

# Sistema de interlocución audiovisual de necesidades básicas para niños con lenguaje y motricidad reducida debido a parálisis cerebral infantil (PCI).

Wiston Velásquez Mina <sup>1</sup>  
[wiston.velasquez00@usc.edu.co](mailto:wiston.velasquez00@usc.edu.co)

Johnson Camilo Barona Sánchez <sup>1</sup>  
[johnson.barona00@usc.edu.co](mailto:johnson.barona00@usc.edu.co)

Milton Orlando Sarria Paja <sup>1</sup>  
[Milton.sarria00@usc.edu.co](mailto:Milton.sarria00@usc.edu.co)

Universidad Santiago de Cali, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Electrónica (1)

## **Resumen**

La parálisis cerebral infantil (PCI) es un daño que se presenta en el cerebro durante sus etapas tempranas; por una infección materna que afecta al desarrollo fetal (varicela, herpes, sífilis, zika, entre otras) en la etapa prenatal; falta de oxígeno al nacer, parto de nalgas y bajo de peso al nacer en la etapa perinatal; fiebre, convulsiones y desnutrición en la etapa postnatal. Esto compromete una gran heterogeneidad de manifestaciones clínicas: motoras, sensitivas, cognitivas, del lenguaje, perceptivas y conductuales. La incidencia mundial ha permanecido estable durante los últimos años presentándose alrededor de dos casos en países desarrollados y 2.5 en países en vía de desarrollo, por cada 1,000 niños nacidos vivos. Específicamente, en Colombia se presentan de uno a dos casos por mil nacidos vivos existiendo en total 300.000 pacientes y más del 70% viven en la pobreza. Por lo anterior, surge este proyecto que implementa una solución tecnológica para la comunicación de necesidades básicas primarias y algunas actividades a pacientes con parálisis cerebral infantil (PCI). Y así, generar en cierta medida independencia del paciente en su entorno familiar y reducir costos asociados a su cuidado. Se utilizó lenguaje de programación llamado "Python" como principal fuente para desarrollar una interfaz audio-visual, de fácil comprensión para el paciente y/o cuidadores. La librería "OpenCV" para desarrollar un programa que con la cámara web reconozca al usuario, este realice movimientos y estos a su vez sean interpretados como movimientos del cursor. Un sintetizador de texto a voz, que permitirá comunicar los deseos del paciente. . La aplicación puede ser usada por pacientes con cuadriplejía debido a parálisis cerebral infantil (PCI). De acuerdo con las pruebas realizadas en un paciente con la anterior condición, la herramienta es funcional y logrará que el paciente con parálisis cerebral infantil (PCI) pueda comunicar lo que desea en el momento a sus cuidadores.

*Palabras Clave:* Sistema operativo, parálisis cerebral infantil, cuadriplejía, procesamiento de imágenes.

## **Abstract**

Infantile Cerebral palsy (ICP) is a damage that occurs in the brain during its early stages; By a maternal infection that affects fetal development (chickenpox, herpes, syphilis, Zika, among others) in the prenatal stage; Lack of oxygen at birth, breech birth and low birthweight in the perinatal stage; Fever, convulsions and malnutrition in the postnatal stage. This compromises a great heterogeneity of clinical manifestations: motor, sensory, cognitive, language, perceptual and behavioural. The global incidence has remained stable over the last few years, with about two cases in developed countries and 2.5 in developing countries, for every 1.000 children born alive. Specifically, in Colombia are presented from one to two cases per 1,000 live births existing in total 300,000 patients and more than 70% live in poverty. Therefore, this project, which implements a technological solution for the communication of primary basic needs and some activities to patients with infantile cerebral palsy (ICP), arises. And thus generate to some extent the independence of the patient in his family environment and reduce costs associated with his care. Programming language called "Python" was used as the main source for developing an audio-visual interface, easy to understand for the patient and/or caregivers. The library "OpenCV" to develop a program that with the Web camera recognizes the user, this make movements and these in turn are interpreted as cursor movements. The application can be used by patients with quadriplegia due to infantile cerebral palsy (ICP). According to the tests performed in a patient with the previous condition, the tool is functional and will make it possible for the patient with infantile

cerebral palsy (ICP) to communicate what they want at the moment to their caregivers.

*Keywords:* Operating system, infantile cerebral palsy, quadriplegia, image processing.

## 1. INTRODUCCIÓN

El ortopedista inglés William Little en 1843 observó y trató de agrupar alteraciones esqueléticas asociadas a padecimientos cerebrales, las cuales conservaban un patrón muy particular en niños prematuros o asfixia perinatal, ese suceso inmediatamente tomó el nombre de parálisis cerebral infantil como la enfermedad de Little (Calzada Vázquez Vela. & Carlos Al, 2014). La parálisis cerebral infantil (PCI) se presenta alrededor de 2 niños en países desarrollados y 2.5 niños en países en vía de desarrollo casos presentados por cada 1,000 niños nacidos vivos. Específicamente en Colombia se presentan de uno a dos casos por mil nacidos vivos existiendo en total 300.000 pacientes y más del 70% viven en la pobreza (García Zapata & Restrepo Mesa, 2010).

La parálisis cerebral infantil (PCI) tiene su mayor desarrollo entre los 0 – 5 primeros años en un cerebro inmaduro en la etapa prenatal, perinatal y postnatal, afectando al portador de manera permanente y algunas veces progresiva sino de descubre a tiempo. Sin importar el tipo de parálisis cerebral infantil generalmente va acompañada de un afecciones motrices y cognitivas tales como, dificultades motoras, sensitivas, cognitivas, del lenguaje, perceptivas y conductuales (Argüelles, 2008), (Lavilla Villaverde, 2013). Existen varios tipos de parálisis cerebral infantil (PCI), tales como: Parálisis Cerebral Espástica (**Tetraplejía espástica, Diplejía espástica, Diplejía espástica**) que afecta las extremidades superiores e inferiores, Parálisis Cerebral Atetode la cual provoca movimientos involuntarios que afecta la escritura, postura y el habla, el 10% de paciente con parálisis Cerebral sufren de estos síntomas, Parálisis Cerebral Atáxica el cual afecta los movimientos del paciente generando inestabilidad y un equilibrio defectuoso, alrededor del 5% de los pacientes con parálisis cerebral sufren de estos efectos secundarios y finalmente la forma combinada de parálisis se representa alrededor del 10% de niños afectados de parálisis cerebral, figuran los que muestran una combinación de los síntomas antes descritos (Alberman & Stanley , 1984).

Estos pacientes generalmente requieren de terapias ortopédica, fono lingüísticas, pediátricas, docencia especial, atenciones a largo plazo que deberían ser constante, tratamientos médicos con relajantes musculares para complicaciones espásticas y cirugías para acomodar extremidades o cadera en su lugar. Así, con lo anterior se pretende que el paciente pueda potencializar su parte cognitiva, motriz y lenguaje por señas, con el fin de poder mejorar sus habilidades (Abril Abadín, Delgado santos, & Vigara Cerrato, 2010).

El control de los fonemas lingüísticos en estos pacientes es de manera tardía, aunque no logren articular una frase correctamente. Por lo tanto, se tiene en cuenta la tecnología como un medio que permita la comunicación sin importar la discapacidad de la persona que accede a ella, para generar un cambio social en el usuario (Parálisis cerebral y lenguaje, 2009). Los avances tecnológicos actualmente permiten una mejor interacción hombre-máquina, en donde la máquina ofrece interfaces de comunicación directa para que el ser humano pueda hacer uso de procesamientos automáticos, reduciendo tiempo e información innecesaria (Herrera Luna, 2017). De esta forma, los sistemas de cómputo ofrecen una serie de ventajas que sirven como base para el desarrollo de herramientas de comunicación alternativas para personas con parálisis cerebral (PC).

En el estado del arte se pueden encontrar trabajos aplicativos que permiten realizar estos acercamientos de niños con parálisis cerebral a su cotidianidad, trabajos tales como una Interfaz didáctica desarrollada con el fin de aumentar el desempeño de los estudiantes con parálisis cerebral nivel 1 que usen la aplicación. Niños que tienen la capacidad de mover sus extremidades sin limitaciones, correr, saltar y subir escaleras. Puesto que la lesión a nivel cerebral afectan de forma

cognitiva al paciente provocando un retraso en el modo de aprendizaje (comunicación, vocalización, racionamiento instantáneo) (Illescas Vásquez , V, & Vásquez Astudillo , 2010). Y una herramienta multiplataforma, aplicación de libre descarga que permite desarrollar una interfaz gráfica con textos, audios e imágenes la personalización de las actividades o necesidades básicas primarias de la misma, por medio de un computador, tableta o celular, diseñada para personas que tengan problemas para hablar ya sea por nacimiento o por un accidente (Baldassarri, Rubio, García Azpiroz, & Cerezo, 2013).

En la Universidad Santiago de Cali se desarrolló una aplicación no convencional de un teclado, en donde las teclas más usadas están juntas en un orden cómodo para un paciente con parálisis cerebral infantil (PCI), con el fin que esta aplicación sea usada como ayuda de comunicación de los pacientes (Timana, Castillo, & Suaza, 2018). Pero esta aplicación a pesar de ser flexible en la variedad de mensajes, al requerir teclear letra por letra para reproducir un mensaje, se vuelve algo tediosa y lenta para el usuario debido a los limitados movimientos que puede realizar.

Este artículo presenta una herramienta tecnológica para implementar el desarrollo del Sistema de Interlocución Audio – Visual como un método alternativo de comunicación que ayuda al paciente con parálisis cerebral infantil (PCI). Esta herramienta posee mensajes predeterminados para que la comunicación de necesidades (Fisiológicas) o actividades sea de manera rápida (Badia I Corbella, 2006).

El Sistema de Interlocución Audio – Visual, se basa en el desarrollo de una interfaz de necesidades básicas primarias y algunas secundarias, la cual contiene botones opcionales audio-visuales que el paciente puede seleccionar mediante el movimiento de la cabeza tomados por la cámara web del Computador Portátil (PC) o de mesa, mediante detección del contorno del rostro del usuario y traducir estos movimientos en coordenadas para el cursor en la pantalla (Roy & Podder, 2013). Finalmente, mediante un módulo de conversión texto a voz que toma e identifica los símbolos lingüísticos pasados como parámetros se podrán convertir estos símbolos en fonemas del idioma requerido, con el fin que al presionarse los botones estos emitan un sonido describiendo la actividad deseada y persona que esté o no familiarizadas con la patología del paciente logren entender lo que él desea decir (Jean Gómez, 2007).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS.

Existe la posibilidad de ayudar el caso particular de un paciente con cuadriplejia debido a Parálisis Cerebral Infantil (PCI) llamado Franky Farid Escobar Londoño, paciente seleccionado por el grupo de trabajo (Dos estudiantes de ingeniería electrónica) que desea implementar una solución que permita mejorar la calidad de vida del paciente por medio de la tecnología. Este paciente con cuadriplejia tiene la posibilidad de mover cuello y cabeza, con plena capacidad cognitiva para entender lo que las personas en su entorno le quieren comunicar.

### 2.1 Determinar necesidades básicas.

La madre del paciente y una practicante de fono audiología de la Universidad Santiago de Cali fueron las principales fuentes de información para el desarrollo de este proyecto. Estas personas aprendieron a identificar las señales que indican una necesidad básica primaria (Fisiológicas) del paciente, y principalmente sus gustos selectivos por la comida, distracción visual. etc. A la madre del paciente y la practicante se les entrevisto para conocer las cotidianidades del paciente (Anexo 1), generándose un listado selectivo de actividades, comidas y complicaciones ergonómicas habituales del paciente. Las anteriores solicitudes se ordenaron en seis (6) subsecciones llamadas: Actividades personales, comidas, frutas, antojos, dolores y actividades diarias. Por medio de la anterior consulta, se dio paso al desarrollo de una interfaz gráfica didáctica con seis (6) principales ventanas de actividades, interfaz que se desarrolló con el lenguaje de programación “Python”, lenguaje orientado a objetos, en el cual se encuentran implementadas gran cantidad de herramientas útiles para la tarea que se desea desempeñar, etc. (Ortiz Ramírez, 2010).

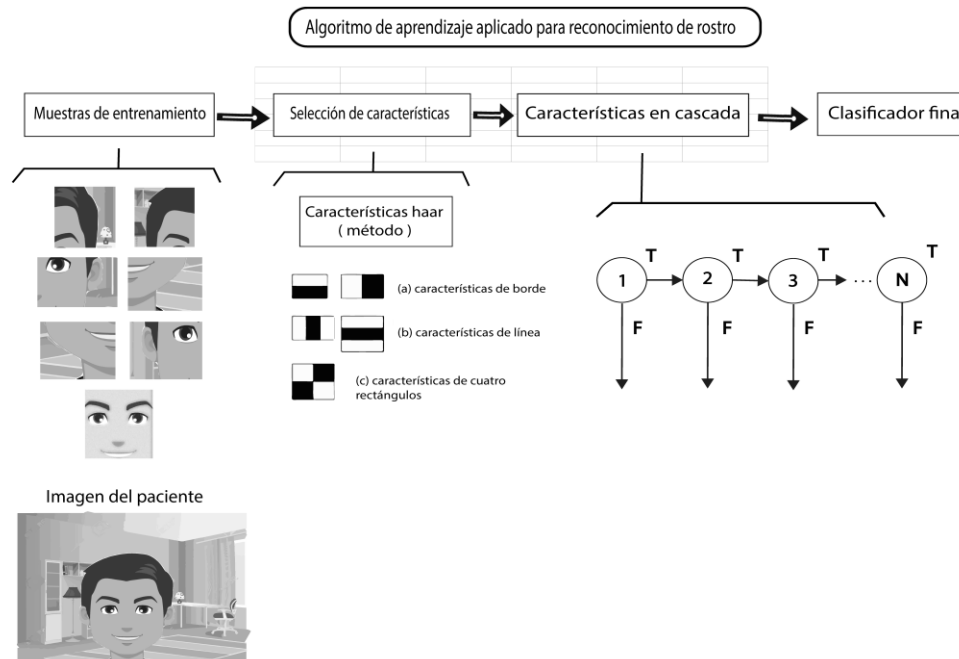
La elección facilito el desarrollo de la antes mencionada interfaz graficas didáctica con 6 opciones principales, a su vez, cada una de estas opciones contiene actividades con más concurrencia por el paciente (actividades solicitadas por sus cuidadores). Para la implementación de lo anterior se necesitó realizar un código que permitiese contener imágenes y estas de igual manera pudiesen emitir sonidos describiendo la acción representada en la imagen. Así, al realizar la selección en la interfaz de dicha opción pueda el paciente satisfacer la necesidad de decir lo que necesita a tiempo. Por consiguiente, se priorizó que la aplicación fuese de fácil comprensión y manipulación para el paciente con cuadriplejia debido a Parálisis Cerebral Infantil (PCI).

### 2.2 Propuesta para la interfaz gráfica.

El paciente al padecer de cuadriplejia, se propuso que la aplicación fuese controlada con el cursor por medio de los movimientos de la cabeza del usuario, usando una librería llamada “Open CV”. Librería que permite capturar los movimientos de la cabeza en tiempo real con una cámara web, utilizando un método llamado “Haar-Cascade”. Método de aprendizaje automático que clasifica el rostro moviendo una ventana sobre la imagen captada, esta ventana clasifica características parecidas o iguales a un rostro. Las etiquetas positivas pasan a otro clasificador hasta que finalmente se detecta el rostro generándose un rectángulo verde alrededor de la mismo. Como se observa en la gráfica 1 (Soo, 2014). Al obtenerse el recuadro se requiere de una región que servirá como guía de seguimiento para el cursor, se usó un algoritmo que acumula un histograma de pixeles explorados en la pantalla frame a frame (fotograma a fotograma), se toma uno y se rechaza el último de la lista. Agregándose, así, los pixeles para ser promediados y obtener las coordenadas que asumirá el cursor en la pantalla (Prieto, Marufo, & Dimatteo, 2012).

También se incluyo una librería llamada “pyttsx” la cual es un sintetizador de texto a voz. Metodo basado en etiquetas fonéticas - acústicas para modelar parámetros característicos espectrales de la voz, esta tecnología ha tenido un enfoque práctico para personas con algún tipo de incapacidad generalmente para establecer comunicación oral (Garcia Mata, 2000).

**Gráfica 1. Clasificadores en cascada.**



Fuente: Elaboración propia.

### 2.3 Seguimiento de rostro.

Para hacer posible la detección del rostro, contorno y punto medio que servirá de guía para las coordenadas del cursor es necesario el uso de una cámara Web del Computador Portátil (PC), esta es de tipo RGB, es decir, presenta a color la imagen captada por ella y en conceptos computacionales son datos y procesamiento que vuelve un poco más lenta la operación en tiempo real, por eso fue necesaria convertir esta imagen RGB a escala de grises para suavizar el procesamiento de datos en tiempo real como se muestra en la gráfica 2, esta conversión de RGB a escala de grises usa la siguiente ecuación.

$$\text{Intensidad de escala de grises} = \sqrt{(R)^2 + (G)^2 + (B)^2}$$

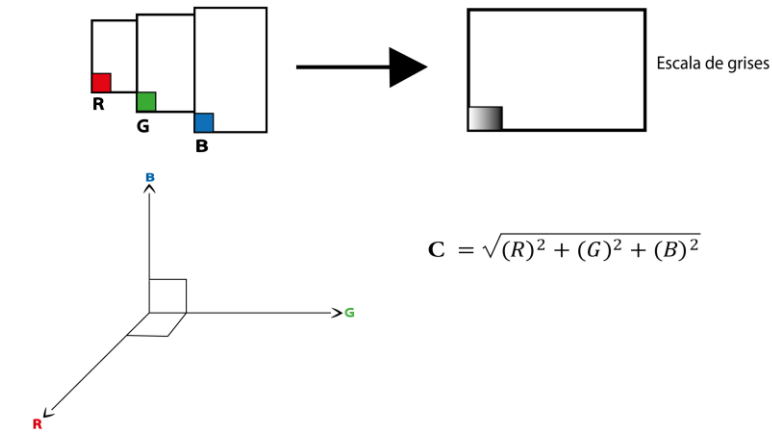
Esta ecuación viene del comité nacional de sistemas de televisión (NTSC) estándar de iluminación (Nagabhushana, 2005).

El filtrado que produce suavizado en una imagen se denomina filtro paso bajo (permite el paso de frecuencias bajas y atenúa las altas), el cual elimina los cambios graduales de brillo en la imagen. Mostrando en la imagen final detalles de importancia para el diseño de un algoritmo, evitando mostrar efectos indeseados (Pinilla, Alcalá, & Ariza, 1997).

El algoritmo al realizar el filtrado elimina el ruido y suaviza la imagen final, reduciendo la variación de intensidad entre píxeles, con el fin de realizar la segmentación del rostro. Se toma un punto medio del contorno seleccionado, el cual convertirá los píxeles tomados en los frames en coordenadas (X, Y). Con el fin que los movimientos de la cabeza se vean reflejados en el monitor por medio del cursor en un tiempo de 40-50 mili segundos, es decir, 15 fotogramas por segundo (Viola & Jones, 2001). Método de bajo procesamiento con eficientes resultados en donde se detecta de mejor manera la región entre los ojos. Región que se calcula para convertirse finalmente en píxeles que darán inicio a un sistema automático para el reconocimiento de movimiento del rostro, etc. (Lucía Guevara, Echeverry, & Ardila Urueña, 2008).

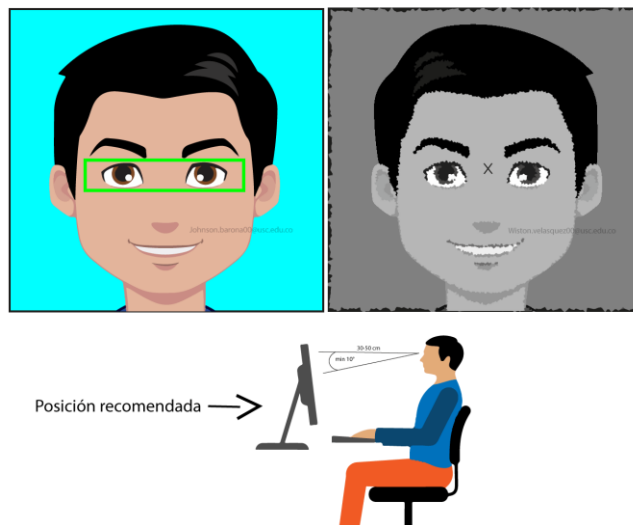
Finalmente, este proceso permite que la cámara capte el contorno y el punto de guía para el cursor en el rostro del paciente al mover el cursor, como se observa en la imagen 1. Movimientos que se reflejan cuando el cursor toma las diferentes posiciones X, Y en la pantalla del computador. Gracias a la librería OpenCV que contiene algoritmos de reconocimiento de rostro, identificar objetos, clasificar acciones humanas en videos y captación de movimientos con la cámara en tiempo real (OpenCV, s.f.).

**Grafica 2. Conversión de matrices RGB a matriz única en escala de grises.**



Fuente: Elaboración propia.

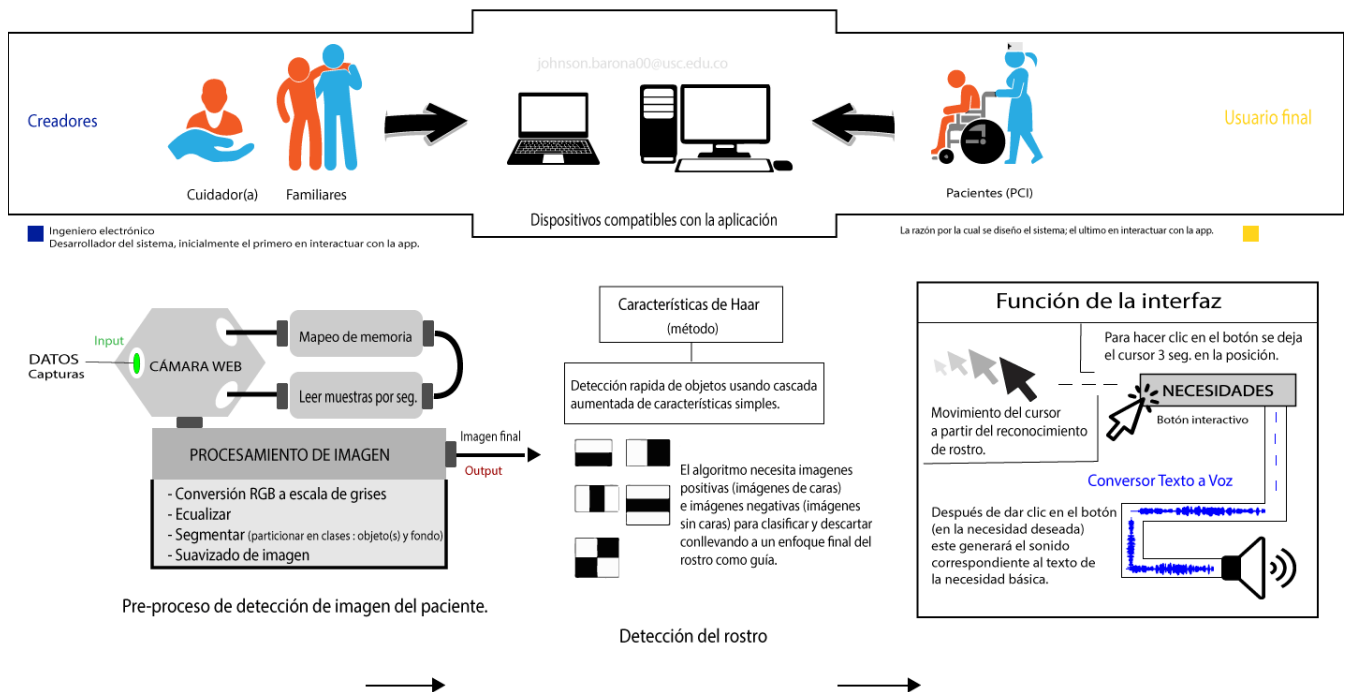
**Imagen 1. Detección del contorno del rostro y guía del cursor en el rostro del paciente.**



Fuente: Elaboración propia.

## 2.1 Desarrollo metodológico.

Imagen 2. Pasos realizados para desarrollar el sistema de interlocución audio-visual.



Fuente: Elaboración propia.

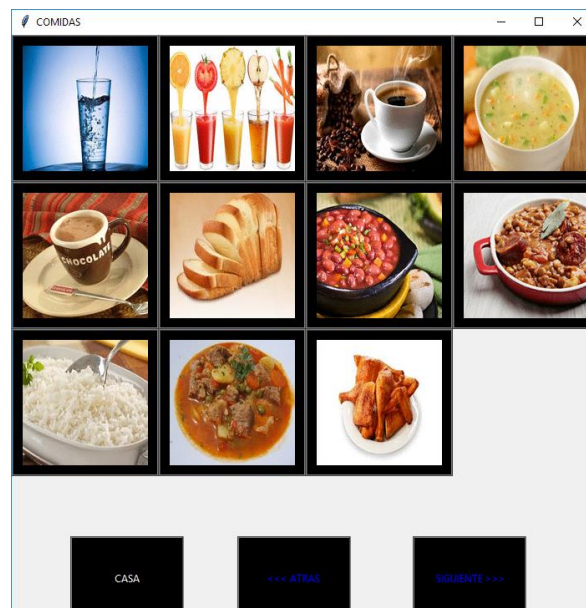
El flujograma de la imagen 2 evidencia los pasos y algunos métodos usados para el desarrollo de la aplicación.

1. **Cámara web:** El código de procesamiento de imágenes, inicia capturando de la imagen frente a la cámara, a su vez la imagen captadas en full color son convertidas a escala de grises para ahorrar datos de procesamiento, después se modifican la intensidad de los pixeles de la imagen obtenida por medio de la ecualización, la imagen ya en escala de grises se analizan según el nivel de intensidad para discriminar unos pixeles de otros en las curvas del objeto para dar como resultado una segmentación homogénea del objeto , finalmente con un filtrado gaussiano se elimina el ruido de la imagen y mejorando la calidad de los pixeles tomados.
2. **Características de Haar:** Algoritmo de aprendizaje automático que al detectar el rostro realiza diferentes etapas clasificadoras, cada etapa toma regiones positivas (si encontró un objeto) y negativas (no encontró nada), cada detección positiva pasa a la siguiente etapa superando el umbral de objeto y no objeto, el clasificador final al obtener las muestras positivas organiza el objeto (o rostro) y como resultado final aparece la selección del objeto por medio de un recuadro.
3. **Función de interfaz:** Al realizarse la identificación del usuario a casusa del recuadro formado en el contorno del rostro, este se transforma en guía para el cursor. Transformando movimientos de la cabeza en coordenadas X.Y del cursor en la interfaz. El clic de una opción o imagen se hace por medio de un temporizador, al cumplirse el tiempo se oprime y a su vez esta emite un sonido que describe la actividad de la imagen seleccionada.

### 3. RESULTADOS.

La imagen 3, manifiesta el resultado del desarrollo de un código que permitió integrar imágenes y sonidos para generar una interfaz gráfica con seis (6) opciones principales, la integración del código que activa la funcionalidad de la cámara web para detectar el rostro del paciente en una opción llamada “Cámara” y la opción “Salir” para finalizar la aplicación. Cualquiera de las seis opciones principales al ser seleccionadas despliegan una ventana que contiene actividades escogidas por los familiares por medio de encuestas y ubicadas en orden de prioridad de uso por el paciente. Adicionalmente cada uno de estos botones de las ventanas al ser seleccionados emiten un sonido que describe la actividad a realizar. Así, la aplicación ayudara al paciente brindándole una forma de comunicación alternativa, existiendo un balance entre tiempo de acción y eficiente reacción del cuidador hacia el paciente.

Imagen 3. Interfaz con sus seis (6) botones principales y una ventana opcional abierta.



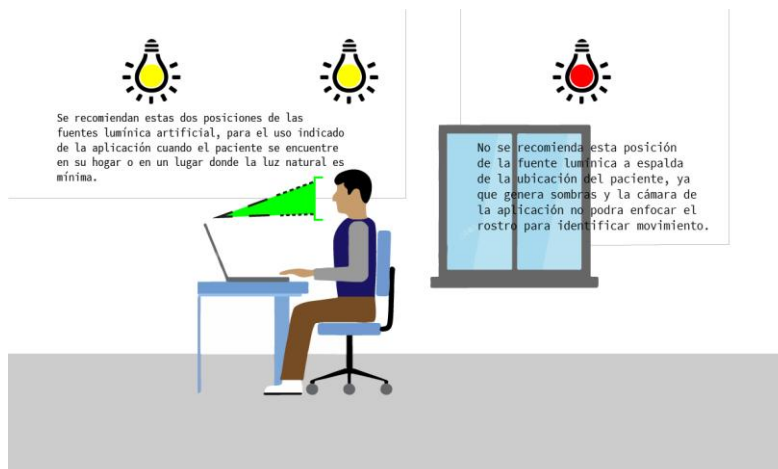


Fuente: Elaboración propia.

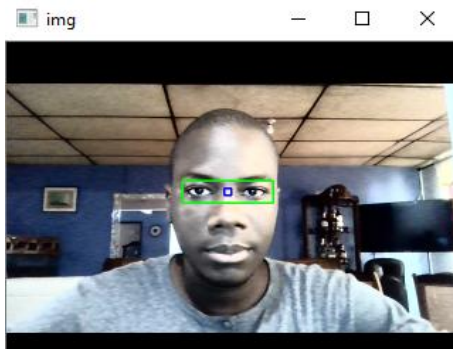
El paciente (Franky) tiene la capacidad de mover cuello y cabeza (movimientos no tan finos), esto promovió el desarrollo de un código que captura los pixeles de una imagen (a color) y los transforma en una escala de colores a grises, para así, reducir procesamientos lógicos computacionales. Dando como resultado un recuadro dibujado en el contorno del rostro del paciente, que tendrá como función captar los movimientos del contorno obtenido por el código. Todo esto es inicializado al activarse la cámara web del computador. A su vez, los movimientos que realice el paciente se verán interpretados en movimientos del cursor por medio de coordenadas (X, Y) en la pantalla del computador.

Para el uso adecuado de la aplicación se requiere de una distancia entre el foco del lente de la cámara web y el paciente de 30 – 40 Cm. Cuando sea requerida la luz artificial como se observa en la imagen 4, para el uso de la aplicación se recomienda que la fuente lumínica este ubicada de la siguiente manera, los focos en amarillo representan las mejores posiciones de la fuente lumínica para que la cámara web tenga una clara identificación del paciente y se pueda realizar un adecuado procesamiento. El foco rojo describe una posición no conveniente, a pesar que la cámara web capta la imagen, el algoritmo de puede detectar el rostro porque no existe la luminosidad suficiente para mostrar las características o detalles del rostro del usuario.

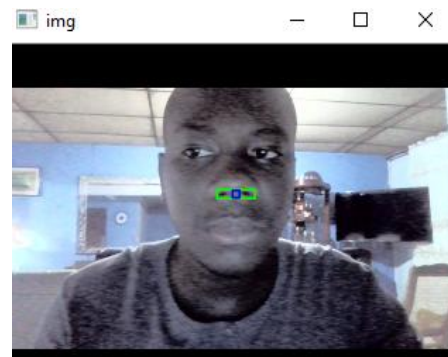
Imagen 4. Recomendación lumínica para el uso de la aplicación.



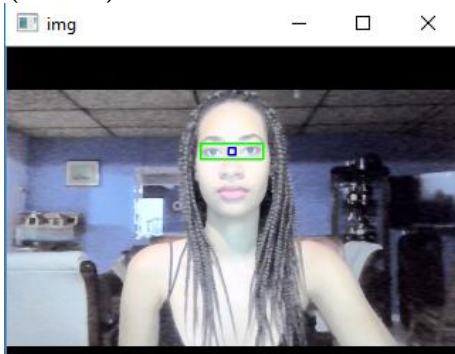
Fuente de luz artificial adelante o encima de la cámara. (Prueba 1).



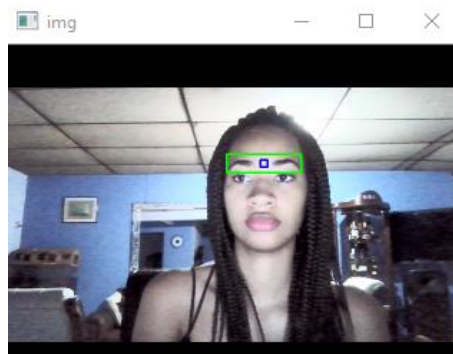
Fuente de luz artificial atrás de la cámara.



Fuente de luz artificial adelante o encima de la cámara. (Prueba 2).



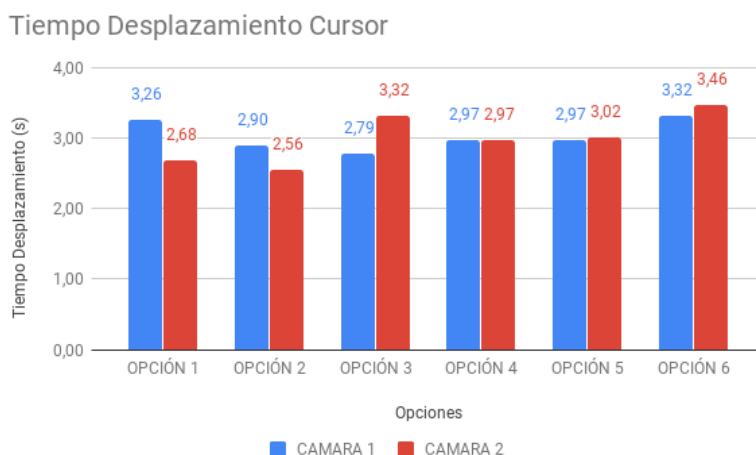
Fuente de luz artificial atrás de la cámara.



Fuente: Elaboración propia.

### 3.1 Evaluación de desempeño.

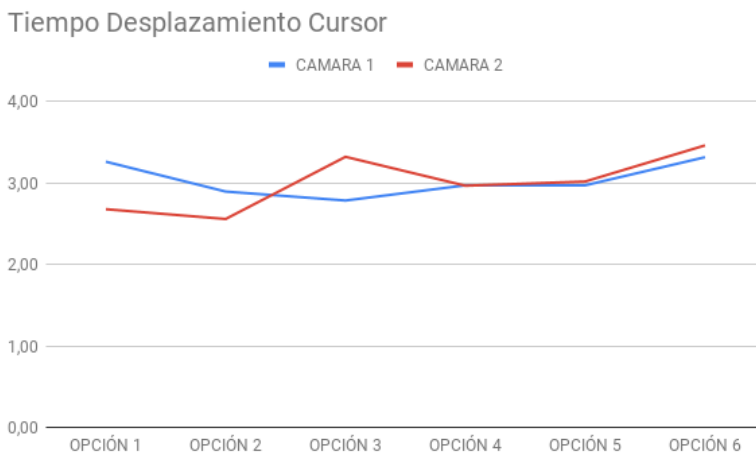
Grafica 3. Tiempo de desplazamiento con Cámara 1 y Cámara 2.



Fuente: Elaboración propia.

La grafica (3) describe los resultados promediados de seis (6) muestras diferentes obtenidas del desplazamiento del cursor en medio de la aplicación (Sistema de Interlocución Audio – Visual). La prueba consto de desplazar el cursor de la esquina superior derecha hacia cada una de las seis (6) opciones de la interfaz principal, teniendo en cuenta el tiempo transcurrido en segundos. Al comparar esta herramienta con la existente en la universidad Santiago de Cali, su función y tiempo promedio de manejo son similares, la diferencia consta en que la herramienta existente el paciente debe digitar el mensaje completo para poder reproducirlo por lo que el tiempo se multiplica por el número de letras que debe incluir. Mientras tanto, esta aplicación tiene los mensajes predefinidos y se reproducen automáticamente.

**Grafica 3,1. Tiempo de desplazamiento con Cámara 1 y Cámara 2.**



Fuente: Elaboración propia.

La grafica (3,1) describe el progreso de adaptación y/o uso del Sistema de Interlocución Audio – Visual a medida que pasa el tiempo, en donde el paciente se mostró satisfecho y feliz por su coordinación (Anexo 2). Realizando múltiples intentos con dos diferentes computadoras de características y cámaras diferentes, para tener el control de la aplicación, bajo las condiciones lumínicas y distancia recomendada de 30 – 40 Cm.

### 3.1.1 Descripción computadoras usadas.

- |                                 |  |
|---------------------------------|--|
| - Computador 1. (Color azul)    | - Computador 2. (Color rojo)                   |
| . Lenovo ideapad 330S.          | . Samsung                                      |
| . Windows 8.                    | . Linux  |
| . 64 bits                       | . 32 bits                                      |
| . Cámara SunplusIT, 720p, 1.0Mp | . SiliconMotion Webcam, SC-15HDL11939N – 1.3Mp |

El estudio de la tecnología con propósito de ayuda a pacientes con parálisis cerebral, tales como: El de cinco estudiantes llamados Tania Desai, Katherine Chow, Leslie Mumford, Fanny Hotze, Tom Chau del distrito universitario de Toronto, Canadá, los cuales implementaron una aplicación didáctica desde un iPad como ayuda a la comunicación de un estudiante con parálisis cerebral y autismo, en donde le permite organizar frases al tocar la pantalla (Desai a, Chow a, Mumford b, Hotze b, & Chau c, 2014). También, José Luis González, Marcelino J. Cabrera, Francisco L. Gutiérrez, estudiaron en la Universidad de Granada, diseñaron una aplicación en un Nintendo DS con concepto de video juego como propuesta para generar un entorno educativo y atractivo para niños con parálisis cerebral, representando el videojuego con animaciones que el estudiante selecciona y estas expresan la idea con una estructura gramatical que el estudiante pueda recordar (González, J. Cabrera, & Gutiérrez, 2014). La aplicación existente en la universidad Santiago de Cali, es controlada por los movimientos de la cabeza por medio de un sensor inercial ubicado encima de la zona craneal del paciente y la acción de clic es con un puntero ubicado en la frente del paciente (Elementos sostenidos por una banda que cubre la zona craneal) (Timana, Castillo, & Suaza, 2018).

Las anteriores aplicaciones son interesantes porque aportan al desarrollo de la comunicación de paciente con parálisis cerebral. Pero los dos primeros aportes no involucran a pacientes con cuadriplejía, tampoco promueven el uso de la cámara web como un medio de apoyo sensorial para que el paciente haga un uso alternativo para seleccionar acciones de la aplicación.

#### 4. CONCLUSIONES

El presente trabajo aborda el problema asociado al desarrollo de una aplicación que consta de una interfaz audio-visual para una comunicación alternativa de necesidades y actividades básicas, de un paciente con cuadriplejía debido a Parálisis Cerebral Infantil (PCI). Gracias a las entrevistas se pudo identificar las necesidades, actividades más frecuentes y capacidad motriz del paciente. Esto permitió plantear una solución tecnológica de bajo costos y no requiere de un sensor adicional, además de la cámara web que le permite comunicar tales necesidades. Teniendo claro lo anterior, se identificaron herramientas y técnicas que permitieron el éxito de la aplicación.

La necesidad de comunicación se asocia a la proporción de independencia, que en cierta medida genera la aplicación al paciente en su entorno familiar. Por esta razón, la motivación por aprender sobre la aplicación es un factor de éxito para la adopción de la herramienta en la rutina diaria del núcleo familiar. Como se evidencia en la gráfica 3.1 existe una curva de aprendizaje rápida, lo que muestra la facilidad de uso de la herramienta y efectividad de los algoritmos empleados. Así, se involucrará la aplicación como un asistente que facilite la interacción en el hogar y posiblemente fuera de él.

La primera versión de la aplicación funcionó según lo propuesto por el grupo de trabajo, es decir, brinda una forma alternativa de comunicación didáctica al paciente con Parálisis Cerebral Infantil (PCI). El 95% de las ideas fueron aplicadas y el 5% se dejaron para versiones a futuro. Cabe resaltar la alta satisfacción por parte del paciente y familiares que se hizo notoria al realizar las pruebas con el paciente (Anexo 3), por ser una alternativa de comunicación didáctica, económica y de fácil manipulación. Con el resultado obtenido se proyecta el uso de esta aplicación en institutos o Instituciones Prestadoras de Salud (IPS), para la ayuda de terapias motrices, visuales y auditivas, para pacientes que padezcan de esta patología.

## 5. REFERENCIAS.

- Herrera Luna, E. (2017). Interacción Hombre - Máquina . Mexico: Ingeniería en computo.
- Abril Abadín, D., Delgado Santos, C., & Vigarra Cerrato, Á. (2010). Comunicación Aumentativa y Alternativa. CEAPAT.
- Acero Fino, N. (2015). ¿Qué es linux? meta: guarracuco.
- alberman , e., & stanley , f. (1984). the epidemiology of the cerebral palsies. londonuk: spastics international Medical Publications.
- Argüelles, P. P. (2008). Parálisis cerebral infantil. Barcelona: Servicio de Neurología. Hospital Sant Joan de Dèu, Barcelona.
- Badia I Corbella, m. (2006). Calidad de vida familiar: La familia como apoyo a lapersona con parálisis cerebral. Salamanca : Intervención Psicosocial.
- Baldassarri, S., Rubio, J., García Azpiroz, M., & Cerezo, E. (2013). A Multiplatform Alternative and Augmentative Communication Tool. Zaragoza : ScienceDirect, Elsevier.
- Calzada Vázquez Vela., D., & Carlos Al. (2014). Parálisis cerebral infantil: definición y clasificación a través de la historia. Mexico: Medigrap.
- Desai a, T., Chow a, K., Mumford b, L., Hotze b, F., & Chau c, T. (2014). Implementing an iPad-based alternative communication device for a student with cerebral palsy and autism in the classroom via an access technology delivery protocol. Toronto, Canada: ELSEVIER.
- García Mata, C. (2000). Revisión de la tecnología de síntesis de voz y recursos lingüísticos existentes para el idioma Español. Chihuahua: ResearchGate.
- García Zapata, L. F., & Restrepo Mesa, S. L. (2010). La alimentación del niño con parálisis cerebral un reto para el nutricionista dietista. Perspectivas desde una revisión. Medellin.: perspectivas en nutrición humana.
- González, J., J. Cabrera, M., & Gutiérrez, F. (2014). Diseño de videojuegos aplicados a la Educación Especial. Granada : Luis González, Marcelino J. Cabrera, Francisco L. Gutiérrez.
- Hernandez Rios, A. (2011). comunicación verbal y no verbal. matamoros: universidad tecnológica de izúcar de matamoros.
- Illescas Vasquez , M., V, & Vasquez Astudillo , M. (2010). Desarrollo de un software educativo para el Instituto Fiscal Especial "Stephen Hawking" en el area de lenguaje y comunicacion para niños con paralisis cerebral nivel 1. Cuenca- Ecuador : Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca .
- Jean Gomez , A. (2007). Adaptación del sistema Texto a Voz. Catalan: Ingeniería Técnica de Telecomunicaciones (Sonido e Imagen).
- Jiménez López, A., Prieto Pelayo, M., & Ramírez Forero, Á. (2015). Enseñanza del Procesamiento de Imágenes en Ingeniería usando Python. Villavicencio : VAEP-RITA .
- Lavilla Villaverde , C. (2013). Intervención fisioterápica en la. Zaragoza: Universidad de Zaragoza, Facultad de Ciencias de la Salud .
- Lucía Guevara , M., Echeverry, j., & Ardila Urueña, W. (2008). detección de rostros en imágenes digitales usando clasificadores en cascada . pereira: universidad tecnológica de pereira. issn 0122-1701 .
- Nagabhushana, S. (2005). Computer Vision and Image Processing. New age international (p) limited, publishers.

OpenCV. (s.f.). OpenCV. Obtenido de OpenCV: <https://opencv.org/about.html>

Ortiz Ramirez, A. (2010). Python como primer lenguaje de programación. Monterrey: Departamento de Tecnologías de Información y Computación.

(2016). Parálisis cerebral infantil. Cali.: Parálisis cerebral infantil care at Mayo Clinic.

Parálisis Cerebral y Lenguaje . (2009). Andalucía : Revista digital para profesionales de la enseñanza. .

Pennington L, Goldbart J, & Marshall J. (2007). Tratamiento del habla y el lenguaje para mejorar las habilidades. The cochrane Collaboration.

Pinilla, C., Alcalá, A., & Ariza, J. (1997). Filtrado de imágenes en el dominio de las frecuencias. jaen: Revista de teledetección.

Prieto, M., Marufo, M., & Dimatteo, L. (2012). Algoritmo de seguimiento de objetos en imágenes mediante reconstrucción interactiva de histograma en tiempo real. Buenos aires: Grupo de inteligencia artificial y robótica (GIAR).

Roy, M., & Podder, M. (2013). Face detection and its applications. Kolkata: IJREAT International Journal of Research in Engineering & Advanced Technology.

Soo, S. (2014). Object detection using Haar-Cascade Classifier. Tartu: Institute of Computer Science, University of Tartu.

Timana, L., Castillo, J., & Suaza, K. (2018). Interfaz Adaptativa Basada en un Mouse Inercial para Comunicación Alternativa. Cali, Colombia: Grupo de investigación GIEAM.

Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features. Proceedings of the 2001 IEEE Computer Society Conference on (Vol. 1, pp. I-I). IEEE.

## ANEXOS DEL TRABAJO.

### 1- Entrevista para diagnosticar las actividades habituales del paciente.

Nota: La entrevista se practico por una intermediaria, quien fue la estudiante de fono audiologia y ella quedo con los requerimiento para futuras peticiones, el día que se le hizo la peticion de estos contesto que se le habian perdido.

### 2- Encuesta de satisfaccion paciente Franky.

Nota: Franky tiene la capacidad de comprender cuando se le habla y ante estos estímulos el trata de asentar con su cabeza, niega, se ríe o frunce el ceño (arruga las cejas) dependiendo esto de lo que se le diga. Gracias a su gran capacidad se realizaron pruebas satisfactorias.

### 3- Encuesta de satisfacción familiares.

Nota: Se lleno la encuesta de manera virtual y se digitalizo la firma de acudiente (acuerdo consensuado).

## ANEXO 2.



### Cuestionario de Satisfacción [Sistema de interlocución audiovisual]

Su opinión sobre la aplicación es importante para mejorar nuestro desempeño en el diseño. La información aquí recopilada nos resultará muy útil para conocer sus valoraciones y sugerencias. Por favor, marque su respuesta de satisfacción en las siguientes preguntas (marque con una X). ¡MUCHAS GRACIAS!

ENCUESTA PARA EL PACIENTE	
	SI NO
1. ¿Entiendes el funcionamiento de la aplicación?.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2. ¿La ventana principal te parece amigable?.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3. ¿Entiendes el funcionamiento de los botones?.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4. ¿Entiendes que función cumple cada ventana?.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
5. ¿Las imágenes son claras para ti?.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
6. ¿Puedes controlar la aplicación sin dificultad?.	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:

*Ledy Lorena L*

ANEXO 3.



**Cuestionario de Satisfacción**  
*[Sistema de interlocución audiovisual]*

Su opinión sobre la aplicación es importante para mejorar nuestro desempeño en el diseño. La información aquí recopilada nos resultará muy útil para conocer sus valoraciones y sugerencias. Por favor, califique su grado de satisfacción en los siguientes puntos, teniendo en cuenta que el 1 implica el mínimo grado de satisfacción y 5 el máximo (marque con una X). ¡MUCHAS GRACIAS!

ENCUESTA PARA FAMILIARES O ACOMPAÑANTES.		1	2	3	4	5
La ventana principal de la aplicación es llamativa y de fácil comprensión.						x
De la forma en que aparecen los botones en la ventana principal, se informa claramente lo que cada uno representa?						x
La aplicación aparenta ser de uso didáctico.						x
Familiares o acompañantes entiende el funcionamiento de la aplicación.						x
Comprenden a primera vista para que sirve cada botón.						x
Al ser presionados los botones interactivos (Imágenes), estos emiten un sonido. Este sonido es comprensible.						x

**COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:**

*Ledy Lorena L*

Fuente: Elaboración propia.





**Encuesta de grado de satisfacción**  
*[Sistema de interlocución audiovisual]*

Su opinión sobre el diseño de nuestra aplicación es importante para nosotros. La información aquí recopilada nos resultará muy útil para conocer sus valoraciones y sugerencias. Por favor, seleccione con sinceridad y absoluta objetividad su grado de satisfacción en los siguientes puntos. ¡MUCHAS GRACIAS!

**ENCUESTA PARA FAMILIARES O ACOMPAÑANTES.**

El acceso a la plataforma fue:

- Sencillo
- De dificultad media
- Difícil

¿La aplicación es fácil de comprender?

- Si
- Dificultad media
- No

El contenido de la ventana principal es:

- Muy bueno
- Aceptable
- Inapropiado

El funcionamiento de la aplicación es:

- Bueno
- Regular
- Malo

¿Con que frecuencia cree usted que se le dará uso a la aplicación?

- Diaria
- Semanal
- Esporádica

¿Considera que la aplicación ayudara a mejorar la calidad de vida del paciente?

- Si
- No

*Ledy Lorena L*

Fuente: Elaboración propia.