

ANÁLISIS DE LA SIMETRÍA FACIAL EN TRATAMIENTO FISIOTERAPÉUTICO POR MEDIO DE UNA APP PARA DISPOSITIVO MÓVIL

ANALYSIS OF FACIAL SYMMETRY IN PHYSIOTHERAPY TREATMENT BY MEANS OF AN API

Francisco Gutiérrez Vera

Tecnológico Nacional de México en Celaya
francisco.gutierrez@itcelaya.edu.mx

Claudia Cristina Ortega González

Tecnológico Nacional de México en Celaya
claudia.ortega@itcelaya.edu.mx

Daniel Gómez Hernández

Tecnológico Nacional de México en Celaya
13030417@itcelaya.edu.mx

Recepción: 22/noviembre/2019

Aceptación: 16/diciembre/2019

Resumen

En este trabajo se presenta una aplicación móvil que mide la simetría facial por medio de ML Kit basándose en la identificación de "Puntos de Referencia Faciales" (ojos, orejas, nariz, mejillas, boca, etc.) a partir de una imagen tomada a un individuo y que cubra con características específicas para no incurrir en un error antes de realizar la medición. Su desarrollo se realizó en tres etapas; en el análisis del estado del arte, desarrollo del App y pruebas. En la etapa del análisis del estado del arte, se realizó la búsqueda de un API que cumpliera los requerimientos para este desarrollo además de un algoritmo para cuantificar la simetría facial. En la etapa de construcción, se desarrolló una app para android utilizando el lenguaje JAVA. En la última etapa se realizaron las pruebas pertinentes. El proyecto se sometió a una fase experimental con una muestra de tamaño 30 que representan imágenes de rostros de personas, 10 sin parálisis facial y 20 con parálisis, de los cuales se obtuvieron sus resultados y en base a ellos se realizaron los test pertinentes para llegar corroborar la hipótesis y formular conclusión.

Palabra(s) Clave: fisioterapia, vision API, parálisis facial, simetría facial.

Abstract

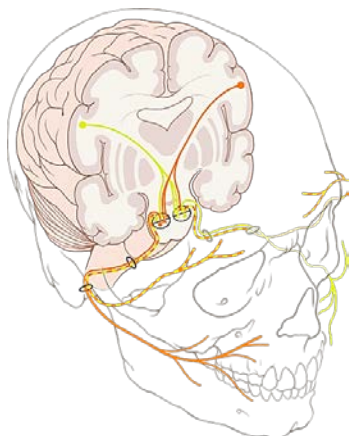
In this work an application is presented which measures the facial symmetry using the ML Kit based on the identification of "Facial Reference Points" (eyes, ears, nose, cheeks, mouth, etc.) from an image taken to an individual and covering with specific characteristics so as not to incur an error before performing the measurement. Its development was carried out in three stages; the analysis of the state of the art, the development of the App and the tests. In the stage of the analysis of the state of the art, the requirements for this development, in addition to an algorithm for quantifying the facial symmetry. In the development stage, an Android app was developed using the JAVA language. Test were carried out at the last stage. The project underwent an experimental phase with a sample 30 images of people's faces, 10 without facial paralysis and 20 with paralysis, Which were processed and tested to evaluate the the hypothesis and to formulate a conclusion.

Keywords: physiotherapy, vision API, facial paralysis, facial symmetry.

1. Introducción

Todos los días, estamos expuestos a contraer infecciones de algún tipo, estas pueden contener algún microorganismo patógeno como lo son bacterias, hongos, virus, protozoos o priones. Normalmente estas infecciones se curan y no dañan en gran medida al cuerpo. Sin embargo, las infecciones como herpes labial, mononucleosis, paperas e Influenza B pueden hinchar el nervio que controla los músculos de la cara, causando la parálisis facial o también llamada parálisis de bell (Flores I. 2017). La cara tiene 43 músculos (Thibodeau, 1995), resultar difícil imaginar cómo se distribuyen una cantidad tan grande de grupos musculares con funciones tan específicas y diferenciadas entre sí. La complejidad de la expresión facial, además de las funciones propias de la fonación y deglución, requieren no solo de bastantes grupos musculares, sino de una coordinación extraordinaria entre los mencionados grupos de músculos para lograr una variedad tan amplia de movimientos, que van desde un simple guiño hasta el poder silbar. De acuerdo con Pérez Y. (2016). *"La parálisis facial es un síndrome agudo que afecta al nervio facial (también llamado séptimo par craneal) este controla los músculos faciales, cuando*

se produce una lesión en algún lugar del trayecto del nervio se produce el trastorno". El trayecto del nervio par facial puede ser apreciado en la figura 1.



Fuente: [Tomas-Roca 2015]

Figura 1 Origen y trayecto del nervio facial derecho e izquierdo y su recorrido.

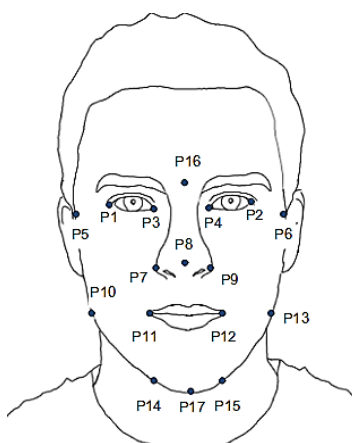
Según el Instituto Nacional de desórdenes neurológicos de USA (2016), la mayoría de los científicos cree que una infección viral como una meningitis viral o el virus de las llagas del resfrío común (herpes simple) causa el trastorno. Piensan que el nervio facial se hincha y se inflama como reacción a la infección. Existen diferentes tipos de parálisis facial de acuerdo a la causa que la provoca. Continuando con lo acordado con Pérez Y. (2016) las parálisis pueden ser: *Parálisis facial idiopática*: También llamada parálisis de Bell ocurre en el 40% sin importancia del sexo de la persona. Aparece normalmente entre los 18 y 50 años de edad. *Parálisis facial por Herpes Zoster ótico*: Parálisis facial acompañada de otalgia y vesículas en el pabellón auricular. Solo el 60% de los casos se recupera sin ninguna secuela. *Parálisis facial por otitis*: Cuando se produce una otitis aguda suele ser suficiente el tratamiento con antibióticos y tiene una rápida recuperación, es poco frecuente. En el caso de otitis crónicas suele ser imprescindible el tratamiento quirúrgico. La parálisis facial más frecuente es la llamada parálisis de Bell, afectando al 40% de los casos y es idiopática. En segundo lugar, de importancia se encuentra la parálisis facial de origen traumático en un 25% de los casos. Después, le siguen las parálisis causadas por tumores, infecciones agudas y crónicas del oído, el virus herpes zoster, y por último enfermedades del organismo que pueden afectar de

forma secundaria al nervio. Los síntomas cambian de acuerdo a la lesión del nervio en la persona. Pueden ser entre una parálisis débil a una parálisis total. Una vez ya conocidos los causantes de la parálisis, el médico debe elegir un tratamiento basándose en: *tipo de la parálisis, etiología y naturaleza de la lesión causal, lugar en el cual se ha producido la lesión, intensidad o magnitud de la lesión y de la parálisis y tiempo transcurrido entre la iniciación de la parálisis y el examen del enfermo*. Ya que no existe un tratamiento adecuado para todos, el médico puede recomendar medicamentos, terapias físicas e incluso dependiendo la gravedad de la parálisis una cirugía para la recuperación del paciente. De acuerdo con Flores I. (2017). *"En México, se estiman 20-30 casos de parálisis facial por 100,000 personas al año, respecto a la afectación por género se ha documentado que la incidencia entre hombres y mujeres es similar, con presentación bimodal en las edades de 20 a 29 años y de 50 a 59 y en la mujer embarazada es 3.3 veces más"*.

No obstante, asegura González R. (2016) que la parálisis facial tiene una serie de implicaciones físicas que también pueden afectar psicológicamente al paciente. Además de sufrir dificultades para el cierre del ojo, para hablar y para comer, el paciente recibe un gran impacto psicológico, puesto que influye en su calidad de vida y en su relación con el entorno, produciéndole un gran estrés y ansiedad. Desde la perspectiva de Rodríguez R (2011) *el padecimiento de parálisis de Bell no sólo le ocasiona un daño físico a la persona, sino en muchos casos también emocional, afectando la autoestima del paciente haciendo que se aíslan y se sienten excluidos de la sociedad, algo que puede complicar el cuadro clínico. Porque lo que era algo médico, pasa entonces a tener también un cuadro psicológico."*

En relación, según I. R. Barrón, R. M. Aguilar, J. L. Tecpanecatí, G. Mondragón (2017) uno de los problemas que se presentan a la hora de la rehabilitación, es el poder medir el progreso de los pacientes, este progreso es medido por la simetría del rostro y puede ser un proceso que solo un especialista puede realizar. Esta medición se hace solo cuando el paciente acude a su siguiente cita y haya realizado sus ejercicios de rehabilitación previos. Muchos de los ejercicios deben realizarse en casa días antes de su cita, esto le puede generar frustración al paciente al no saber el progreso de su rehabilitación. En recientes estudios sobre pacientes con

parálisis facial se determinado que dos factores que afectan en gran medida la recuperación es la rapidez al atender al paciente y la realización de ejercicios de rehabilitación. Sin embargo, existe un vacío en cuestión de medir la progresión de los pacientes a través de la rehabilitación. El Instituto Nacional de Rehabilitación (INR) ha propuesto una medida de simetría facial para determinar el grado de avance en los pacientes a través del procesamiento digital de imágenes. Tal propuesta de medida se ha pretende utilizar en medición de la simetría del rostro. La figura 2 muestra los puntos utilizados en la medición de la simetría facial en el algoritmo mencionado.



Fuente: [Barrón I., Aguilar R., Mondragón G. 2015]

Figura 2 Puntos de la simetría facial.

De aquí se tienen dos vertientes del problema, por un lado, el aspecto social que genera en una persona este tipo de padecimiento y por otra parte el uso de herramientas de hardware y software que permitan una revisión del avance o mejora en un proceso de rehabilitación. La presente investigación busca el poder comprobar si es posible medir la simetría del rostro por medio de una App. Para lograr este objetivo se utilizó una API de reconocimiento biométrico llamada Visión API que forma parte de Google Cloud que es un conjunto de APIs con diferentes utilidades que trabajan en tiempo real. Para poder hacer el reconocimiento de todos los puntos posibles (ojos, mejillas, cejas, labios, etc.) se hace un análisis de las características faciales extraídas de la imagen que se compara con el contenido de una base de datos para su identificación.

La importancia de medir el proceso de recuperación de una persona le permite retomar su seguridad y responder a la pregunta del paciente ¿Cómo me encuentra después de la terapia vestibular?, es parte importante de lo que se quiere comprobar.

2. Metodología

La metodología que se llevó a cabo en el transcurso de este proceso de investigación está conformada por 4 etapas, las cuales se presentan en la figura 3.

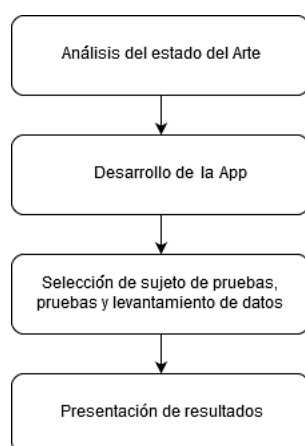


Figura 3 Procedimientos y técnicas que se aplican en la realización de la investigación.

Análisis del estado del arte

En esta etapa se realizaron investigaciones sobre; el rostro, específicamente la anatomía y su funcionamiento que es afectada por la parálisis facial, el estado actual de la parálisis facial en México y las principales causas por las cuales es padecido este síndrome, sus tipos y tratamiento común correspondientes a cada uno para la rehabilitación, parte del resultado de esto se presentó en la introducción. Se tomó en cuenta qué impacto tiene la parálisis facial en las personas que la padecen; emocional y psicológicamente. También se investigó el impacto en la actualidad de las App`s enfocadas a la salud además su efecto en el campo de la medicina, como se manifiesta en el artículo “Las aplicaciones móviles de salud están de moda” [Marisa 2017] y cómo es posible realizar un reconocimiento facial con ayuda de un teléfono inteligente y un API, No se encontró una APP específica que realizara un

proceso semejante, en el sentido de medir la simetría del rostro. De acuerdo con la información que se obtuvo se planteó la problemática de la investigación; formalizando la situación a analizar, delimitando, describiéndola y dándole una posible solución, generando así una hipótesis que estipula que: El uso de una App en un dispositivo móvil, permite medir la simetría de un rostro con una aproximación del 80% de exactitud. Se realizaron investigaciones sobre APIs que cumplieran con las funciones y procedimientos con potencial para realizar el desarrollo de la App, además de realizar pruebas con las mismas: Face API y Google Vision API.

Desarrollo de la app

En esta etapa se dedicó a la creación de la aplicación móvil basándose en un mapa de navegación (Figura 4), tal aplicación implementa las tecnologías investigadas como fue: Google Vision.

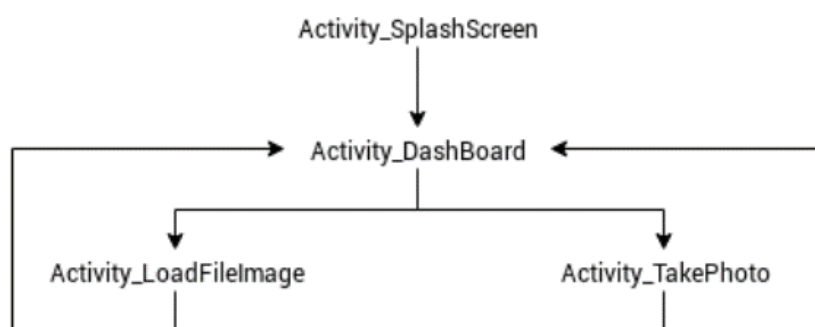


Figura 4 Ilustración representativa del mapa de navegación entre actividades.

La API Vision de Google Cloud permite que los desarrolladores comprendan el contenido de una imagen mediante el encapsulado de potentes modelos de aprendizaje automático en una API REST fácil de usar. La API clasifica imágenes rápidamente en miles de categorías. Para implementar esta API en la App se necesitaron de unos requisitos previos:

- Una cuenta Google Cloud Platform.
- Un proyecto en la consola Google Cloud.
- Firebase, versión reciente del software Android Studio, dispositivo que ejecuta Android 4.4 o superior.

Se puede utilizar la API Visio de MLKit en la aplicación de Android solo después de haber dado de alta el proyecto en Firebase y Google Cloud, así como generado una clave API válida en las plataformas mencionadas para consumir tal recurso.

Integrar firebase al proyecto

Una vez creado el proyecto y subido a GitHub se procede a integrar firebase a la App. Esto se puede hacer de dos maneras: manual o con el asistente de firebase proporcionado por Android Studio. Por simplicidad se realizó con el asistente. Este procedimiento se realizó de la siguiente manera: *Herramientas > firebase* (para abrir la ventana del asistente). Seleccionamos función *Realtime Database* del conjunto de funciones y se da clic en *Conectar con firebase*, seleccionar el proyecto y listo.

Agregar dependencias

Las dependencias o librerías para el proyecto se especifican por nombre en el archivo build.gradle. Gradle se ocupa de buscar las dependencias agregadas y hacer que estén disponibles en la compilación. Dichas librerías nos ayudarán a realizar de manera eficiente nuestro trabajo o añadir nuevas funcionalidades que las librerías originales de Android no contienen. Para este proyecto se utilizó:

- *Firebase*: Proporciona la función de Google Analytics y hacer uso de un kit para reconocer texto y rostro en la nube.
- *Spots progress dialog*: Permite agregar indicadores de progreso de la acción que se está realizando.
- *CameraKit*: toma una de las API de Android más difíciles y lo convierte en una librería de alto nivel, facilitando el uso de las acciones de la cámara para cargar la foto en tiempo real.

Agregar META-Datos de firebase

Se debe configurar la aplicación para descargar automáticamente el modelo Machine Learning (ML) en el dispositivo después de instalarla con la siguiente línea en el manifiesto de la App:

```
android:name="com.google.firebase.ml.vision.DEPENDENCIES"
```

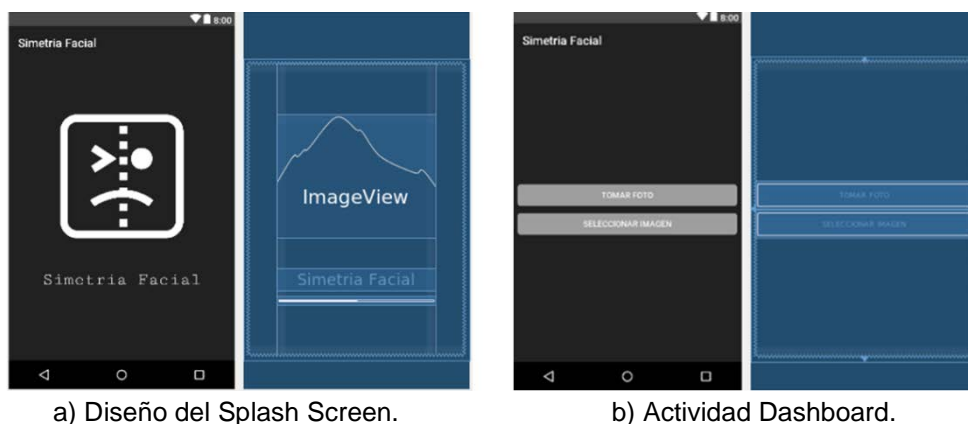

Lo cual permite incorporar un modelo llamado **FACE** que contiene toda la información que identifica la ubicación de una cara en un *bitmap*.

Agregar la clase `graphicOverlay.java`

La clase `graphicsOvelay` se requiere para dibujar líneas sobre una imagen cargada en *bitmap*, en el caso del proyecto se toma una fotografía de una persona lo cual genera un *bitmap* y la clase en cuestión permite trabajar el *bitmap* como un lienzo (*canvas*), esto permite resaltar los rasgos se están analizando en esta investigación, sin esta librería no sería posible hacer post edición de la fotografía. La referencia técnica de cómo hacer esto se puede visitar en un sitio de GitHub ubicado en <https://bit.ly/2RFN2GX>.

Diseño de interfaces

Debido a que el funcionamiento de un dispositivo móvil depende del hardware (velocidad de procesamiento) y la cantidad de recursos que estén en uso (software Abrir una app puede llevar algunos segundos). Es por esto que se agrega siempre un *Splash Screen*, el cual es un punto intermedio entre nuestro escritorio y la aplicación en cuestión. La figura 5a muestra el diseño del *Splah Screen* y en 5b el *dashboard* plasmado en el archivo *Activity Dashboard.xml* que permite al usuario seleccionar las opciones que desea analizar la imagen; seleccionar una foto de la galería o tomar una captura con la cámara (no se almacena la imagen).

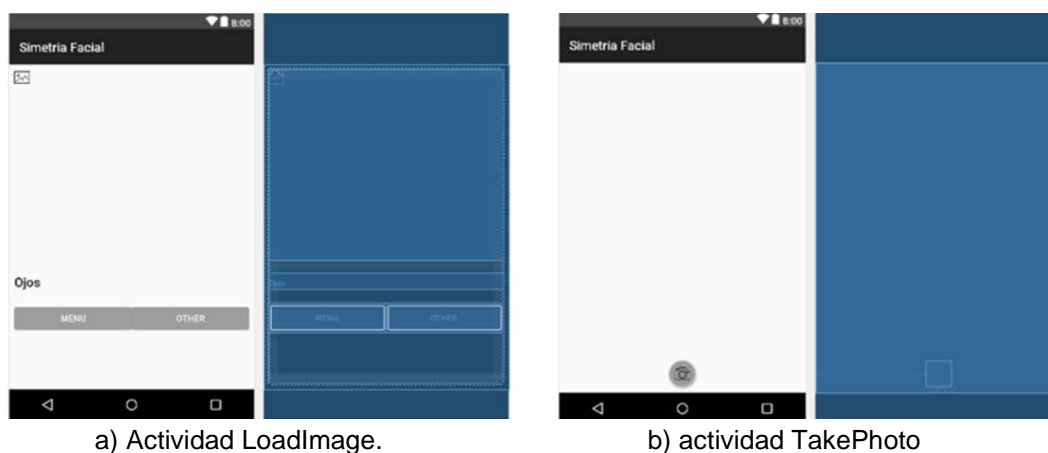


Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Splash Screen y Dashboard.

En caso de seleccionar la opción de "cargar imagen" se mostrará la interfaz correspondiente a esta opción contenida en el archivo Load_Image.xml que ofrece al usuario una interfaz que le permite cargar una imagen de la galería (Figura 6a), esta será convertida a formato Bitmap que será enviada al API google Visio para poder ser analizada y mostrar los resultados en la misma interfaz.

En caso de selecciona la opción de "tomar foto" (*Take Photo.xml*), el propósito del diseño es ofrece una interfaz semejante al de un App de cámara proporcionando al usuario la capacidad de tomar una foto y permitir analizar la simetría del rostro capturado (figura 6b); la foto capturada no es almacenada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Actividades LoadImage y TakePhoto

Análisis de la imagen

En la figura 7 se muestra el código del método implementado para el análisis facial, el cual se llama runFaceDetector, básicamente se utilizan funciones nativas del API de Google. Los pasos que se realizan son:

- Configurar el detector facial, a partir de la clase: `FirebaseVisionFaceDetectorOptions`.
- Crear un objeto detector, a partir de la clase `FirebaseVisionFaceDetector` con la información del objeto `FirebaseVisionFaceDetectorOptions`.
- Crear un objeto `FirebaseVisionImage`, el cual contendrá la imagen la imagen a ser procesada y que es recibida en la función que se está construyendo.

- Se procesa la imagen, al objeto `firebaseVisionFaceDetector` se le alimenta con el objeto `firebaseVisionImage`
- Resultado. La API puede fallar, para lo cual se muestra en mensaje (toast), en caso de no fallar regresa un objeto de la clase `firebaseVisionFace`, la cual se procesa con el método `processFaceResult`.

```
private void runFaceDetector(Bitmap bitmap)
{
    /*6.1*/
    FirebaseVisionFaceDetectorOptions firebaseVisionFaceDetectorOptions = new FirebaseVisionFaceDetectorOptions.Builder()
        .setTrackingEnabled(false)
        .setModeType(FirebaseVisionFaceDetectorOptions.ACCURATE_MODE)
        .setLandmarkType(FirebaseVisionFaceDetectorOptions.ALL_LANDMARKS)
        .build();

    FirebaseVisionFaceDetector firebaseVisionFaceDetector = FirebaseVision.getInstance()
        .getVisionFaceDetector(firebaseVisionFaceDetectorOptions);
    /*6.2*/
    FirebaseVisionImage firebaseVisionImage = FirebaseVisionImage.fromBitmap(bitmap);

    /*6.3*/
    firebaseVisionFaceDetector.detectInImage(firebaseVisionImage)
        .addOnSuccessListener(new OnSuccessListener<List<FirebaseVisionFace>>() {
            @Override
            public void onSuccess(List<FirebaseVisionFace> firebaseVisionFaces) {
                processFaceResult(firebaseVisionFaces);
            }
        })
        .addOnFailureListener(new OnFailureListener() {
            @Override
            public void onFailure(@NonNull Exception e) {
                Toast.makeText(context, ActivityResult.this, e.getMessage(), Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        });
};
```

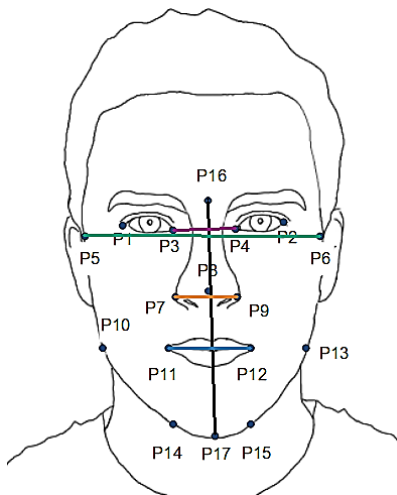
Fuente: elaboración propia.

Figura 7 Código fuente del método `runFaceDetector`.

El método `onSuccess` de la figura 7 es el encargado de calcular la simetría. Este método recibe un objeto de listas de `firebaseVisionFace` que contiene las coordenadas de los puntos a evaluar, se procede a trazar imaginariamente las líneas que identifican la distancia total entre los rasgos, además de mostrar los porcentajes en pantalla de la simetría de dichos rasgos. Según Barrón I., Aguilar R., y Mondragón G. en su artículo *Medidas de Simetría para Evaluar los Efectos de la Rehabilitación en Pacientes con Parálisis Facial de 2015*, el cálculo de la simetría está basado en el método *Asimetría Proporcional Radial (AsPrR)*, esta es determinada por la proporción de los componentes derecho e izquierdo, superior e inferior del rostro. Se calculan las siguientes líneas las cuales se muestran en la figura 8:

- Línea sagital del rostro la cual divide al rostro justo a la mitad y debe coincidir con la glabella (frente), punta de la nariz y gnation (mentón), puntos 16,8 y 17 en muestra en la figura en color negro.

- Ancho Bipupilar (AP), distancia de la línea sagital al punto medio del ojo.
- Ancho facial horizontal (Afh) medido de la línea sagital a la línea infraorbitomeatal (P5 y P6) en color verde.
- Ancho Nasal (AN) medido del final del surco nasal alar (P7 y P9) a la línea sagital en color naranja.
- El ancho bicomisural (AC) labial de la línea sagital a la comisura labial (P11 y P12) color azul.
- Ancho facial vertical (Afv), desde la glabella (P16) hasta la subnasal y la subnasal hasta la gnation (P17).



Fuente: [Basada en: Barrón I., Aguilar R., Mondragón G. 2015]

Figura 8 Distancias en las cuales se basa el método AsPrR.

Se divide cada una de las cinco distancias del lado derecho entre las del lado izquierdo. Posteriormente se suman estas distancias como se muestra en la ecuación de la figura 9. El cálculo de la simetría está basado en el método Asimetría Proporcional Radial (AsPrR), esta es determinada por la proporción de los componentes derecho e izquierdo, superior e inferior del rostro.

$$\frac{AP_d}{AP_i} + \frac{Afh_d}{Afh_i} + \frac{AN_d}{AN_i} + \frac{AC_d}{AC_i} + \frac{Afv_d}{Afv_i}$$

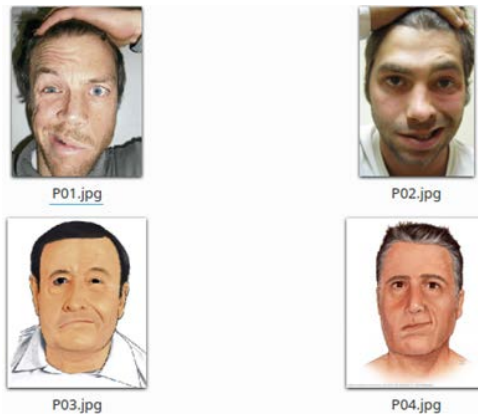
Fuente: [Barrón I., Aguilar R., y Mondragón G 2015].

Figura 9 Ecuación para calcular la simetría del rostro.

Para este proceso de investigación la fórmula propuesta en la figura 9 se replanteo en términos de utilizar los cálculos intermedios y obtener un valor promedio de factores, por ejemplo el cálculo del Ancho Bipupilar (AP): $100\% - \text{Absoluto}(100 - (\text{APd}/\text{APi})) \Rightarrow 100\% - \text{Absoluto}(100 - 4.5/4.34 * 100) \Rightarrow 96.31\%$ de Simetría Bipupilar, Se sumaron los factores y ya que son 5 factores, se dividen entre 5.

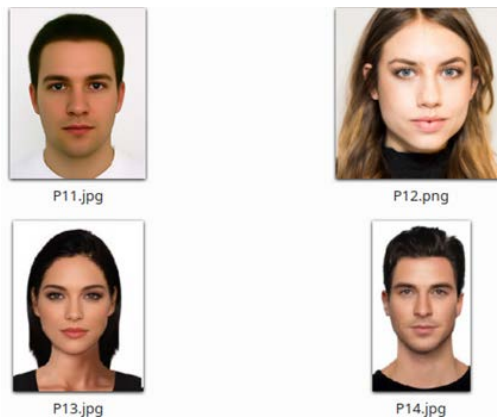
Diseño experimental

En esta etapa se seleccionaron los sujetos de prueba, que fueron 20 imágenes o fotografías de personas, 10 fueron personas que presentan parálisis facial y 10 que no la padecen. En estas fotografías las personas deben estar de frente y centradas ya que son parámetros de entrada muy delicados para poder realizar un análisis del rostro de manera eficiente, un ejemplo de ellas son las figuras 10 y 11.



Fuente: [James Heilman, MD].

Figura 10 Pruebas de personas con parálisis facial.



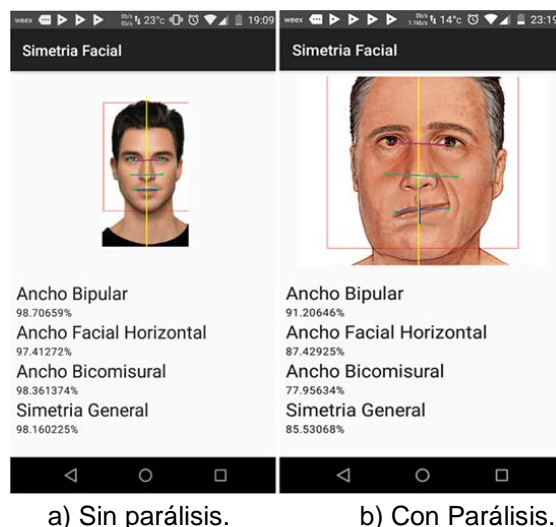
Fuente: WEB sin copyRigth.

Figura 11 Pruebas de personas sin parálisis facial.

Se seleccionaron imágenes para este experimento porque no es necesario tener a personas físicas presentes, debido a que solo se procesaran imágenes en la App y se pueden acceder a ellas por algún medio como internet.

3. Resultados

La pantalla principal de la aplicación, como se muestra en la figura 5b, presenta un par de botones que permiten las opciones de cargar una imagen para su análisis y la de tomar una foto (no almacenarla). Al cargar una foto y procesarla la app muestra 4 datos (los demás no se muestran por razones de tamaño de pantalla y no saturar con números) los cuales son el Ancho Bipolar (distancia del centro del ojo al centro de la cara), el Ancho Facial Horizontal (del centro de la cara hasta la oreja), el ancho Bocomisual (largo de la boca) y por último la simetría general al aplicar la formula general, en la figura 12 se muestran pantallas con datos de una prueba de cada caso (sin parálisis facial y con parálisis facial).



a) Sin parálisis.

b) Con Parálisis.

Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 12 Resultados de la APPI.

Si observa las imágenes a detalle observará que las líneas claramente indican una diferencia entre los dos casos a evaluar.

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos sobre personas que no presentan parálisis facial, en la misma se muestran, la dimensión de la imagen, la similitud bipolar, el ancho facial horizontal, el ancho bicomisual y la simetría general la cual

se obtiene del promedio de los porcentajes de similitud de los factores como se explicó anteriormente. Se puede observar una uniformidad de datos en el aspecto general, en donde la menor similitud está en un 93.0%, esto derivado del hecho de que ningún rostro es simétrico al 100%.

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de las 20 pruebas que se hicieron con personas que padecen o están en proceso de rehabilitación por parálisis facial, en ésta se puede observar como los resultados generales varían desde un 97% hasta un 76% siendo concordante en el sentido de que el grado de parálisis puede ser menor o mayor según la situación de la persona que lo padece.

Tabla 1 Resultados de las pruebas realizadas a personas sin parálisis facial.

PRUEBA	DIMENSIONES	SIMETRÍA			
		ANCHO BIPOLAR	ANCHO FACIAL HORIZONTAL	ANCHO BICOMISUAL	GENERAL
S1.jpg	240x300	93.59.%	99.73.%	97.09.%	96.80.%
S2.jpg	478x478	92.78.%	92.25.%	92.18.%	93.04.%
S3.jpg	305x400	98.91.%	98.78.%	97.45.%	98.38.%
S4.jpg	230x400	98.70.%	97.41.%	98.36.%	98.16.%
S5.jpg	480x480	91.96.%	99.73.%	97.09.%	96.80.%
S6.jpg	476x480	93.65.%	92.25.%	92.18.%	93.04.%
S7.jpg	480x397	97.72.%	96.31.%	97.29.%	98.09.%
S8.jpg	475x456	98.91.%	98.78.%	97.45.%	98.38.%
S9.jpg	510x375	93.59.%	99.73.%	97.09.%	96.80.%
S10.jpg	480x368	92.78.%	92.25.%	92.18.%	93.04.%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Resultados de las pruebas realizadas a sujetos con parálisis facial.

PRUEBA	DIMENSIONES	SIMETRÍA			GENERAL
		ANCHO BIPOLAR	ANCHO FACIAL HORIZONTAL	ANCHO BICOMISUAL	
P01.jpg	386x500	90.78.%	98.05.%	74.98.%	88.60.%
P02.jpg	696x1024	94.28.%	96.23.%	99.91.%	94.60.%
P03.jpg	528x640	90.78.%	98.05.%	74.98.%	89.30.%
P04.jpg	632x756	92.47.%	89.69.%	76.97.%	86.23.%
P05.jpg	350x350	94.28.%	76.97.%	96.81.%	86.60.%
P06.jpg	518x765	94.52.%	99.92.%	88.63.%	90.30.%
P07.jpg	644x691	86.95.%	97.23.%	87.99.%	89.33.%
P08.jpg	201 x235	79.52.%	88.39.%	48.06.%	65.00.%
P09.jpg	359x530	94.54.%	94.74.%	84.51.%	87.45.%
P10.jpg	350x527	76.88.%	85.55.%	87.92.%	81.23.%
P11.jpg	150x99	94.38.%	92.02.%	78.84.%	88.92.%
P12.jpg	600x800	94.82.%	92.50.%	75.02.%	86.33.%
P13.jpg	293x399	93.58.%	96.49.%	93.10.%	93.67.%
P14.jpg	600x800	99.88.%	92.38.%	96.94.%	95.80.%
P15.jpg	350x439	98.52.%	93.33.%	85.61.%	91.34.%
P16.jpg	225x300	82.69.%	90.90.%	97.36.%	87.45.%
P17.jpg	134x188	92.35.%	96.60.%	91.65.%	92.34.%
P18.jpg	498x605	95.12.%	99.08.%	90.06.%	97.76.%
P19.jpg	506x688	83.25.%	97.25.%	78.31.%	86.28.%
P20.jpg	514x684	63.91.%	87.86.%	71.87.%	76.34.%

Fuente: Elaboración propia.

El desarrollo de esta investigación tiene como fin poder comprobar la siguiente hipótesis "El uso de una App en un dispositivo móvil, permite medir la simetría de un rostro con una aproximación del 80% de exactitud" para ello se usará la prueba de "Kolmogrov-Smirnov" que servirá para señalar si los datos cumplen con una distribución normal en caso de corroborar lo anterior se procederá a realizar una prueba "T de Student". Para realizar la conclusión de nuestra investigación se usó el software IBM SPSS. Es un software especializado en el desarrollo de estadística y fue usado específicamente para para la ejecución de las operaciones de las pruebas; Kolmogrov-Smirnov y T de Student, (los datos ingresados son los resultados de las pruebas de la tabla 2). Al momento de realizar estas pruebas se realizó con un intervalo de confianza de 95% a consecuencia el nivel de significancia es de 5%. Para verificar el supuesto de normalidad se utiliza la prueba Kolmogrov-Smirnov, esta prueba contrasta la hipótesis de datos muestrales provenientes de una distribución normal, se utiliza usualmente para variables cuantitativas. Esta prueba contiene dos hipótesis (Nula y alternativa):

- H_0 =La distribución de los datos es normal.
- H_1 =La distribución de los datos NO es normal.

Los resultados del análisis se pueden apreciar en tabla 3. El valor de "Sig. asintótica (prueba bilateral)" o "P-valor" es el que determinará la conclusión en esta prueba.

Tabla 3 Resumen de la prueba normal de Kolmogorov-Smirnov.

N total		20
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.176
	Positivo	.110
	Negativo	-.176
Estadístico de prueba		.176
Sig. asintótica (prueba bilateral)		.107 ^a
a. Lilliefors corregido		

Fuente: Elaboración propia.

Como conclusión se puede sostener la siguiente premisa "La distribución de los datos o la simetría es normal", lo que nos permite continuar con la prueba de t de Student para corroborar la hipótesis de esta investigación:

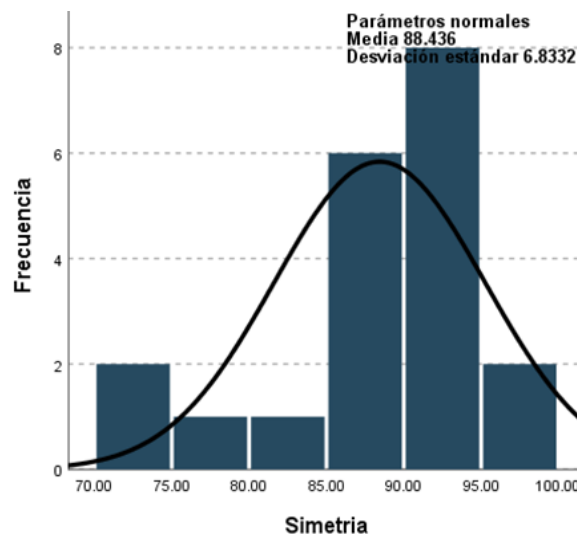
- Ho= La simetría general es aproximada a un 80%.
- H1= La simetría general NO es aproximada a un 80%.

La prueba de la t de Student para una muestra permite comprobar si es posible aceptar que la media de la población es un valor determinado. Se toma una muestra y la prueba permite evaluar si es razonable mantener la Hipótesis nula de que la media es tal valor. De igual manera la prueba se realizó con IBM SPSS, los resultados de tal prueba se muestran en la tabla 4 y figura 13. En este caso el valor de "Sig. asintótica" indica la probabilidad de que se acepte la hipótesis nula. En nuestro caso el valor es de 0.000 que quiere decir que no hay ninguna posibilidad de que esa hipótesis sea aceptable. Dicho de otra manera, no hay ninguna posibilidad de que los resultados de la simetría general sean aproximados a un 80%.

Tabla 4 Resumen de la prueba de t de student.

N total		20
Máximas diferencias extremas	Absoluto	.176
	Positivo	.110
	Negativo	-.176
Estadístico de prueba		.176
Sig. asintótica (prueba bilateral)		.107 ^a
a. Lilliefors corregido		

Fuente: Elaboración propia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 Prueba de t de student.

4. Discusión

Las aplicaciones de reconocimiento facial son posibles en la actualidad debido a las capacidades digitales de una cámara de alta resolución asociada a una computadora, lo que permite identificar automáticamente a un individuo.

El reconocimiento biométrico del sujeto se hace por medio de un análisis de las características faciales extraídas de la imagen que se compara con el contenido de una base de datos.

En los últimos años, el reconocimiento facial es un área de investigación que se soporta con el desarrollo vertiginoso de las herramientas de programación y los sistemas digitales como los dispositivos procesadores y las memorias; involucra diversas disciplinas, las cuales son procesamiento de imágenes, reconocimiento de patrones, visión por computadora y redes neuronales. Se le considera en el contexto del campo de reconocimiento de objetos, en el que la cara de una persona es el objeto en tres dimensiones sujeto a condiciones variables de iluminación, distancia, orientación, pose, etc.

El objetivo de esta investigación era comprobar si es posible medir la simetría facial orientando el resultado hacia el apoyo en la rehabilitación de esta enfermedad, la ayuda viene en el sentido de brindarle al paciente un aproximado de cuanto está mejorando al darle un porcentaje de simetría. Los pacientes que sufren esta enfermedad se sienten relegados o pierden un sentido de seguridad, según nos manifestó la Terapeuta Maricela Espiritu Jiménez, cuando un paciente le pregunta cómo va su recuperación es difícil o abstracto dar un veredicto, la APP creada da un valor numérico aproximado, estableciendo que nunca se podrá llegar al 100% de simetría, por razones de la genética humana.

La hipótesis que se planteó era que la app permitiera medir la simetría con un 80% de precisión, esto se logró parcialmente ya que como se muestran en las tablas 1 y 2 la APP obtiene valoraciones simétricas que permiten pre establecer su funcionamiento, sin embargo las pruebas estadísticas establecieron que los datos obtenidos no eran homogéneos o que no satisfacen un grado de distribución normal, con lo cual no se pudo afirmar que se cumplió con el grado de exactitud, sin embargo el obtener datos perfectamente diferenciados permitirá en un futuro ajustar los

factores que pueden afectar a la medición, como lo son la cercanía de la foto (resolución) y la iluminación que fueron factores que no se controlaron.

El otro factor que pudo haber influido fue la versión de la API de Google que se utilizó en su momento era una versión Beta estable, que sin embargo Google cuenta con una API de paga, y que es sabido que las empresas ofrecen de forma gratuita soluciones funcionales con ciertas deficiencias, y que las de paga presentan mejores herramientas.

La aplicación propuesta funciona y hace el cálculo de la simetría facial en base al rasgo detectado en la imagen enviada como parámetro, pero aún no se tiene una medida para comprobar que tan útil es.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Aguilar R. M., Barrón I. R., Mondragón G., Tecpanecatí J. L. (2017). Medidas de Simetría para Evaluar los Efectos de la Rehabilitación en Pacientes con Parálisis Facial. 13-04-2018, de Memorias#CNIB: <https://bit.ly/2QrGFqs>.
- [2] Barrón I., Aguilar R., Mondragon G. (2015). "Medidas de Simetría para Evaluar los Efectos de la Rehabilitación en Pacientes con Parálisis Facial".
- [3] Contreras M. (2011). Antecedentes de la Investigación (Ejemplos). 27-02-2018, de educapuntos.blogspot: <https://bit.ly/2yUBQPK>.
- [4] Fernández M. (2017). Tratamiento rehabilitador de la parálisis facial. 14-04-2018 eFisioterapia.net: <https://bit.ly/2AjxT8y>.
- [5] Flores G., Paredes M.A., Hernández N.A., Sánchez L., Paniagua R., Martínez C., Renán S., Araujo V.M., Perea J.M., Flores A. (2015). Facial anthropometry: a tool for quantitative evaluation in patients with peripheral facial paralysis. 05-04-2018, de International Journal of Scientific & Engineering Research: <https://bit.ly/2zMT6Gv>.
- [6] Flores I. (2017). Diagnóstico y Tratamiento del adulto con PARÁLISIS DE BELL en el primer y segundo nivel de atención. México: <https://bit.ly/2DuRjtQ>.
- [7] Mejía G., Ivonne M., Prieto O., Flavio A., Quintero G., Colombia, Caracterización automática de imágenes faciales. Ingeniería [en línea] 2007, 12 [12 de octubre de 2018]: <https://bit.ly/2KGpL47>.

- [8] Gaber A., Mona F., Manal A. (2015). Quantifying facial paralysis using the kinect v2. 23-09-2018, de IEEEExplorer: <https://bit.ly/2QpWjCU>
- [9] García S. (2012). ¿Para qué sirven las cejas? ¿Cuál es su función? 15-04-2018, de Ciencia y Misterio: <https://bit.ly/2Phtb41>.
- [10] González R. (2016). La parálisis facial afecta de forma física y psicológica al paciente. 04-05-2017, Salud y Medicina: <https://bit.ly/2Db0COs>.
- [11] Marisa F. (2017). Las aplicaciones móviles de salud están de moda. MUY INTERESANTE. 21-05-2018: <https://bit.ly/2JOfKCR>.
- [12] NINDS Departamento de salud y servicios del Instituto Nacional de Salud de los E.U., (2016). Parálisis de Bell. 10-04-2018: <https://bit.ly/2yXRnOO>
- [13] Pereyra J. (2012). Tratamiento de la parálisis facial. 09-04-2018, de SciELO: <https://bit.ly/2hxl0OS>.
- [14] Rodríguez R. (2011). Parálisis facial: inmovilidad que atemoriza. 28-02-2018, de primera hora: <https://bit.ly/2Oyuhn0>
- [15] Rodríguez Y. (2018). Importancia del Habla. 15-04-2018, de Importancia una guía de ayuda: <https://bit.ly/2zAIB8Y>.
- [16] Thibodeau G. Anatomía del sistema muscular. Anatomía y Fisiología Estructura y función del cuerpo humano, 2ª; Ed. Harcourt brace; España 1995.
- [17] Tomas-Roca L, et al. De novo mutations in PLXND1 and REV3L cause Möbius syndrome. Nat Commun. 2015. doi: 10.1038/ncomms8199.