad. Si se dedican a vender, requieren trasladarse de un sitio a otro para ofertar su mercancía. Los músicos se movilizan por las calles de Quito para promocionar y solicitar apoyo para su arte, y así cualquier otra actividad para hacer su vida.

## A. Antecedentes

La ceguera es una “afección física que impide a una persona ser capaz de percibir el entorno con sus ojos” (Maberley Hollands, 2013, p.6.). Existen distintos tipos de ceguera, “ceguera total o completa y ceguera parcial, cada una está bien diferenciada por su calidad de visión” (Silvia Koning, 2004 p. 21).

En Ecuador existen “197 305 mujeres y 155 212 hombres con discapacidad” (CONADIS, 2013, p. 66), de este grupo, 5 823 son ciegos (CONADIS, 2013 p. 66). En el país hay legislación para personas invidentes como la Ley 1397 que fue aprobada mediante decreto en 1996. Además, el sistema educativo tradicional “no contempla planes específicos para enseñar adecuadamente a sus alumnos no videntes” (Iza Milton, entrevista personal, 4 de marzo de 2013). Por ello, se realizó una enmienda mediante la “ley n° 2000-25, publicada en el registro oficial n° 171 del 26 de septiembre de 2000”, (Reglamento General a la Ley de Discapacidades).

En cuanto a la Ley, esta trata temas puntuales de inclusión de personas no videntes en diferentes instancias privadas y gubernamentales. Sin embargo, José Silva, presidente de la Asociación de Ciegos del Ecuador, aduce que la Ley no logra entender, ni atender a las personas no videntes. Y añade que en Ecuador no existen plataformas tecnológicas específicas para personas con discapacidad visual y que se debe apoyar las necesidades básicas de las personas no videntes.

Una de las maneras de apoyar a este grupo, sería con desarrollo tecnológico, que de hecho en la actualidad no tiene un rol importante para este grupo vulnerable. En el CEFOCLAC (Centro de Formación Laboral de No videntes) ha generado prototipos aislados de proyectos. “Muchos se han basado en ficticios o no han logrado satisfacer adecuadamente las exigencias de las personas no videntes” (Iza Milton, entrevista personal, 4 de marzo del 2013).

Una de las creaciones, según Milton Iza, fueron unas “gafas electrónicas que incorporaban un sensor en la parte central de los anteojos para detectar obstáculos. El objeto fue creado por un grupo de estudiantes de la Universidad Politécnica” (entrevista personal, 4 de marzo del 2013). El problema era de instalación en la parte superior de la cabeza porque tenía

demasiado peso para la región auricular. “Tenía una batería muy grande y pesada” afirma Iza (entrevista personal, 4 de marzo del 2013). Las gafas se caían continuamente.

Otro invento fue una aplicación para teléfono inteligente que convertía al teléfono en un radar para detectar obstáculos y evitar que el usuario final se impacte contra ellos. De acuerdo a los argumentos de Milton, la aplicación era inaplicable por lo costoso de la tecnología. Cada teléfono podía costar 800 dólares, una cifra inalcanzable para la economía de la mayoría de las familias de los no videntes.

Por otro lado, en los últimos años, la Vicepresidencia de la República del Ecuador, ha impulsado medidas para estimular la investigación en este campo. El ex vicepresidente Lenin Moreno afirmó: “Ecuador evalúa impulsar investigación para que los no videntes ‘vean’ con sonidos” (EFE, 2011 p.1). Tras la llegada de Neil Harbisson con motivo del Campus Party el Gobierno Nacional anunció que “Ecuador podría invertir en dispositivo electrónico para no videntes” (Telégrafo. 2012 p.2.).

Aparte del marco legal, existen instancias gubernamentales como el Consejo Nacional de Discapacidades (CONADIS) que “Ejerce sus atribuciones a nivel nacional, dicta políticas, coordina acciones y ejecuta e impulsa investigaciones sobre el área de las discapacidades” (Conadis, 2013, p.3.). Adicionalmente, los ciegos han formado distintos sindicatos como la FENCE (Federación Nacional de Ciegos del Ecuador) y el FENODIS (Federaciones Nacionales de y para la Discapacidad), los cuales fueron creados con la intención de asistir a este grupo cuando se enfrentan problemas legales.

### B. El problema

La problemática a la que se enfrentan las personas con discapacidad visual es el “entorno urbano capitalino, el cual no ha sido adaptado para ser transitado por ellos. Hace falta señalización, algunas aceras y pasos cebra están en mal estado, no hay letreros en braille”. (Silva José, entrevista personal, 2013). El transporte tampoco está pensado para ser usado por este grupo. “Para poder llegar a su destino deben valerse por sí mismos o evadir obstáculos” (Silva. 2013). En consecuencia Quito no está pensada para que personas sin visión circulen por sus avenidas.

## II. MARCO TEÓRICO

Existe una gran diferencia entre nacer con ceguera y perder la vista de un momento a otro. Las personas invidentes de nacimiento logran desarrollar mejor sus sentidos restantes. En cambio, las “personas que pierden la vista, ya sea por accidentes o causas congénitas, deben aprender a usar el resto de sus sentidos” (Alexandria 2010 p.1.). Para ellos, el tacto es uno de los sentidos que goza de importancia vital para poder tocar las cosas y entender la textura que tienen los objetos. Al no tener visión, las “personas ciegas logran formar una imagen mental en sus mentes para poder conocer con sus manos lo que tienen frente a ellos” (Sanchez, Merabet 2013. p.1.).

Su oído es un sentido mucho más desarrollado, en cierto casos, usan la eco localización, tal como lo hacen los murciélagos o delfines para identificar el sonido que rebota en las superficies y así poder orientarse. A través del olfato, las personas “no videntes perciben olores y lo relacionan con el entorno para poder recordar las rutas que frecuentan” (Arteaga 2013 p.1.). Estos sentidos necesitan ser aprovechados para potenciar la investigación y el desarrollo de un traje especializado.

## III. PROPÓSITO DE ESTUDIO

El traje de ciegos Runa Tech busca ser una herramienta tecnológica que facilite las necesidades de movilidad de las personas no videntes en Quito. Para determinar el éxito del proyecto, se utilizará una metodología centrada en el usuario.

### A. Significado de estudio

Las consideraciones respecto a la importancia de este estudio radican en determinar en qué forma puede ayudar la implementación de un traje especial para no videntes. También se pretende saber si un traje especializado puede ser beneficioso a la sociedad, aunque en un principio la investigación se concentrará en las personas con discapacidad visual. Cualquier uso adicional, se complementará con entrevistas a usuarios finales.

De acuerdo a la investigación que el autor de este documento ha realizado, el traje para personas no videntes es el primer estudio en su clase, en un contexto tecnológico de open source que se ha realizado en el Ecuador. Este traje es único porque fue desarrollado para personas no videntes en Quito y responde a las necesidades de personas con esta condición de la sociedad ecuatoriana. Este invento puede llegar a ser útil a los familiares, amigos y a la comunidad en general porque otorga más autonomía a las personas no videntes, por lo que se espera sean integrados en su vida diaria, laboral, educativa y de movilidad.

### B. Definición de términos

En el diseño del traje se emplearon temas generales de electrónica.

- a. Sensor: Detector en signos electrónicos. (Rouse Margaret, 2013 p.2).
- b. Sensor ultrasónico: Son detectores de proximidad. (UTP Revistas ET Etic p.1).
- c. Arduino: Plataforma electrónica que permite la interacción con objetos. (Arduino, 2013, p.1).
- d. Protoboard: Tablero hueco para pruebas electrónicas. (Linear electronics, 2013, p.24).
- e. Led: Diodo emisor de luz. (Schubert, Fred, 2006, p.97).
- f. Motor DC: Motor que convierte la energía eléctrica en mecánica. (Laughon, 2013, p.19).

### C. Presunciones del autor del estudio

Las presunciones del autor están basadas en problemas iniciales con el traje especial para no videntes. La primera se basó en que la persona que no ha tenido contacto con la tecnología, podría no entender cómo usar el traje especial o no se beneficia de este. No obstante, con una explicación breve se presume que los usuarios podrán usar el traje y aprovechar sus beneficios.

Otra presunción es que el uso de luces LED ayudaría a detectar problemas técnicos, ya que dichas luces harán más fiable la detección del problema. Se presume además que el sistema de vibración sí podrá ser entendido por el usuario y no lo incomodará.

## IV. METODOLOGÍA Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

### A. Justificación de la metodología seleccionada

El método de investigación para el desarrollo del traje especial para no videntes fue uno híbrido, con el cual se aplican encuestas, entrevistas, observaciones en el que se recogen datos cualitativos y cuantitativos. Por un lado, el método de investigación cualitativo se muestra como un “método ágil de investigación para penetrar en la vida del sujeto, usar entrevistas con el objetivo de recolectar datos no numéricos” (Zacarías, 2000, p.34) y juntar las experiencias personales del no vidente, con preguntas específicas. Es un “clásico método de investigación que se emplea en las ciencias sociales”. Por otro lado, se encuentra la metodología de investigación cuantitativa, la cual permitió “examinar los datos en forma numérica y científica” (Zacarías, 2000, p.34) pues ayudó a manejar datos en términos estadísticos para determinar las fortalezas y debilidades antes de la construcción del traje especial de alto nivel.

### B. Herramientas de investigación utilizada

Como se mencionó anteriormente, la investigación incluyó métodos cuantitativo y cualitativos. El método de investigación cualitativo se empleó para lograr esclarecer, en forma técnica, el entorno real en el que las personas no videntes transitan y poder recrearlo para pruebas de usuario de alto y bajo nivel. La herramienta primordial fue la entrevista al usuario, utilizada tanto para familiarizarse con el tema, con las necesidades del grupo objetivo, como para evaluar el proyecto.

En la fase de evaluación del traje se evaluaron distintos parámetros que buscaban alinear las necesidades del usuario a las características del proyecto. Se evaluó la “complejidad técnica” que percibían los usuarios, al cual se le otorgó un valor puntual con un peso del 1 al 10 para medir el nivel de eficacia del traje. Por otro lado, el “procesamiento interno de complejidad” hace alusión a la comprensión del método de comunicación de los sistemas de vibración que se activan cuando el sensor detecta un obstáculo. El “Objetivo performance” define si el usuario reduce en alguna medida su rendimiento caminando con el traje para no videntes. Otro aspecto fue la “Eficacia del usuario final” para conocer la

validez del uso del traje por parte del usuario. También se evaluó la “Facilidad de instalación”, la cual se centró en determinar la complejidad para colocarse el traje y así reducir este tiempo.

Dentro de la sección de complejidad técnica, se incluyó la pregunta “Facilidad de Cambio” referente al tiempo que la persona se demora en ponerse y quitarse el traje. El entrenamiento determinó qué cantidad de tiempo requería la persona para entender el uso del traje, a la vez que se presentaba el funcionamiento adecuado para que camine con el traje puesto.

Se incluyó una pregunta para esclarecer si las personas no videntes deberían o no tener un conocimiento previo técnico. También se creó una sección adicional como factor de experiencia, esto con el objetivo de obtener una descripción de primera mano acerca de la experiencia del usuario una vez que vistió el traje especial.

La familiaridad con el proyecto evalúa qué experiencias tenían los usuarios con proyectos desarrollados para no videntes. La pregunta “experiencia de la aplicación” sirvió para saber si la experiencia era mejor, o de facto empeoraba su forma de movilidad tradicional. La pregunta sobre orientación indaga al usuario sobre si se sentía seguro o no con el traje especial. La “motivación” mide si existe o no la predisposición para colocarse el traje. Los requisitos existen para comprobar si los usuarios finales necesitan un mínimo conocimiento técnico para manejar el traje especial para no videntes.

La sección correspondiente al factor ambiental explora los escenarios de dificultad del escenario básico, intermedio o difícil. A esto se adiciona una sección de preguntas para evaluar otros aspectos, si las personas experimentaban algún tipo de molestia específica, si “el sistema funciona”, si es comprensible la sensación de vibración, si el traje de no videntes debe mejorar y si la gente tiene interés en participar o no en este proyecto.

Después de usar el traje, se preguntó al usuario si le gustaría adquirirlo y por ende si tiene o no presupuesto para hacerlo. Seguidamente a estas preguntas se utilizó un Formulario de Consentimiento Informado, un documento que explicaba al usuario sobre el objeto de la investigación. Éste consta de una introducción que trata sobre la naturaleza de la encuesta, pregunta por qué se realiza la investigación con su respectiva justificación, el beneficio que recibirá la sociedad con la indagación que se realiza, el número de sujetos de investigación y el detalle de las pruebas para los prototipos del traje de no videntes. Se detalla el tiempo de participación de cada uno de los sujetos de investigación, los riesgos a los que el participantes están expuestos, cómo la información de los sujetos de investigación está protegida, las opciones de participación voluntaria, los costos o pagos, los derechos que tienen, las opciones de preguntas si tienen problemas.

### C. Descripción de Participantes

En el mes de enero de 2013, se realizó en Quito la primera fase de la investigación con personas con discapacidad visual.

De este grupo, se escogió a hombres y mujeres de 18 a 50 años de edad que no posean problemas motrices.

La presente investigación incluyó evaluaciones. El sujeto ideal para las pruebas de bajo nivel es ciego, con habilidad para hablar y comunicarse con otras personas, independiente para tomar decisiones de movilidad y sin preferencias académicas. Las personas escogidas pertenecen a la categoría de nivel bajo, su estatus económico, nivel de educación, empleo u ocupación se determinó según las respuestas de los entrevistados.

Descripción de los participantes: Se registraron 20 personas. 19 hombres y una mujer.

#### D. Fuentes y recolección de datos

La información recaudada para la investigación proviene directamente de los propios sujetos. Se implementaron entrevistas estructuradas para optimizar el traje y determinar la postura del usuario respecto del traje especial de personas no videntes. Para mejorar la calidad de información obtenida se prepararon preguntas cerradas y con una valoración de 1 a 10. Asimismo se planificó un límite de tiempo para preparar a cada usuario, realizar la prueba y hacer las preguntas respectivas.

Se escogió un ambiente real para para realizar las pruebas con cada usuario, entre los lugares donde se trabajó están: parques, plazas, aceras, bordillos y gradas.

Adicionalmente, se requirieron datos de cifras oficiales de instancias gubernamentales como el CONADIS, el CEFACLAC, la Asociación de no videntes de Pichincha, las bases de datos electrónicas Jstore, fuentes académicas de investigaciones de personas no videntes, fuentes académicas de la tecnología implementada en el traje de no videntes, portales web e información tecnológica relevante para personas con discapacidad visual.

Se realizaron entrevistas que fueron grabadas con consentimiento de los sujetos de investigación. En ciertos casos se grabaron videos digitales MP4 y fotos .jpg de las pruebas finales para tener evidencia del trabajo. También se solicitó a los participantes llenar los distintos formularios en papel.

Se ejecutaron las siguientes instrucciones para obtener datos del usuario.

1. Explicación acerca del proyecto, el cual se resumió en una frase para explicar en qué consiste la prueba, cuánto tiempo le va a tomar.
2. Registro de datos en el formulario de participantes.
3. Realización de la prueba en un espacio controlado para que se familiaricen con el sistema
4. Hacer la prueba en un espacio real.
5. Entrevistas durante varios días (se adjunta a este documento un CD con los vídeos realizados ).

La investigación se documentó con fotografías y vibradores para tobillos, cintura, hombros y manos.

Una vez realizado el preámbulo de las pruebas se proseguía a la calibración del prototipo de bajo nivel, lo cual llevaba los siguientes pasos:

1. Movilidad articular en sentido ascendente y descendente, tobillos, rodillas, cadera, hombros, codos, muñecas.
2. Flexión y extensión: Rodillas, hombros y cadera
3. Inclinación lateral del tronco, Fragmento

Una vez calibrado el traje se continuó con el desarrollo de las pruebas a través de escenarios. El tiempo en cada prueba incluye dos minutos en cada escenario y total estimado fue de cinco minutos. Los escenarios y las fotos de las pruebas se detallan a continuación:

Escenario 1. Explanada sin obstáculos en una vía.

Escenario 2. Explanada con un obstáculo pequeño.

Escenario 3. Explanada con más de dos obstáculos.

Escenario 4. Explanada con más de dos obstáculos. Posicionados aleatoriamente en línea horizontal en una vía.

Escenario 5. Explanada con un obstáculo, posicionado en línea horizontal sobre una vía de 10 metros.

Escenario 6. Explanada con dos obstáculos, posicionados paralelamente en línea horizontal sobre una vía.

Escenario 7. Explanada con cinco obstáculos pequeños y dos obstáculos, posicionados aleatoriamente en línea horizontal sobre una vía.

Escenario 8. Explanada con un obstáculo más grande que el sujeto de investigación, el cual era una pared ubicada frente del sujeto, en línea horizontal sobre una vía.

Escenario 9. Explanada con una pared, más cinco obstáculos pequeños ubicados frente al sujeto de investigación, en línea horizontal sobre una vía antes de llegar a la pared.

Escenario 10. Explanada con un obstáculo más alto que el sujeto de investigación, preferiblemente a nivel de la cabeza del sujeto. Su posición estuvo frente al sujeto, en línea horizontal a la pared.

## V. ANÁLISIS DE DATOS

### A. Detalles del análisis

Dentro de la investigación se realizaron entrevistas estructuradas las cuales se desarrollaron en tres fases. También se analizaron los datos resultantes y gráficos para entenderlos visualmente. Se efectuó un cuadro referencial para las preguntas.

La experiencia del usuario para la investigación del traje especial de personas no videntes se analizó a través de encuestas como un conjunto de factores aislados relacionados con la experiencia del usuario y su forma de percibir el entorno durante y luego de usar el traje.

TABLA 1. ENCUESTA A LOS USUARIOS

**Formulario de Participantes**

Membrete:

Nombre: AZ1, AZ2, AZ3, AZ4, AZ5

Edad: 39,43, 34, 62 60 = Media 47,6

Sexo F x M

Actividad:

Educación: Primaria\_\_\_, Secundaria\_x\_\_, Técnico\_\_\_, Universitario\_\_\_

**Entrevistas estructuradas**

Factor de complejidad técnica:

Factor	Descripción	Peso 1/10
T1	Objetivo performance	10, 10, 10, 8, 10=48/9,6
T2	Eficacia de usuario final	10,7,1,8,10=36/7,2
T3	Procesamiento interno complejidad	10,1,2,10,10=33/6,6
T4	Facilidad de instalación	9,7,8,6,9=39/7,8
T5	Facilidad de uso	10,10,10,10,10=50/10
T6	Portabilidad	10, 9, 8,5,10=42/8,4
T7	Facilidad de Cambio	9,10,9,10,9=47/9,4
T8	Entrenamiento	10, 10,10,10,10=50/10
T19	Requisitos	10, 9,9,9,9=46/9,2

Factor de Experiencia

Factor	Descripción	Peso 1/10
E1	Familiaridad con el modelo del proyecto	1,5,0,0,0=6/1,2
E2	Experiencia en la aplicación	10, 10,10,10,10=50/10
E3	Experiencia de orientación	10, 10,10,10,10=50/10
E4	Motivación	10, 10,10,10,10=50/10
E5	Requerimientos	10, 10,10,10,10=50/10

Factor Ambiental

Factor	Descripción	Peso 1/10
A1	Real	10, 10,10,10,10=50/10
A2	Irreal	
A3	Básico	
A4	Intermedio	
A5	Difícil	10, 10,10,10,10=50/10

**Preguntas:**

¿Qué le pareció, o que sintió?

Asustado, bien, seguro, bien, bien =bien

¿El sistema funciona?

si, si, si, si, si= si

¿Está claro la sensación de vibración se entiende o no?

Si, si, si,si si= si

¿Que debe mejorar?

Manos,Rodillas

¿Tiene interés en este proyecto?

Si, si, si, si, si = si

¿Le gustaría poder adquirirlo?

Si, si, si, si, si= si

¿Tiene o no presupuesto para poder adquirirlo?

**B. Objetivos de las pruebas**

Basado en la Tabla N° 1, destacamos tres factores como los más relevantes T1, T5, T8. Como contrapuesta de estos aspectos tomamos en cuenta los puntos mas débiles como T2, T4, y T3. El Factor T1 del Objetivo Performance se realizó con la finalidad de saber si las personas pueden o no caminar con el traje en reemplazo del bastón. Este factor presenta una medida de 9,6 lo que nos da a entender que el traje podría reemplazar el uso del bastón. Sin embargo, se produjo un límite para mover los brazos y tocar los objetos por parte de las personas no videntes. Esto se debe a que el traje fue creado con una medida estándar para ser probado en más de un usuario.

El Factor T5 referente a la facilidad de uso, se realizó para determinar si una vez puesto el traje para personas no videntes, este presentaba novedades en relación a la comprensión del sistema de comunicación con vibraciones para evadir obstáculos, los cuales fueron superados con una explicación breve.

El Factor T8 está relacionado con el entrenamiento previo para usar el traje de no videntes y no presentó ninguna novedad o factor limitante. Antes de usar el traje, se procedía con una inducción básica al usuario.

En relación al factor T2, este apunta a la validez del uso del traje de bajo nivel. La puntuación es una media de 7,2 unidades por las complicaciones que presentó a la hora de ser adaptado a la anatomía humana. La razón es que, en un principio, el proyecto no estaba diseñado como un traje sino que consistía en la colocación de cables en el cuerpo. Estos impases pueden ser superados con el diseño de un nuevo traje.

El Factor T4 respecto a la facilidad de instalación del traje presenta una media de 7,8 unidades porque el usuario requería al menos 15 minutos para ponerse el traje, lo que representa una complicación de tiempo y retraso para el usuario final. A esto se debe añadir cerca de 10 minutos que la persona necesita para quitarse el traje. Es decir, se necesita un total de 25 minutos.

El factor T3 de procesamiento interno de complejidad tiene una media 6,6 unidades pues, una vez puesto el traje, no se entendía inicialmente cómo usarlo hasta recibir una explicación de dos minutos y entrenamiento previos para comprender el sistema de comunicación.

**C. Conclusiones del prototipo de bajo nivel:**

Basado en el cuadro número uno, destacamos tres factores como los más importantes T1, T5, T8. Como contrapuesta se toma en cuenta a T2, T4, y T3 como los puntos débiles.

De los aspectos relevantes del factor T1, se debe mejorar la extensión de los cables y comunicadores para extremidades, también la región cervical del tronco, y el cuello. Una solución alterna es extender el cable. Para el factor T8, solo se requiere mejorar el vocabulario usado para incrementar la comprensión del usuario.

El elemento T2 se puede superar con un diseño más ergonómico del traje para no limitar las posibilidades.

El factor T4 requiere más investigación para un traje final que pueda ser colocado en menos de cinco minutos. El aspecto de Procesamiento Interno de Complejidad puede ser superado con un manual simple escrito en braille para que no requiera que un técnico explique el funcionamiento.

#### *D. Aceptación del traje*

Basado en el cuadro referencial número uno, se puede inferir que el factor T1 con una medida de 9,6 unidades cumple con el objetivo de orientar a una persona no vidente. El factor T2 y calificada con 7,2 unidades determinó que el traje cumple con su función de servir como medio de orientación para el usuario final.

El procesamiento interno de complejidad luego de colocar el traje especial de no videntes tiene una medida de 6,6 unidades pues presenta complicaciones solo en un inicio. Posteriormente, el procesamiento interno no presenta dificultad. El factor T4, este tiene una medida de 7,8 unidades porque existe una dificultad en el nivel de instalación debido a que se probó con un traje de bajo nivel. Esto se debe mejorar para el prototipo de alto nivel. El factor T5 presenta una media de 10 unidades el usuario comprende a cabalidad el manejo del traje. El factor de la portabilidad T6 fue planteado, desde un inicio, para que sea portable. Esta característica se mantendrá hasta la culminación del traje de alto nivel.

El elemento de facilidad de cambio T7 tiene una media de 9,4 unidades y presenta una particularidad. Se centra en que el prototipo de bajo nivel porque es complejo colocarse el traje por primera vez. El factor de entrenamiento representa una breve introducción a manera de manual de usuario para comprender el funcionamiento del traje en lenguaje sencillo. El factor de requisitos tiene una medida de 9,2 unidades y ejemplifica el conocimiento previo que una persona debe conocer en cuanto a términos de tecnología.

Analizando el factor de la experiencia es decir luego del uso del traje se logra identificar la siguientes variantes. Del primer factor E1, referido a la familiaridad con el modelo del proyecto, muestra un peso de 1,2 unidades. Quiere decir que la mayoría de participantes en el proyecto no tienen ningún tipo de relación con algún proyecto parecido al traje especial para no videntes. Sobre el factor E2 de la experiencia de la aplicación, el peso es de 10 unidades, la metodología del traje especial otorga una mejor experiencia al caminar y movilizarse con el traje especial que con el bastón clásico de no videntes.

El factor E3 de experiencia de orientación presenta una medida de 10 unidades, la experiencia adquirida con el traje demuestra que, a los pocos minutos de uso, el usuario logra comprender cómo orientarse. El factor E4 de motivación presenta una medida de 10 unidades debido a que devela el alto deseo de los usuarios por usarlo. El factor E5 de requerimientos especiales como nivel técnico de electrónica o educación demostró que no se necesita ningún requisito previo.

Los análisis de los factores de los cuadros apoyaron las decisiones que se tomaron posteriormente, estos se basaron en los resultados obtenidos de las pruebas de bajo nivel en la sección Factor Ambiental.

En la interpretación de datos del factor ambiental analizamos dos factores: el factor real (A1) y el de dificultad. Los niveles irreal, básico e intermedio no fueron requeridos en los escenarios sobre los cuales se llevaron a cabo las pruebas. El factor ambiental real A1 presenta una media de 10 unidades. A la muestra absoluta de sujetos de investigación les pareció completamente real dado que no se realizó en un ambiente controlado. El factor ambiental de dificultad A5 presenta una media de 0,5 unidades, lo que quiere decir que para el usuario final no representa más que un nivel primario de dificultad.

Luego de las preguntas primarias se usó un cuestionario para asegurar las respuestas de los usuarios para fines prácticos de comprensión.

En la primera pregunta ¿Qué le pareció, o que sintió?, una parte reducida del segmento de investigación se sintió asustado cuando usó el traje. Otra parte se sintió seguro. La mayoría manifestó bienestar al utilizar el traje.

La segunda pregunta: ¿El sistema funciona? Se la realizó para saber si la metodología empleada en el traje para comunicar la localización de obstáculos funcionaba efectivamente. Toda la muestra afirmó comprender el sistema.

La tercera pregunta interrogó al usuario para saber si la sensación del sistema de vibración estaba completamente clara en la ejecución de movimientos con el traje puesto. La muestra total de los sujetos de investigación respondieron que la sensación de vibración estaba clara.

En cuanto a la cuarta pregunta sobre el nivel de mejoramiento del traje, los usuarios no videntes creen que debe mejorarse para proteger sus manos y pantorrillas. La cabeza debe protegerse con una visera frontal e incluso es recomendable realizar una visera de 360 grados y proteger toda la cabeza.

La quinta pregunta se hizo con el objetivo de saber si las personas que participaron en la investigación están dispuestas a continuar con las pruebas del traje especial de no videntes en un prototipo de alto nivel. Todos respondieron estar interesados.

La sexta pregunta se planificó para develar el interés del usuario respecto al traje. La muestra completa está interesada en adquirir el traje. La séptima pregunta indaga sobre si la economía de las personas no videntes les permite adquirir el traje. En la mayoría de las entrevistas finales se omitió esta pregunta dado que el traje está en desarrollo de prototipo de bajo nivel. Sin embargo una parte de la muestra estaba interesado en saber si el traje ya estaba a la venta.

#### *E. Objetivos de las pruebas del Prototipo de Alto Nivel*

Se analizan los aspectos importantes, puntos débiles y acciones a tomar en cuenta para mejorar el traje. Se detecta que

hay tres factores más relevantes: T1, T2, T3. Estos aspectos fueron tomados porque representan los puntos más débiles.

El Factor T1 fue hecho para saber si las personas pueden o no caminar con el traje en reemplazo del bastón. Este factor para el prototipo de alto nivel presenta una media de 7 unidades por existir un límite para mover los brazos, las piernas y tocar objetos por parte de las personas no videntes. Esto se debió a que solo disponíamos de un sensor con un motor activo y no había la libertad para poder movilizarse. Solamente un traje completo superaría este límite.

El factor sobre la eficacia del usuario final se refiere a la validez del uso del traje de alto nivel y presenta una media de 8,5 unidades dado que presentó complicaciones a la hora de colocar el traje de alto nivel sobre el cuerpo. Esta puntuación se alcanzó ya que solo se disponía de un traje para las pruebas. El factor T3 tiene una media 3 unidades porque, una vez puesto el traje, no se entendía cómo usarlo. Solo se requería de dos minutos de explicación y entrenamiento previos para comprender el sistema de comunicación.

Analizando el factor de la experiencia logramos identificar las siguientes variantes. Del primer factor E1 muestra un peso de 5,2 unidades. La mitad de participantes tuvo algún tipo de relación o familiaridad con el traje especial de no videntes.

En relación al factor E2 el peso es de 10 unidades. Esto muestra que la metodología del traje especial otorga una media más no mejor en experiencia en comparación al uso del bastón al caminar. Esto se debe a que el momento de las pruebas, disponíamos de un solo sensor de ultrasonido conectado a un sistema de vibración disponible para realizar pruebas. El factor E3 presenta una media de 7.2 unidades porque se requiere de escasos minutos para que una persona ciega use el traje. El factor E4 presenta una media de 10 unidades y devela el deseo de los usuarios para usar el traje.

El factor E5 no representa ningún impedimento o requisito previo para usar el traje.

En la interpretación de datos, analizamos el factor A2, que presenta una media de 10 unidades. Se interrogó a los usuarios qué tan reales les parecieron las pruebas. A la muestra absoluta le pareció medianamente real aunque las pruebas se realizaron en un lugar donde residen las personas no videntes, un ambiente con variables externas.

El factor A5 presenta una media de 6 unidades, lo que indica que para el usuario final no indica mayor dificultad que la primaria. Luego de las preguntas primarias se usó un cuestionario para asegurar las respuestas de los usuarios con fines prácticos de comprensión.

El usuario se sintió bien por usar el traje, lo cual presenta un cuadro de bienestar al utilizar una parte del traje de alto nivel. La metodología empleada en el traje de alto nivel que solo estaba constituido de una sección para comunicar la localización de obstáculos funcionaba efectivamente y, la muestra absoluta, comprendió el sistema. La sensación del sistema de vibración estuvo completamente clara en la

ejecución de movimientos con el traje puesto, no obstante, se requería de un entrenamiento previo. De acuerdo a los usuarios se debe crear un traje completo para poder moverse. Las personas que participaron en la investigación están dispuestas a continuar con las pruebas del traje especial de no videntes en un prototipo de alto nivel. La muestra completa está interesada en poder adquirir el traje. La economía de las personas no videntes no son suficientes para poder adquirir el traje.

#### F. Portabilidad

El diseño del traje de no videntes debe acercarse a la comodidad del usuario final. Se requiere un traje completo para poder realizar pruebas más definidas y evitar el margen de error.

#### G. Prueba definitiva de alto nivel

Objetivos de las pruebas: Analizar puntos importantes puntos débiles y acciones a tomar en cuenta para mejorar el traje.

Basado en la Tabla 1, destacamos cuatro factores como los más relevantes T5, T6, T8, T9. Como contrapuesta de estos aspectos tomamos en cuenta los puntos más débiles como T1, T2, y T3. El factor T5 presenta una media 10, el uso del traje no implica mayores problemas de acuerdo a la muestra que se recogió.

El factor T6 que presenta una media de 10 nos muestra que no representa problemas para llevar el traje. El factor T8 las personas no videntes solo requieren un entrenamiento previo para poder saber cómo usar el traje especial de no videntes.

El factor T9 tiene una media de 10 y muestra que no se requieren complejos conocimientos de electrónica para poder usar el traje. El factor presenta una media de 9,6 dado que se produjo un límite para mover los brazos y tocar los objetos por parte de las personas no videntes. Esto se debió a que el traje fue creado con una medida estándar.

En relación al factor T2 presenta una media de 9,6 pues presentó una complicación a la hora de colocar el traje de bajo nivel sobre la anatomía humana. Estos impases pueden ser superados. El factor T3 tiene una media 9,4. Esto se debe a que, una vez puesto el traje, los sensores completos se prendían al inicio y vibraba todo el traje. Esto solo requiere de un reseteo en la tarjeta para normalizar el funcionamiento.

#### H. Conclusiones del prototipo de alto nivel:

Basado en los cuadros referenciales se destacaron a los factores T1, T5 como los más relevantes. Como contrapuesta se tomó en cuenta los puntos T4, y T3 como los puntos más débiles. De los aspectos relevantes del factor T1 se debe mejorar las canaletas por donde pasan los cables.

Con el fin de poder instalar la tecnología y dar un mejor mantenimiento al traje, se deben hacer canaletas más grandes para poder poner más cables y evitar una saturación. Para el factor T5 es menester tomar en cuenta que para poder satisfacer

a un individuo no vidente, el traje debe ser diseñado en tallas distintas y ajustadas para la anatomía de cada ser humano.

En relación al factor T5 se puede superar los *impasses* de uso final con un diseño más ergonómico del traje que no limite las posibilidades de movilidad de las personas no videntes. El factor T4 requiere investigación para impermeabilizar los componentes electrónicos en forma aislada.

En la interpretación de datos del factor ambiental se analizaron dos factores: el factor real A1 y el de dificultad. Las variables irreal, básica e intermedia no fueron requeridas en los escenarios sobre los cuales se llevaron a cabo las pruebas.

Luego de las preguntas primarias se usó un cuestionario para asegurar las respuestas de los usuarios para fines prácticos de comprensión. Una parte reducida del segmento de investigación el usuario no vidente sintió inseguridad. De hecho, solo dos personas del grupo manifestaron este sentimiento. En cambio, la mayoría presenta un nivel de bienestar absoluto al utilizar el traje. La metodología empleada en el traje para comunicar la localización de obstáculos funciona efectivamente. No obstante, se requiere de una explicación previa.

La muestra absoluta está de acuerdo que se debe mejorar el traje. Se habló incluso de la posibilidad de usar un GPS. La muestra completa, a excepción de ciertos sujetos de investigación, no tienen interés en la adquisición pero la muestra mayoritaria está interesada en adquirir el traje.

## VI. PRODUCCIÓN

Nombre definitivo: RunaTech

Runa: Palabra Quichua que quiere decir humano. Tech: Abreviación para hacer alusión a la tecnología.

### A. Diseño

El diseño usó la retroalimentación de usuarios no videntes para su materialización en un prototipo físico, se basó en los resultados de los cuadros estadísticos de las pruebas de usuario con el prototipo de bajo nivel y el prototipo de alto nivel. Los componentes electrónicos se posicionaron sobre la anatomía del ser humano, esto con la finalidad de que el traje especial de no videntes sirviera como medio para poder movilizar a una persona ciega con el uso de tecnología, de este modelo se creó un prototipo de bajo nivel que se usaba con cables tipo timbre, una batería de nueve voltios, velcro de sujeción, motores DC y un panel de control rudimentario.

La materialización del traje se centró en el usuario final de un segmento de la población de personas con discapacidad de Quito - Ecuador.

El traje está ideado para convertirse en una herramienta para mejorar la movilidad de las personas no videntes, quienes requieren una explicación previa de cinco minutos sobre el funcionamiento del traje. Una condición imprescindible es que el traje debe ser lo más cómodo posible para el usuario y que no represente un estorbo cuando camina. El traje debe adaptarse al

usuario y parcialmente impermeable para proteger los componentes electrónicos.

El traje especial posiciona componentes electrónicos estratégicamente en la anatomía humano y con forma de traje tipo piloto para poder cargar los sensores de ultrasonido, motores eléctricos, cables eléctricos de tipo timbre, los componentes electrónicos como el protoboard, tarjeta electrónica de Arduino, baterías etc. Estos elementos se colocaron dentro de una mochila para resguardar toda la electrónica.

El traje tendrá un sistema de encendido. Se incorporará un sistema de baterías y se implementará un sistema electrónico. Una situación adversa es que el traje se apague eventualmente, por lo que se incorporará baterías de litio de larga duración para evitar apagones. Los sensores de ultrasonido trabajarán mientras el usuario usa el traje.

Inicialmente se pensó que ocho motores posicionados en forma estratégica serían suficientes para poder suplir las necesidades de alerta en la movilización de personas no videntes.

Cableado: El diseño y la instalación del cableado de colores permitirán al dispositivo aprovechar la infraestructura básica del primer prototipo básico al montaje más complicado, de alto nivel para que el sistema de conexiones desarrollado permita integrar comunicación con la tarjeta electrónica de Arduino y con el sistema de sensores.

Público objetivo: Personas no videntes del sur de Quito y zona centro de Quito, , mayores de edad, de sexo masculino y femenino. Preferiblemente no se escogió personas de edades avanzadas. Se planificó con seis personas cada sesión de pruebas.

La creación usó las opiniones del usuario final y se basó en la idea principal del investigador. El desarrollo del traje utilizó las recomendaciones y resultados de investigación con personas no videntes.

El prototipo de bajo nivel se cambió respecto al prototipo de alto nivel. Se realizó un borrador primario y, basado en las últimas recomendaciones, se cambió el traje por funcionalidad a un nuevo prototipo para colocar todos los componentes tecnológicos requeridos al traje especial de personas no videntes. Esta adaptación mejoró el tiempo de colocación del traje por parte de la persona no vidente e incrementó la seguridad de alojamiento de los componentes eléctricos como los sensores, las tarjetas electrónicas de Arduino, el orden de los cables, el posicionamiento de los vibradores y la funcionalidad del traje.

Experiencia general del usuario: Las experiencias del usuario final se centraron no solo en el diseño del traje especial de no videntes, sino también en el mejoramiento de la tecnología que equipaba el traje. Inicialmente se pensó que el sensor infrarrojo podría servir, pero este tipo de sensor se veía afectado por la luz del entorno, lo que ocasionaba que el traje se desactivara en momentos no bien definidos y entorpecía la

investigación. Por esta causa, se decidió trabajar en un nuevo prototipo con tecnología que no se viera afectada por el entorno variable por donde la persona no vidente transita.

El traje pasó por procesos de cambio hasta un modelo definitivo por sugerencias del usuario. Esas recomendaciones permitieron mejorar la tecnología tanto en hardware y software para lograr un diseño estándar porque el traje estaba pensado para varias personas hasta finalizar las pruebas.

### B. Ciclo Interacción

Cuando la persona ciega se coloca el traje y comienza a caminar, el traje mantiene encendidos los sensores de proximidad, cuando un objeto esta muy cerca del traje, el traje activa la vibración y alerta al usuario para que sepa que hay un obstáculo cerca. Si la persona se aleja del obstáculo la vibración deja de estar activa y la persona sabe que no hay obstáculos al frente. Este ciclo se repite para todos los sensores que están ubicados en los pies, en la parte media del cuerpo y en la parte superior.

### C. Funcionamiento del traje completo para ocho sensores

Se conecta la placa de Arduino a una fuente de alimentación eléctrica de cinco voltios proveniente de una batería de litio, se conecta ocho sensores ultrasónicos y ocho motores DC. Cuando existen varios o un solo obstáculo frente a los sensores, las distancias son calculadas con programación y junto con los sensores hasta la memoria del Arduino, la placa de Arduino envía señales a los motores estos se activan y alertan al usuario la cercanía de un objeto. El vibrador se apagará solo si el usuario esquiva el objeto caso contrario no. Esto permite al usuario no vidente saber cuándo existe un obstáculo a nivel de los pies, en la mitad del cuerpo, al final de las extremidades superiores a nivel de los hombros y la cabeza.

### D. Software y Hardware

Software: Evaluación de opciones de software que se tomaron en cuenta:

LogicCircuit: es una práctica herramienta práctica pensada para la enseñanza y aprendizaje de electrónica. En concreto son circuitos lógicos.

Desde la ventana principal, LogicCircuit muestra una lista de elementos para confeccionar un esquema desde cero.” (Logic Circuit, 2013, p. 1)

NI Multisim “(antes conocido como Electronic Workbench) es el entorno por excelencia para diseñar circuitos electrónicos y realizar simulaciones.

Con NI Multisim se puede diseñar un circuito electrónico desde cero. Permite crear un circuito utilizando todo tipo de componentes, simular su funcionamiento y analizar cada una de sus secciones” (NI Multisim, 2013, p. 1)

Arduino: Programación abierta. Su software puede ser descargado del sitio web oficial. Es gratuito. No se paga licencia y tiene su propia plataforma electrónica.

### E. Justificación de elección de hardware

Para el desarrollo del proyecto, se seleccionó Arduino: “una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos.” (Arduino, 2013, p.1). “Arduino puede tomar información del entorno a través de sus pines de entrada de toda una gama de sensores y puede afectar aquello que le rodea controlando luces, motores y otros actuadores. “. (Arduino, 2013, p.1).

Debido a que las placas son de fácil acceso se decidió seleccionar el tipo Arduino Mega 2560 por la cantidad de entradas por Pin digitales y conectar los 10 motores y los 10 sensores; además de las regletas de relé y cables tipo timbre que se implementaron para que funcione el traje especial de personas no videntes . “Las placas pueden ser hechas a mano o compradas y montadas en fábrica; el software puede ser descargado de forma gratuita. Los ficheros de diseño de referencia (CAD) están disponibles bajo una licencia abierta, así pues eres libre de adaptarlos a tus necesidades.” (Arduino, 2013, p.1). Se seleccionó dispositivos electrónicos compatibles con Arduino para no realizarlos desde cero, sino usar tecnología probada para que funcione sin problemas.

### F. Diseño del Sistema

El inicio del código fue básico. A medida que se implementó el código fue incrementándose en cantidad de líneas, pero se trata de un código duplicado. La optimización del código de alto nivel se puede realizar con conceptos de programación orientado a objetos, clases, funciones para poder reciclar y mejorar el código en manera informal

Detalle de pseudo código estilo Pascal

Inicio

Objeto proximidad

Hacer si proximidad es == 1

Atributo pines

Hacer si Atributo cercanía

Hacer si Atributo vibrar

Imprimir (distancia)

Clases llamar a funciones

Función cercanía

Algoritmo de cercanía

Función vibrar

Algoritmo vibrar  
 Función Pines  
 Función distancia  
 End

A continuación se detalla parte del código de Arduino:

Inicialización del primer sensor de ultrasonido se declaran constantes y números de Pin

```
#define motorPin1 2
#define trigPin1 3
#define echoPin1 4
```

#define permite al programa dar un nombre a una constante en este caso “motorPin1” el dos representa el número de entrada digital que usa del tarjeta electrónica de Arduino.

trigPin1 3 sirve para el sensor de ultrasonido tres representa el número de entrada digital que usa del tarjeta electrónica de Arduino.

echoPin1 constante para el dispositivo ultrasónico cuatro representa el número de entrada digital que usa del tarjeta electrónica de Arduino.

Ejemplo de código Arduino para un Sensor Ultrasónico

```
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  pinMode(echoPin1,INPUT);
  pinMode(trigPin1,OUTPUT);
  pinMode(motorPin1,OUTPUT);
  digitalWrite(motorPin1,LOW);
}
```

```
Void setup() { }
```

La función de setup es llamada cuando el Sketch se inicia, en esta sección se inicializa variables, Pin modes y librerías.

```
Serial.begin(9600);
```

Usado para realizar comunicación entre la tarjeta electrónica y el dispositivo, nuestra computadora u otros dispositivos a través de puerto USB RX TX, la tarjeta de arduino mega que usamos en el traje especial de no videntes tiene tres puertos seriales.

```
pinMode(echoPin1,INPUT);
```

Configura específicamente el comportamiento de un Pin como una entrada o salida modo: INPUT (Entrada) o OUTPUT (Salida) el ultrasonido está usando el pin digital número 1

```
pinMode(echoPin1,INPUT);
```

sensor conectado, lo configura como entrada

```
pinMode(trigPin1,OUTPUT);
```

sensor conectado, lo configura como salida

```
pinMode(motorPin1,OUTPUT);
```

motor conectado, lo configura como entrada

```
digitalWrite(motorPin1,LOW);
```

motor conectado lo configura como apagado

Continuación del ejemplo del funcionamiento de un solo sensor

```
void loop(){
  int duration, distance;
  //first Ultrasonic
  digitalWrite(trigPin1, HIGH);
  digitalWrite(trigPin1, LOW);
  duration = pulseIn(echoPin1, HIGH);
  distance = (duration/2) / 29.1;
  if (distance >=40){
    Serial.println("Out of range");
    digitalWrite(motorPin1,HIGH); }
  else {
    Serial.println("sul cm");
    Serial.print(distance);
    digitalWrite(motorPin1,LOW);
  }
}
```

```
Void Loop () { }
```

Una vez que la función setup() se crea, la función loop() ejecuta consecutivamente permitiéndole al programa variar.

```
digitalWrite(trigPin1, HIGH);
```

escribe el valor HIGH hacia el pin digital 1

```
digitalWrite(trigPin1, LOW);
```

escribe el valor LOW hacia el pin digital 1

```
duration = pulseIn(echoPin1, HIGH);
```

```
distance = (duration/2) / 29.1;
```

```
if (distance >=40){
```

condición para establecer un valor de verdadero o falso

```
Serial.println("Out of range");
```

impresión fuera de rango

```
digitalWrite(motorPin1,HIGH);
```

motor no hace nada

Configurado como entrada (INPUT) en el código de la función Void Setup usando Pin Mode y después se establece como HIGH con digitalWrite

Caso contrario se ejecuta el siguiente código

```
Else { Serial.println("sul cm");
```

imprime “Sul cm” primer sensor

```
Serial.print(distance);
```

imprime la distancia en centímetros

`digitalWrite(motorPin1,LOW);` El pin Digital recibe la señal activa el motor}

`delay(1000);` pausa el programa 1 segundo son 1000 milisegundos

Para el traje de 8 sensores se duplica todo el código y se adecua para los Pines digitales.

## VII. EL DISEÑO DE LA INTERFAZ FÍSICA

### A. Análisis de requerimientos:

Con el fin de realizar la interfaz física del traje especial de no videntes se realizó una investigación aplicada a personas con esta discapacidad. Para materializar el traje, se colocaron sensores de ultrasonido en los pies, cintura, manos, hombros para detectar objetos.

Esto permitió al usuario final detectar objetos cercanos. Se cambió la tecnología de sensores infrarrojos a sensores de proximidad de ultrasonido para mejorar la comunicación del traje especial de no videntes con el usuario final.

### B. Generación de prototipos Físicos:

La generación del primer prototipo visual se realizó sobre una tabla tríplice de madera con forma del cuerpo humano. Se usaron contactos de tachuelas unidos a cables tipo timbre. Estos estaban conectados a los motores que hacen las veces de sistemas de vibración. El prototipo simple estuvo sujetado por los propios cables y el velcro se colocó en puntos importantes para sujetar mejor los sistemas de vibración. Los prototipos visuales han mejorado progresivamente en el diseño de la interfaz física del traje especial de no videntes. Cada uno de los aspectos mencionados ha contribuido para poder materializar el prototipo definitivo del traje especial de no videntes.

### C. Planificación:

La planificación se llevó a cabo durante tres fases. En el primer mes se definieron materiales y medidas para el traje. En el segundo mes se llevaron a cabo las pruebas piloto con el primer prototipo de bajo nivel. Se recolectaron notas para llevar a cabo las siguientes pruebas y observar si las mejoras implementadas fueron óptimas o se requerían cambios como materiales resistentes. En el tercer mes se llevaron a cabo las mejoras notorias e importantes para materializar en forma definitiva los cambios de las anteriores fases y usar el traje con personas no videntes.

### D. Conclusión:

La metodología cuantitativa y cualitativa fueron herramientas cruciales para lograr mejoras y permitieron establecer un canal de comunicación para mejorar la interfaz física definitiva para el traje especial de personas no videntes.

### E. Inicio y optimización del traje

Con el uso de materiales de ferretería se hizo el primer prototipo de bajo nivel, el cual sirvió para poder sentar una base definitiva hacia un nuevo modelo de traje especial tecnológico para personas no videntes.

En términos iniciales, el traje de bajo nivel comenzó a sujetar los componentes tecnológicos solo con velcro pero los usuarios hicieron evidente su deseo de adicionar mejoras para hallar una solución óptima al traje especial. El motor tipo DC que resistía 12 voltios, se cambió para ahorrar consumo de energía de una batería estándar de nueve voltios a un motor más pequeño que resistía máximo cinco voltios y mantenía la fuerza suficiente para producir una vibración. Las conexiones, en forma inicial, se dieron con cables tipo timbre de color blanco y negro, los cuales se separaron por color. Se usaron cables de colores para una mejor lectura esquemática de las conexiones eléctricas. Se usaron cables de color negro, blanco, rojo, café, verde, amarillo y color azul para definir la función de cada uno en términos visuales y de mantenimiento. Se aumentaron las conexiones eléctricas por cada dispositivo electrónico. Se requirió paralelamente que el código de Arduino mejore, y se recicló el código para facilitar la lectura de las líneas que permitían el funcionamiento del traje especial de no videntes. Ver Lista 5 Anexo.

### F. Demostración del Proyecto al Público.

Idealmente, el sitio para la presentación del traje debe ser abierto y frecuentado por gente diariamente. La exposición del traje especial en funcionamiento ante el público general lo socializaría mejor y los lugares predilectos por donde las personas no videntes se movilizan y laboran. Como segunda opción se consideraría mostrarlo en el CEFOCLAC y en la Asociación de no videntes de Pichincha. La demostración está pensada para el público en general, sin restricción de edad. Sin embargo las pruebas técnicas y definidas en aspectos tecnológicos están orientadas específicamente a personas que no ven, quienes son las personas beneficiarias directas de la investigación. Por la naturaleza de la investigación, la demostración se orientará a personas no videntes y a instituciones gubernamentales para alcanzar a un grupo amplio de personas con discapacidad visual. Como herramientas alternas a la difusión se hará uso de la tecnología en internet, redes sociales, portales multimedia como YouTube, y similares para posicionar el video demostrativo. A esto se adicionará la comunicación por medios de comunicación tradicionales, radio, prensa y televisión.

### G. Presupuesto

El presupuesto para la investigación, desarrollo y presentación del traje se basaron en prioridades y la consecución de los objetivos primarios de satisfacción de necesidades para personas no videntes.

El trabajo: Consiste en organizar y acordar planes establecidos para dar origen al inicio de la construcción y

grado de especialización del dispositivo para personas no videntes.

**Objetivo:** La razón del trabajo es lograr materializar la construcción del dispositivo para ayudar a la movilidad de las personas no videntes.

**Objetivos específicos:** El desarrollo del prototipo de bajo nivel fue desarrollado en primera fase, luego de las dos primeras semanas de abril de 2013. El desarrollo de bajo nivel debe incluir, necesariamente, una primera prueba. El desarrollo del prototipo para personas no videntes contempla, en primera instancia, detectar la proximidad de un objeto.

Sistema de comunicación simple: El desarrollo del prototipo de usuario también permitirá encender un sistema de vibración una vez que el sensor detecte un obstáculo.

#### H. Cronograma

El trabajo se dividió en tres meses de trabajo, cada fase de trabajo duró un mes, el desarrollo de prototipo de bajo nivel y sus respectivas pruebas duró un mes, la implementación de mejoras para el prototipo de alto nivel basado en la fase uno duró un mes. El desarrollo del traje especial tecnológico de alto nivel para personas no videntes duró un mes.

### VIII. ALCANCES DE OBJETIVOS Y AUTOCRÍTICA:

Los objetivos planificados en un inicio para el traje de personas no videntes fueron alcanzados para su posterior procesamiento. Cada prueba fue desarrollada dentro de un tiempo delimitado en intervalos de tiempo preestablecidos al inicio del cronograma. Los beneficios que la sociedad ecuatoriana experimentaría pueden ser palpables con la inclusión social de las personas no videntes a un ámbito de movilidad, educación y relacionamiento con el entorno urbano gracias a la utilización del traje especial de no videntes. A pesar de constituir un impulso de investigación, la tecnología electrónica, el sistema de programación y la investigación pueden ser depurados en Ecuador para mejorar el traje especial para personas no videntes.

#### A. Limitaciones del estudio

El traje especial de personas no videntes fue creado para poder ayudar a las personas no videntes a moverse en entornos reales de la ciudad de Quito, es un traje creado para personas con ceguera absoluta. El traje no se puede sumergir en el agua, no puede ser usado para realizar tareas que sean pesadas o que representen peligro de deterioro físico del traje.

Limitación técnica: Las tecnologías implementadas en el traje especial de no videntes son componentes electrónicos que han sido probados y tienen limitaciones que pueden variar de acuerdo al criterio técnico de las personas que porten el traje especial de personas no videntes.

En relación al traje especial que equipa sensores de ultrasonido, cada uno de estos sensores llega a medir la lejanía de un obstáculo hasta un máximo de dos metros. Tienen un

punto ciego de 3 cm. No detecta nada dentro 1 a 3 cm. El sistema de vibración equipa motores DC y un conjunto de electrónica que funciona con componentes de ultrasonido. Si uno sufre deterioro por golpes o exceso de humedad, el sistema de vibración dejará de funcionar.

Adicional a esto todo, el conjunto de electrónica depende de una fuente de baterías de lipo que resisten un máximo de cuatro horas de duración. Luego de este período requieren ser recargadas de nuevo.

#### B. Recomendaciones para futuros estudios

Las recomendaciones para este estudio están basadas en dos aspectos; el técnico y la dimensión de investigación. Por un lado, el traje especial de no videntes incorpora tecnología de ultrasonido conectado a un sistema de vibración rudimentario que ocupa gran espacio, esto junto a las tarjetas electrónicas. Todos estos componentes pueden ser miniaturizados e intercambiados por otros componentes reducidos o inclusive más óptimos o económicos.

Los aspectos de tecnología que pueden ser renovados son los sensores, también se puede usar una combinación de sensores de tipo infrarrojo y ultrasónico. Se podría explorar otro tipo de tecnologías que usen sonido para detectar agujeros reducidos o implementar cámaras especiales para detectar presencia humana y hacer distinción de objetos de un ser humano. Respecto a la dimensión de la investigación, la muestra de sujetos de averiguación se redujo a un número de 20 personas para la investigación actual. También se centró solo a personas que vivían en la ciudad de Quito. Se sobreentiende que esta muestra es un número muy reducido teniendo en cuenta la totalidad real de personas no videntes según cifras oficiales del CONADIS, Esta cifra de muestra de sujetos de investigación puede incrementarse para mejorar la veracidad de la información recolectada, y extender el estudio a diferentes regiones del país, provincias y ciudades, con el objetivo de enriquecer el estudio para mejorar los aspectos señalados.

#### C. Resumen general

Las personas no videntes en el Ecuador necesitan usar los auxilios tecnológicos para desplazarse en un entorno real en la ciudad de Quito. La investigación del traje especial de personas no videntes nace en este contexto y se realizó en Quito, con personas con discapacidad visual que se laboran en distintas actividades.

Para poder tener evidencia fidedigna de las necesidades del usuario no vidente se implementó el método de investigación híbrido, que guarda características de los métodos cualitativo y cuantitativo. A través de estos métodos se logró determinar que se debían realizar dos prototipos, el prototipo de bajo nivel y el prototipo de alto nivel que es el traje de personas no videntes el cual lleva el nombre de RunaTech. El traje para personas no videntes se probó en el entorno real de Quito, presentó varias dificultades técnicas en un inicio, pero a medida que la investigación avanzó se tomaron en cuenta las

opiniones de las personas ciegas y adecuaciones técnicas como el cambio de tecnología para mejorar el prototipo de alto nivel.

El traje especial de personas no videntes requería basar su funcionamiento central en un sensor de proximidad de ultrasonido, dispositivo capaz de detectar obstáculos cercanos que está unido a un sistema de alerta por vibración que usa motores eléctricos simples de cinco voltios. Los sensores de ultrasonido están posicionados en partes estratégicas de la anatomía humana para percibir obstáculos por debajo y encima de la cintura, en las extremidades superiores y en la cabeza, esto sirve para cubrir un rango más amplio de obstáculos mientras una persona ciega camina. Cuando el usuario camina con el traje puesto los sensores enviarán un alerta de activación en el sistema de vibración para que la persona no vidente pueda saber de la existencia del obstáculo y evadirlo. La utilización del prototipo de bajo nivel y del traje de personas no videntes fue exitoso; la implementación de tecnología fue correspondiente a la necesidad real de movilidad de los usuarios ciegos que habitan en la ciudad de Quito y el traje tecnológico no tuvo inconvenientes importantes que afectaran el uso del traje especial por parte de las personas ciegas.

#### D. Plan de Mejoras

El avance vertiginoso de la tecnología y la necesidad de los usuarios no videntes obliga a mejorar el traje de ciegos RunaTech, es por ello que el plan de mejoras requiere ser aplicado para poder implementar mejorar en aspectos como la electrónica, tecnología, sistema de comunicación, detección de obstáculos como huecos, el modelo del traje, alternar el uso de otras tecnologías, y mejorar las protecciones para la anatomía de las personas no videntes.

### IX. CONCLUSIONES

El desarrollo del traje de personas no videntes, es una investigación que sirve a su propósito, ayuda como herramienta de apoyo en movilidad a personas no videntes. El traje tecnológico de ciegos RunaTech fue desarrollado con métodos de investigación híbrido para aproximar las mejores soluciones tecnológicas para las personas no videntes. Razón por la cual se implementó la tecnología ultrasónica como tecnología primaria para evadir obstáculos bajos medios y altos en combinación con la tecnología de open source de Arduino. Las personas ciegas entienden el sistema de comunicación por vibración esto permite que su problema de movilidad sea mejorado a través de este traje tecnológico. A esto se debe adicionar que la infraestructura de la ciudad necesita ser mejorada y acondicionada para personas no videntes y hacer mas fácil aun la movilización para personas ciegas. Los sujetos de investigación de la muestra estudiada tienen un interés alto en usar el traje y adquirirlo a un costo reducido, a pesar de que usan constantemente el traje el bastón clásico de no videntes. El traje tecnológico para personas no videntes RunaTech cumple con el propósito de ayudar a las personas ciegas en movilidad.

### X. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se lo dedico a todos los no videntes de mi patria, seres de gran calidad, humildes y olvidados, gracias a sus esfuerzos, a su tiempo y a sus sueños.

### REFERENCIAS

- [1] Arduino, 22 Julio 2013, Arduino. Vol 1. Recuperado el 10, Septiembre, 2013. <http://www.arduino.cc/>
- [2] Arteaga J.G, 12 Febrero 2013 Los niños ciegos y su educación, Vol. 1. Recuperado el 17, Diciembre, 2013 [http://caterina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lda/arteaga\\_j\\_g/capitulo2.pdf](http://caterina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lda/arteaga_j_g/capitulo2.pdf)
- [3] Ackoff, Russel. Ene 23 2002 El Paradigma de Ackoff. Vol. 3. Recuperado el 17 Diciembre 2013. [www.gandhi.com.mx/index.cfm/id/Producto/Adafruit](http://www.gandhi.com.mx/index.cfm/id/Producto/Adafruit), 30 de Abril 2009. Adafruit Vol. 1 Recuperado el 22 de Octubre. [www.adafruit.com/blog/2012/04/17/proto-boards/](http://www.adafruit.com/blog/2012/04/17/proto-boards/)
- [4] Alexandria, 20 Enero 2013. Recursos para Orientación y Movilidad. Association for Education and Rehabilitation of the Blind and Visually Impaired (AER) Division 9, Orientación y Movilidad 4600 Duke Street, Suite 430, Vol 2. Recuperado el 17, Diciembre, 2013. <http://www.tsbvi.edu/seehear/fall98/waytogo-span.htm>,
- [5] Bernardo Quijano, 8 de Marzo 2013. Sordo mudo y ceguera Madrid Universidad Complutense 1961. Madrid: Editorial Inerser.
- [6] Carletti Eduardo, 10 de Enero 2007 Control de Motores de CC puente H, Recuperado el 10, Septiembre, 2013. [http://robots-argentina.com.ar/MotorCC\\_PuenteH.htm](http://robots-argentina.com.ar/MotorCC_PuenteH.htm)
- [7] Conadis, 14 de Febrero 2013, Consejo Nacional de Igualdad de Discapacidades del Ecuador. Vol 1. Recuperado el 17, Diciembre, 2013. <http://www.conadis.gob.ec>
- [8] FENCE, 14 de Febrero 2013. Federación Nacional de No videntes del Ecuador, [www.fenceec.org/](http://www.fenceec.org/). Recuperado el Septiembre 10 2013.
- [9] Coto Yglesias Fernando. Y.F. (2003), Evaluación de la Movilidad en las Personas Adultas Mayores, Médico Geriatra y Gerontólogo Servicio de Hospital de Día Geriátrico. Hospital Nacional de Geriátria y Gerontología. España. Paidós Barcelona
- [10] Constanza Baez. 20 de Marzo 2011. Ecuador podría invertir en dispositivo electrónico para no videntes, <http://www.eldiario.com.ec/noticias-manabi-ecuador/209039-ecuador-podria-invertir-en-dispositivo-electronico-para-novidentes/>. Recuperado el Sábado, 29 Octubre 2011,
- [11] Ecovía, 24 de Julio 2011. Ecovia [http://www.trolebus.gob.ec/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=569](http://www.trolebus.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=569), Recuperado el 10 de Marzo del 2013.
- [12] E. Zacarías Ortiz (2000): Así se investiga. Pasos para hacer una Investigación. Pertegas. Clásicos Roxsil. P.34, ISBN 84-89899-30.
- [13] EFE, 20 de Octubre 2011. Ecuador evalúa impulsar investigación para que no videntes “vean” con sonidos, pag. 1 Recuperado el 20/03/2013. <http://www.cooperativa.cl/>
- [14] Fraga Lago. 13 de Junio 2012 pag. 1, Recuperado el 19/03/2013 [www.tecnicasdeorganizacion.com](http://www.tecnicasdeorganizacion.com)
- [15] Fernandez Armas, 2006. Tipos de planificación. Ciudad Bolívar Editorial Piar.
- [16] Guy Debord, 1957. Informe sobre la construcción de situaciones y sobre las condiciones de la organización y la acción de la tendencia situacionista internacional. San José Costa Rica. Editorial Montemira.
- [17] Herman, Stephen. 2010. Industrial Motor Control. 6th ed. Delmar, Cengage Learning, ISBN 13:9781133691808 ISBN 10:1133691803
- [18] Iza Milton, Movilización No videntes. 4 Marzo 2013 Coordinador general del Cefoclac.

- [19] Silva, J. Movilización No videntes en la ciudad de Quito. 16 Abril 2013. (I. Condo), entrevistador.
- [20] Jaekle, R. (1973): Veinte preguntas y respuestas sobre orientación y movilidad. En Orientación, Movilidad y Gimnasia para los Disminuidos Visuales. AFOB, Oficina Latinoamericana. Córdoba (Argentina): AFOB. CM del Río 1990. HT Arita.
- [21] L. Puglisi, H Moreno. 2006 Revista del Departamento de Automática, HF Durrant-Whyte – Dissertation Abstracts International Part B: Science and, csa AP French.
- [22] La Hora, 20 de Enero 2003. Los no videntes en el campo laboral. Recuperado el 20/03/2013. <http://www.lahora.com.ec>
- [23] Laughton M.A. and Warne D.F. 2003 Editors. Electrical engineer's reference book. 16th ed. Newnes.
- [24] Linear technologies. 1998. Dead-bug breadboards with ground plane, and other prototyping techniques, AN47-98 California. Dead Bug. Logic Circuit, 25 Septiembre 2012. Logit Circuit Recuperado el 2 de Marzo 2013. <http://www.logiccircuit.org/>.
- [25] Margareta Rouse, 1997. What is a sensor? Russia, Volokhonsky. Master Margarita. Mario Peralta, 2004. Reportes Técnicos en Ingeniería de Software Vol. 6 N° 1
- [26] Ejercicios de Movilidad articular. Argentina. Pedeciba.
- [27] Maberley, DA; Hollands, H, Chuo, J, Tam, G, Konkal, J, Roesch, M, Veselinovic, A, Witzigmann, M, Bassett, K. 2006. "The prevalence of low vision and blindness in Canada.". London, England. PMID.
- [28] MC Schneider, C Santos-Burgoa. 1995 Salud Pública. Mexico. Medline. Mendoza Rudy, 2 de Octubre del 2006. Investigación Cualitativa. Piura Perú. Recuperado el 24 Abril 2013. [http://www.oportunidades.gob.mx/Portal/work/sites/Web/resources/ArchivoContent/1351/Investigacion\\_cualitativa\\_y\\_cuantitativa.pdf](http://www.oportunidades.gob.mx/Portal/work/sites/Web/resources/ArchivoContent/1351/Investigacion_cualitativa_y_cuantitativa.pdf).
- [29] Marin ND Muñoz, CA Andrade. 1998. Revista Científica, F Ferdeghini, D Brengi, D Lupi – XVI Congreso Argentino de Control. Argentina Buenos Aires. Nava. 12 de Febrero 2013. Glosario de Términos electrónicos. Recuperado el 16 de Diciembre 2013 [www.gijon.info](http://www.gijon.info)
- [30] Ni Multisim, 2 de Marzo 2013. Un Multisim, Recuperado el 23 Octubre 2013. <http://www.ni.com/multisim/esa/>
- [31] ONCE, 20 de Abril 2013. Organización de No videntes, Recuperado el 20 de Marzo 2013. [www.once.com/new](http://www.once.com/new).
- [32] Patricia Whitehouse, 2010 HEINEMANN LIB, 2010 ISBN 1432942123, 9781432942120 CA. PapeBack.
- [33] Phillips, L. 1997. Do frontal test measure executive function? Issues o assessment and evidence from fluency test. USA. U. Michigan.
- [34] Perez Diego. 3 de junio 2013. Docencia. pag.1 Recuperado el 2 de Marzo 2013.
- [35] Potter 2013, Simbiosis Parque Científico y Tecnológico de Gijón. C/, 183, 2º Piso. 33203 Gijón, Asturias España.
- [36] Portal Braille. 02 junio de 2011. Portal Braille Recuperado el 2 de Abril del 2013. [www.portalbraille.com](http://www.portalbraille.com).
- [37] Sanchez Jaime, 2013. Merabet Lofti. Mapas mentales. Recuperado el Diciembre 17 2013. <http://www.dcc.uchile.cl/node/1424>.
- [38] Organización, Cefoclac, Centro de Formación y Capacitación Laboral para No videntes. Silvia X. y Dr G. J. Koning. Guía. 2007. Práctica Para Enseñar a Los Alumnos con Baja visión. Quito, Ecuador.
- [39] Sensores. 20 de Diciembre 2010. Transductores para medir: Desplazamiento, Ángulo. Recuperado el 13 de Marzo 2013. [www.sensing.es/](http://www.sensing.es/)
- [40] Sensores 20 de Diciembre 2010, Recuperado el 13 de Sensores. Marzo 2013. [www.x-robotics.com/sensores.html](http://www.x-robotics.com/sensores.html).
- [41] Schubert, E. Fred. 2006. Light-emitting diodes, ISBN 0-521-86538-7 p. 97, "Epoxy Encapsulants", Cambridge University Press. Tecnología y discapacidad visual. 28 junio de 2012. Nuevo guante con sonar para no videntes
- [42] Recuperado el 2013 Abril 2. <http://www.discapacidadonline.com/discapacidad-tecnologia-nuevo-guante-sonar-no-videntes.html>
- [43] Telégrafo, Octubre 29 de 2011 Ecuador podría invertir en dispositivo electrónico para no videntes, pag.1. Recuperado el 20/03/2013. [www.eldiario.com.ec](http://www.eldiario.com.ec).
- [44] Trolebus. 1995. Trolebus del Distrito Metropolitano de Quito. [http://www.trolebus.gob.ec/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=567](http://www.trolebus.gob.ec/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=567). Recuperado el 17 de octubre 2013
- [45] UTP. 20 de Agosto 2000 Revistas ET Etic. Recuperado el 10 de Septiembre 2013. <http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/154251107-112.pdf>.
- [46] Vega Alberto. 03 de Diciembre del 2008. Dos inventos para ayudar: Boletín del día. Recuperado el 21 de Marzo del 2013. <http://www.albertodevega.es/index.php/dos-inventos-para-ayudar?blog=1>.
- [47] Yusef Hassan Montero y Sergio Ortega Santamaría 01 de Enero del 2009 No solo Usabilidad. Recuperado el 7 de Octubre 2013. [www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm](http://www.nosolousabilidad.com/manual/3.htm).