

DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA RECONOCIMIENTO DE
BILLETES POR MEDIO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA
PERSONAS CON DIVERSIDAD VISUAL BASADA EN TECNOLOGÍA
ANDROID



CRISTHIAN CAMILO GAYON BERNAL
CODIGO: 066072018

UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.

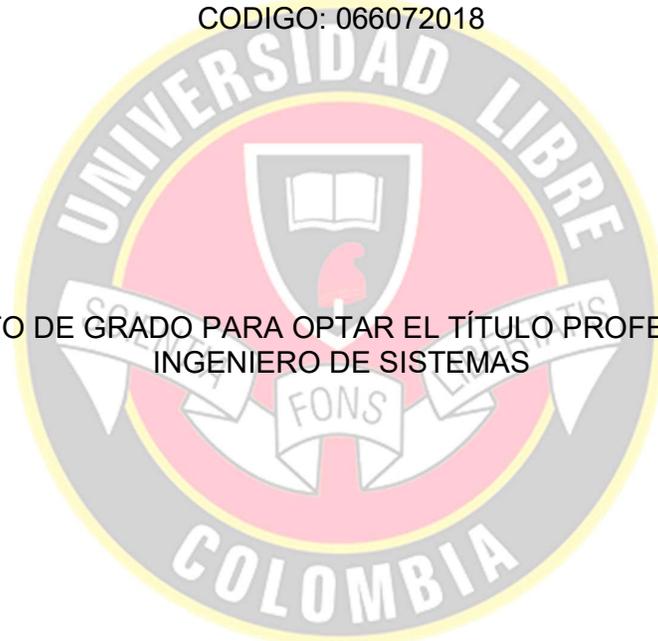
2017



DESARROLLO DE UNA APLICACIÓN PARA RECONOCIMIENTO DE
BILLETES POR MEDIO DE PROCESAMIENTO DE IMÁGENES PARA
PERSONAS CON DIVERSIDAD VISUAL BASADA EN TECNOLOGÍA
ANDROID

CRISTHIAN CAMILO GAYON BERNAL
CODIGO: 066072018

PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE SISTEMAS



DIRECTOR
ING. FABIAN BLANCO GARRIDO

UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.



NOTA

Ing. Mauricio Antonio Alonso Moncada
Director de Programa

Ing. Fabián Blanco Garrido
Director de Proyecto

Jurado Calificador

Jurado Calificador

BOGOTÁ D.C.
2017

DEDICATORIA

“Nuestros sueños pueden convertirse en realidad si los deseamos tanto como para ir tras ellos” – Walt Disney

De niño siempre se me inculco a entender que el tempo de Dios es perfecto, y con el paso de los años he ido entendiendo el porqué; aunque en ocasiones nos lleve más de lo esperado o presupuestado, siempre todo ocurrirá en el momento indicado, finalmente no es cuando queramos algo sino cuando estemos preparados para asumirlo.

Este logro es dedicado en primera instancia a mi mamá María del Pilar, quien hizo posible que iniciara mis estudios universitarios y desde un inicio me brindó su apoyo tanto emocional como económico; así como a mi abuela Carmen y a mi tía Yaneth quienes siempre me aconsejaron para no solo ser un Ingeniero sino contar siempre con la ética como principio; a mi novia Lorena por su apoyo e interés constante por culminar y no dejar inconcluso algo que tanto me ha motivado e inspirado en muchos aspectos de mi vida.

A mis compañeros de clase y de diferentes jornadas, que estuvieron prestos a brindarme cualquier tipo de guía cuando me sentía perdido.

A mis maestros que entre enseñanzas y cátedras lograron transmitir gran parte de sus conocimientos formándome como profesional y como persona.

Y por supuesto a Dios y a la vida, por permitirme llegar hasta este punto respirando con emoción y una sonrisa diciendo “Lo Logre”

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por permitirme haber dado cada respiro, cada paso y cada enseñanza para llegar acá, por haberme guiado en cada proceso que fue necesario.

A mi familia por el apoyo incondicional, pese a cada situación y proceso que dio alargue a tan esperado día.

A Lorena que no solo me apoyo sino que a su vez me impulso por no desistir en el proceso, y seguir adelante sin importar cual fuese el reto a tratar.

Finalmente y por supuesto, a la universidad y su cuerpo de docentes que no solo me han dado las bases que como ingeniero me serán muy necesarias, sino un conocimiento más allá del profesional que me servirán para ser una persona más que ética afrontando así las situaciones de la vida y teniendo ese ingenio para resolver cada situación que se presente.

RESUMEN

En la actualidad la mayoría de seres humanos nos hemos adaptado a vivir sin importar las diferentes “diversidades” que se puedan tener; pero aun así existen factores que de una manera u otra generan barreras que impiden llevar a cabo el proceso en un 100%.

Teniendo en cuenta la sociedad en la que nos desarrollamos y vivimos así como en la cantidad de avances tecnológicos que se ven día tras día, y las finalidades que estos brindan en mejora de nuestra calidad de vida e incluso las posibilidades de llegar hacer mediante estos la inclusión de personas con alguna o algunas diversidades a este mundo tan variante, generando de esta manera nuevas oportunidades de llevar de una u otra manera una vida “normal” y “productiva”.

Es por esto que este trabajo está dirigido a una labor social de inclusión de personas con diversidad visual, ya que aunque llevan una vida, tienen que depender de un algo o un alguien en varios aspectos, en cualquiera de los casos se desea dar respuesta a las diferentes situaciones que se presenten en el diario vivir como lo es el poder hacer uso del dinero sin necesidad de depender de alguien que sirva como “puente” para la identificación del monto y originalidad de los billetes; esta persona que sirve de puente al momento de tener duda con algún billete podrá recurrir a los métodos convencionales para el reconocimiento de los mismos, tal como lo es la identificación de las características de seguridad acorde a la denominación basándose en imágenes ocultas, impresiones en alto relieve, contrastes entre formas y figuras e incluso la vista del billete tras luz ultravioleta donde hallara fibrillas de seguridad, tonos fluorescentes y visibilidad de cintas de agua; en el caso de no tener a dicha persona ni tener el conocimiento total para el reconocimiento de su dinero sin importar si esta algo deteriorado o no; debería tener siempre la posibilidad de poder hacer sus movimientos económicos sin ningún inconveniente, es por ello que resulta tanto necesario como practico un dispositivo que haga esta misma actividad que hace la persona puente en el cual se realice el reconocimiento de la originalidad y denominación del billete y bajo un sistema integrado de a conocer a la persona invidente el monto y originalidad.

El entregable de este trabajo permite identificar en diferentes escenarios, el proceso de identificación y transmisión de información mediante un sistema de reconocimiento de imágenes, determinando así su funcionalidad, operatividad, ventajas y desventajas para los usuarios que lo manipules, la aceptación de este en la sociedad, así como los beneficios o perjuicios que pudiese ocasionar, y de esta manera dar un avance y paso a la inclusión de personas con diversidad de acuerdo a lo estipulado en la ley.

Palabras clave: Diversidad, reconocimiento, sistema, dispositivo

ABSTRACT

At present most of us humans have adapted to live regardless of the different "diversities" that may be had; But there are still factors that in one way or another generate barriers that prevent the process from being carried out 100%.

Taking into account the society in which we develop and live as well as the amount of technological advances that are seen day after day, and the purposes that these provide in improving our quality of life and even the possibilities of arriving to do through them the Inclusion of people with some or some diversities to this variant world, thus generating new opportunities to lead in one way or another a "normal" and "productive" life.

This is why this work is aimed at a social work of inclusion of people with visual and even auditory diversity, since even though they lead a life, they have to depend on a something or a person in several aspects, in any case it is desired To respond to the different situations that arise in the daily life as it is to be able to use money without having to depend on someone who serves as a "bridge" for the identification of the amount and originality of the notes; This person who serves as a bridge in the moment of having doubts with a ticket may resort to conventional methods for the recognition of such, as is the identification of security features according to the denomination based on hidden images, high prints Relief, contrasts between shapes and figures and even the view of the bill after ultraviolet light where you will find safety fibrils, fluorescent tones and visibility of water tapes; In the case of not having said person or having the total knowledge for the recognition of their money regardless of whether it is somewhat deteriorated or not; It should always have the possibility of doing its economic movements without any inconvenience, it is for that reason that it is necessary as much as practical a device that does this same activity that does the bridge person in which the recognition of the originality and denomination of the ticket is realized And under an integrated system to know the blind person the amount and originality.

The deliverable of this work allows identifying in different scenarios the process of identifying and transmitting information through an image recognition system, thus determining its functionality, operability, advantages and disadvantages for the users who manipulate it, the acceptance of this in the Society, as well as the benefits or prejudices that could cause, and in this way give an advance and step to the inclusion of people with diversity according to the stipulated in the law.

Keywords: Diversity, recognition, system, device

INTRODUCCION

Este trabajo de grado busca contribuir por medio de conocimientos ingenieriles en el tema y objetivo de la ley 1618 de 2013 *“por medio de la cual se establecen las disposiciones para garantizar el pleno ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad”* [1], ya que aunque es un tema de conocimiento público, no se ha profundizado lo suficiente.

Su enfoque principal es dirigido a aquellas personas con diversidad visual, buscando mejoras en su diario vivir en actividades tan comunes como un pago en un establecimiento de comercio y la recepción de cambio en dicho pago, como incluso la posibilidad de integrarse en actividades laborales como la recepción de dinero y entrega de cambio en taquillas de comercio, en establecimientos como el mismo sistema de TransMilenio, generando de esta manera ofertas de empleo a personas con estas condiciones e incluso permitiendo así una mejora o igualdad en condiciones de trabajo y producción, y cambiando de alguna manera ese paradigma de que son personas en un alto nivel de dependencia de otros para llevar a cabo gran parte de sus actividades como el ejemplo expuesto anteriormente.

De acuerdo a lo estipulado en la ley 1618 por la presidencia de la república, en su artículo 2.numeral 2. *“Inclusión social: Es un proceso que asegura que todas las personas tengan las mismas oportunidades, y la posibilidad real y efectiva de acceder, participar, relacionarse y disfrutar de un bien, servicio o ambiente, junto con los demás ciudadanos, sin ninguna limitación o restricción por motivo de discapacidad, mediante acciones concretas que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad.”* Y en su artículo 13 *“DERECHO AL TRABAJO. Todas las personas con discapacidad tienen derecho al trabajo. Para garantizar el ejercicio efectivo del derecho al trabajo de las personas con discapacidad, en términos de igualdad de oportunidades, equidad e inclusión, en concordancia con el artículo 27 de la Ley 1346 de 2009, el Ministerio de Trabajo o quien haga sus veces y demás entidades competentes...”*

En algún momento de nuestras vidas hemos visto o tratado con personas con diversidad visual y hemos podido constatar de algunas de las maneras en que deben realizar algunas de sus actividades, así como a que en la actualidad no es muy común o son pocos los casos de inclusión a personas con condiciones.

El sistema de reconocimiento busca aportar a personas con diversidad visual, acogiéndose a lo estipulado a la ley, de igual manera que es un aporte a la sociedad no solo con la inclusión sino como muestra de que si es posible crear y generar oportunidades de todo tipo, así como una visión a la inspiración a nuevos desarrollos con el mismo rumbo de mejora e inclusión de personas con diversidad en todo tipo de actividades de la comunidad.

Glosario

Rad: Rapid application development, metodología de desarrollo de software

OMS: Organización mundial de la salud

CIE: Clasificación Internacional de Enfermedades

DMAE: Degeneración macular Asociada a la Edad

DANE: Departamento Administrativo Nacional de Estadística

INCI: Instituto Nacional Para Ciegos

Braille: Sistema de lectura y escritura táctil diseñado para personas con diversidad visual

BCV: Banco Central de Venezuela

BANXICO: Banco de México

BRC: Banco de la Republica de Colombia

TABLA DE CONTENIDO

1. Marco Operacional de Desarrollo.....	1
1.1. Descripción del Problema.....	1
1.2. Planteamiento del Problema.....	1
1.2.1. Descripción del Problema.....	2
1.2.2. Formulación del Problema.....	2
1.3. Justificación.....	2
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5. Alcance.....	3
1.5.1. Limitaciones.....	4
1.6. Diseño Metodológico.....	4
1.6.1. Metodología de desarrollo de software.....	4
1.6.2. Tipo de Investigación.....	5
1.6.3. Metodología.....	5
1.7. Área de Investigación.....	5
1.7.1. Línea de Investigación.....	5
1.7.1.1. Algoritmia y Lenguajes de Programación.....	5
1.7.1.2. Ingeniería de Software.....	6
1.7.2. Campo de Interés.....	6
1.8. Identificación del proyecto.....	6
1.9. Universo Poblacional.....	6
1.10. Hipótesis.....	7
1.10.1. General.....	7
1.10.2. Específicas.....	7
1.10.3. Variables.....	7
1.10.3.1. Independientes.....	7
1.10.3.2. Dependientes.....	7
1.11. Resultados Esperados.....	8
2. Marco Referencial Teórico.....	9
2.1. Diversidad Visual.....	9
2.1.1. ¿Qué Es?.....	9
2.1.2. Características de la Diversidad Visual.....	10
2.1.2.1. Manchas y Pérdida de Visión.....	10
2.1.2.2. Pérdida del Espacio Visual Central.....	10
2.1.2.3. Pérdida del Espacio Visual periférico.....	10
2.1.2.4. Visión de Objetos Amorfos a Cualquier Distancia.....	11
2.1.2.5. Opacidad Cristalina.....	11
2.1.2.6. Ceguera Legal.....	11
2.1.2.7. Ceguera Total.....	12
2.1.3. ¿Cómo Afecta en la Participación en la Sociedad?.....	12
2.1.4. Presencia Demográfica.....	14
2.1.5. Diversidad Visual en Colombia.....	16
2.2. Papel Moneda.....	26
2.2.1. Papel Moneda en Colombia.....	27
2.2.2. El Papel Moneda y las Personas con Diversidad Visual.....	27
2.2.2.1. Venezuela.....	28

2.2.2.2. México.....	30
2.2.2.3. Chile.....	32
2.2.2.4. República Dominicana.....	33
2.2.2.5. Colombia.....	35
2.3. Marco Referencial.....	38
2.4. Teoría Referencial ingenieril.....	39
2.4.1. Terminología.....	39
2.4.1.1. Ingeniería.....	40
2.4.1.2. Ingeniero.....	40
2.4.1.3. Sistema.....	40
2.4.1.4. Procesamiento de Imágenes.....	40
2.4.1.5. Android.....	41
3. Conclusiones.....	42
4. Recomendaciones.....	42
5. Referencias Bibliograficas.....	43

TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Manchas y Perdidas de Visión.....	9
Figura 2: Perdida del Espacio Visual Central.....	9
Figura 3: Perdida del Espacio Visual periférico.....	10
Figura 4: Visión de Objetos Amorfos a Cualquier Distancia.....	10
Figura 5: Opacidad Cristalina.....	10
Figura 6: Ceguera Legal.....	11
Figura 7: Ceguera Total.....	11
Figura 8: Ejemplo Experiencial.....	12
Figura 9: Prevalencia de Hipermetropía por Sexos en Colombia, 2009 – 2014.....	15
Figura 10: Prevalencia de Hipermetropía por Grupos de Edad y Sexos en Colombia, 2009 – 2014.....	16
Figura 11: Prevalencia de Hipermetropía por Departamentos en Colombia, 2009 – 2014.....	17
Figura 12: Prevalencia de Miopía por Sexos en Colombia, 2009 – 2014.....	17
Figura 13: Prevalencia de Miopía por Grupos de Edad y Sexos en Colombia, 2009 – 2014.....	18
Figura 14: Prevalencia de Miopía por Departamentos en Colombia, 2009 – 2014.....	18
Figura 15: Prevalencia de Astigmatismo por Sexos en Colombia, 2009 – 2014.....	19
Figura 16: Prevalencia de Astigmatismo por Grupos de Edad y Sexos en Colombia, 2009 – 2014.....	19
Figura 17: Prevalencia de Astigmatismo por Departamentos en Colombia, 2009 – 2014.....	20
Figura 18: Número de Personas con Discapacidad Visual Permanente Colombia, 2009 – 2014.....	21
Figura 19: Numeración y Alfabeto Braille.....	28
Figura 20: Billetes Venezolanos, Bolívar Fuerte.....	29
Figura 21: Versión para Invidentes – Comunicado Bolívar Fuerte.....	29
Figura 22: Billetes Mexicanos Emitidos desde 2006.....	30
Figura 23: Instructivo Tablilla de Billetes.....	31
Figura 24: Billetes Chilenos y sus Características.....	32
Figura 25: Instructivo y Funcionamiento Identificador de Billetes.....	33
Figura 26: Billetes Dominicanos con Resalte en Marca para Personas con Diversidad Visual.....	34
Figura 27: Billetes Colombianos con Resalte en Marca para Personas con Diversidad Visual.....	35
Figura 28: Billetes Colombianos con Muestra en Marca Braille para Personas con Diversidad Visual.....	36
Figura 29: Billetes Colombianos Nueva Familia de Billetes.....	37

TABLA DE ANEXOS

Anexo 1: Video.....	46
Anexo 2: Aplicativo.....	46
Anexo 3: Código Aplicativo.....	46
Anexo 4: Como Agregar Más Billetes o Imágenes al Código de La Aplicación de Detección de Patrones.....	47
Anexo 5: Manual de Usuario.....	56

1. MARCO OPERACIONAL DE DESARROLLO

¿Cómo lograr la autonomía de la población colombiana con diversidad visual para el reconocimiento de billetes en cuanto a su denominación, por medio de un aplicativo basado en tecnología Android como punto de partida para hacer de estas personas parte activa en la sociedad colombiana?

1.1. Título

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

1.2. Planteamiento del Problema

En la actualidad existen dispositivos de reconocimiento de billetes en cuanto a denominación y legitimidad de los mismos y aplicativos los cuales han sido diseñados para brindar apoyo a personas con diversidad visual para brindarle un respaldo a los sistemas creados por el Banco de la República, pero estas soluciones no son del todo completas, debido a que en el caso de los billetes de baja denominación con relieves en braille en áreas estratégicas presenta dificultad de reconocimiento, debido al deterioro del papel moneda, causando de esta manera que se convierta en un proceso de difícil ejecución, y por otra parte incumpliendo con la ley estatutaria no. 1618 de Febrero de 2013 la cual dice en su numeral 2 que: *“La Inclusión social: Es un proceso que asegura que todas las personas tengan las mismas oportunidades, y la posibilidad real y efectiva de acceder, participar, relacionarse y disfrutar de un buen, servicio o ambiente, junto con los demás ciudadanos, sin limitación o restricción por motivo de discapacidad, mediante acciones concretas que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad”*.

Por lo anterior se refleja que debido a la falta de controles y mejoras en los sistemas de reconocimiento de billetes para personas con diversidad visual generan un incumplimiento parcial a la ley 1618, ya que la carencia de un sistema que permita el reconocimiento total de los billetes nacionales genera imposibilidad para esta población en la realización de actividades que dependan del uso del papel moneda, como el pago de un servicio de transporte, la compra de algún elemento en un establecimiento comercial e incluso operaciones en entidades financieras; por otra parte genera dependencia de tener a su disposición la compañía de un tercero y su total confianza al realizar actividades como las anteriormente enunciadas.

1.2.1. Descripción del problema

La falta de controles y mejoras en los sistemas de reconocimiento de billetes para personas con diversidad visual generan un incumplimiento parcial a la ley 1618 [1], ya que la carencia de un sistema que permita el reconocimiento total de los billetes nacionales genera imposibilidad para muchas de estas personas en la realización de actividades que dependan del uso del papel moneda, como el pago de un servicio de transporte, la compra de algún elemento en un establecimiento comercial e incluso operaciones en entidades financieras; por otra parte genera dependencia de tener a su disposición la compañía de un tercero y su total confianza al realizar actividades como las anteriormente enunciadas

1.2.2. Formulación del problema

¿Cómo aportar a la autonomía de la población colombiana con diversidad visual para el reconocimiento de billetes en cuanto a su denominación, por medio de un aplicativo basado en tecnología Android como punto de partida para hacer de estas personas parte activa en la sociedad colombiana en el manejo recurrente del papel moneda local?

1.3. Justificación

Frente a la sociedad en que vivimos en donde día a día se lucha por vivir en igualdad de condiciones, sin importar las dificultades, deficiencias y diversidades, es de mucha importancia realizar aportes a esta lucha; pues en el caso específico de las personas con diversidad visual, se han ganado un espacio importante en la sociedad por los múltiples esfuerzos que realizan en diversas actividades, es por ello que es necesario contar con herramientas de apoyo diferentes a los existentes para el reconocimiento de billetes, permitiendo así una integración socioeconómica e incluso la inclusión de esta población a actividades laborales que tengan que ver con este tema y así colocar al servicio de la sociedad los conocimientos ingenieriles que se poseen, realizando un aporte a la sociedad y al cumplimiento de la Ley estatutaria no. 1618 de febrero 27 de 2013.[1]

[1] Disponible en Página Republica de Colombia: <<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/2013/LEY%201618%20DEL%2027%20DE%20FEBRERO%20DE%202013.pdf>> [Ley estatutaria 1618] [Citado en febrero 27 de 2013]

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar una aplicación para reconocimiento de billetes por procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ✓ Utilizar técnicas de levantamiento de datos como, observación, investigación y entrevistas para poder llegar de esta manera a corroborar la necesidad de implementar este tipo de proyecto.

- ✓ Desarrollar un Aplicativo para reconocer la denominación de billetes locales, por medio de reconocimiento de imágenes, forma, histograma de imagen y reconocimiento de patrones.

- ✓ Contribuir en la iniciativa de inclusión de personas con diversidad visual por medio de los avances de investigación generados.

- ✓ Permitir con esta iniciativa que se profundice en el tema y se logre, mejorar y estructurar la propuesta en pro de las personas con diversidad visual.

1.5. Alcance

El levantamiento de información se realizará mediante técnicas como entrevistas con personas con diversidad visual, a fin de tener más conocimiento de la viabilidad del proyecto, los posibles cambios a realizar.

Bajo el cumplimiento de las leyes los billetes no pueden ni deben sufrir algún tipo de alteraciones, por tal motivo en principio solo se trabajará la lectura de billetes por medio del escaneo de los mismos mediante la cámara del dispositivo móvil con tecnología Android.

Respecto a las respuestas sonoras, estas serán generadas mediante el dispositivo la cuales podrán ser escuchadas en dos modalidades, vía altavoz y por medio de audífonos; se presenta bajo estas opciones debido a la comodidad y necesidad de las personas con diversidad, y su voz será dada por las configuraciones con que cuente el dispositivo.

1.5.1. Limitaciones

- ✓ El uso de papel moneda nacional, el enfoque inicial está pensado únicamente para billetes nacionales por lo cual no reconocerá billetes de otros países o monedas diferentes a la local.

- ✓ La presencia de diversidades adicionales como la falta de uno o ambos extremos superiores; esto debido al manejo del dispositivo.

1.6. Diseño Metodológico

1.6.1. Metodología de Desarrollo de Software

El proyecto ha sido desarrollado bajo la metodología RAD, debido a su desarrollo interactivo, la construcción de prototipos las bondades de sus fases en desarrollo y conocimiento como lo es el modelado de gestión en donde se conocerá la información conduce el proceso de gestión, la información que se genera, quien la genera, dónde va la información; el modelado de datos con su definición de atributos para cada objeto y la relación entre cada uno de ellos; el modelado de procesos por su característica en la comunicación entre objetos, permitiendo añadir, modificar, suprimir o modificar objetos de datos, permitiendo así el flujo de información necesaria para implementar una función; la generación de aplicaciones permitiendo así hacer uso de componentes de aplicaciones ya existentes o la creación de componentes reutilizables, facilitando de esta manera la construcción del software; finalmente las pruebas de entrega con las cuales se mejoran los tiempos de prueba por la opción de reutilización.

Dado lo anterior, el entregable al proyecto se respalda a su vez en la integración del modelo de desarrollo basado en componentes, dado que actualmente ya se cuenta con los avances tecnológicos, códigos y APIs con la estructura para el reconocimiento de imágenes, buscando así hacer la reutilización de estos procesos y códigos de acuerdo a lo que se requiere para este caso, en adición a lo anterior es conveniente seguir modelo debido a sus características de reutilización, y las diferentes bondades y beneficios en modificación e implementación para la generación de nuevos sistemas, además la facilidad que permite para dar uso, desarrollo y modificación a componentes de manera independiente antes o después de su integración, simplificando de

esta manera las pruebas; además de la reducción en tiempos de desarrollo e incluso en gastos y costos de su producción, y por otro lado en el momento de requerirse un mantenimiento de software por x o y motivo se podrán agregar o modificar componentes sin afectar así el resto del sistema, y por último y quizá más importe en este ejercicio, con la viabilidad de mejoramiento constante la mayor calidad que se brindara tras cada modificación efectiva.

1.6.2. Tipo de Investigación

Por la naturaleza del proyecto, el tipo de investigación que normaliza su desarrollo es la cualitativa puesto que, la investigación se basa en el estudio del desarrollo de una aplicación de apoyo para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android.

1.6.3. Metodología

Este proyecto será trabajado mediante el empleo de tecnología, por lo cual el desarrollo de este, así como cualquier trabajo que se fundamente en temas tecnológicos, necesitara incluir términos, conceptos y procedimientos que posibiliten darle una categoría, estructura, formular teorías y modelos, así como formulación de posibles soluciones de acuerdo a los análisis realizados, permitiendo de esta manera justificarlo teniendo en cuenta las condiciones de la actualidad, evolución tecnológica, y condiciones económicas de la población directamente implicada en la misma, con el fin de confirmar o negar una hipótesis planteada de acuerdo con la contextualización e investigación realizada.

1.7. Área de Investigación

Tecnología y desarrollo tecnológico

1.7.1. Línea de investigación

1.7.1.1. Algorítmica y Lenguajes de Programación:

- ✓ Construcción de software a partir de cualquier lenguaje
- ✓ Estructuras de datos multidimensionales en el campo de búsquedas asociativas

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

- ✓ Desarrollar procesamiento de lenguaje natural

1.7.1.2. Ingeniería de software:

- ✓ Pruebas
- ✓ Optimización y calidad del software

1.7.2. Campo de interés

Lectura de billetes y reconocimiento de autenticidad con respuesta sonora y táctil

1.8. Identificación del Proyecto

Este trabajo de grado se identifica en la situación actual de las personas con diversidad visual, en la que aunque cuentan con dicha barrera u obstáculo, cuentan con las capacidades y potencial para efectuar múltiples tareas de manera normal o habitual, frente a personas que no presentan estas diversidades, más específicamente en actividades de conteo y manejo de dinero en efectivo, el enfoque geográfico inicial se desarrolla en la ciudad de Bogotá.

Esta situación se presenta en aquellas personas que ven su sentido de visión interrumpida de manera parcial o totalmente por diferentes situaciones y circunstancias, teniendo que adaptarse a una forma de vida en donde es necesario dar respuesta a situaciones que se presentan en el diario vivir con el poder hacer uso del dinero.

Con esta identificación y el desarrollo de este trabajo de grado se busca, generar y proponer alternativas que promuevan mejoras en la inclusión de personas con diversidad visual en la sociedad, así como la posibilidad de poder implementar el sistema solución en diferentes modelos de laborales, lo cual permitirá ampliar las ofertas de empleo a este grupo de personas, dando así cumplimiento y mejor cobertura a los estipulado por ley.

1.9. Universo Poblacional

El proceso de investigación y desarrollo de este trabajo de grado se llevara a cabo con un espacio geográfico en la ciudad de Bogotá, así como las diferentes pruebas, con una muestra base de tres (3) personas con diversidad visual; esto al tratarse de la capital del país y su gran población incluyendo claramente la población con diversidad visual, así como las diferentes instituciones allí ubicadas para la investigación y desarrollo para esta parte de la población tal como lo es el INCI (Instituto Nacional para Ciegos).

Cabe señalar que estas personas selectas son tomadas bajo el conocimiento de su condición, la familiaridad y cercanía que ellos representan con el fin de

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

evitar tocar fibras de sensibilidad por su condición y tener una mayor afinidad en el trabajo a realizar con ellos, así como el paso que han tenido en diferentes fundaciones, la colaboración brindada en diferentes proyectos.

1.10. Hipótesis

1.10.1. General

El desarrollo de un software para reconocimiento de billetes por medio de reconocimiento de imágenes para personas con diversidad visual, en procura de la mejora en la calidad de vida para personas con diversidad visual, así como la ampliación en la posibilidad de integración con la sociedad en ámbitos económicos y laborales.

1.10.2. Especificas

✓ El desarrollo e implementación de software como herramienta de reconocimiento del papel moneda en personas con diversidad visual.

✓ Las técnicas actuales no son suficientes para un reconocimiento de óptimo billetes ya que no tienen en cuenta el deterioro de los mismos.

1.10.3. Variables

1.10.3.1. Independientes:

✓ **Billetes**, independiente al proceso de reconocimiento no sufrirán cambio o alteraciones.

1.10.3.2. Dependientes:

✓ **Reconocimiento**, el cual se basara en patrones específicos de los billetes.

✓ **Personas con diversidad**, tras la utilización del software contarán con nuevas oportunidades.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

1.11. Resultados Esperados

Con este trabajo, la población colombiana con diversidad visual, podrá beneficiarse con los resultados de los entregables a construir por este proyecto, como:

- ✓ Un documento con la información e investigación como base y propósito de este proyecto.

- ✓ Aplicativo de ayuda para reconocimiento de billetes por medio de reconocimiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android.

- ✓ Manual de manejo de la aplicación.

2. MARCO REFERENCIAL TEÓRICO

En este apartado se tratara más a fondo los temas de impacto en el proyecto, su impacto y un poco de la historia y razones para ser parte de este proceso de investigación.

2.1. Diversidad visual

2.1.1. ¿Qué es?

La diversidad o discapacidad visual se denomina como aquella disminución significativa de la agudeza visual del ojo aun con el uso de lentes, o bien, una disminución significativa del campo visual del ojo.

De acuerdo a lo anterior la OMS (Organización Mundial de la Salud) ^[2] y en base a la CIE (Clasificación Internacional de Enfermedades) ^[3] la visión se clasifica en cuatro niveles:

- 1) Visión Normal
- 2) Discapacidad Visual moderada
- 3) Discapacidad Visual Grave
- 4) Ceguera

Su presencia puede originarse de diferentes maneras o razones, entre ellas las principales se encuentran en el desarrollo inadecuado de los órganos visuales, así como errores de refracción como: miopía, hipermetropía o astigmatismo; o por padecimientos o accidentes que afecten los ojos, las vías visuales o el cerebro; incluso el desarrollo o gestación de enfermedades que con su evolución pueden llegar a afectar de manera directa la visión tales como: Diabetes, Tracoma Glaucoma, Cataratas e incluso la ausencia de vitamina A.

De acuerdo a lo anterior según la OMS ^[2], los porcentajes de la distribución mundial de las principales causas de diversidad visual son:

- ✓ Errores de refracción (miopía, hipermetropía o astigmatismo) no corregidos: 43%
- ✓ Cataratas no operadas: 33%
- ✓ Glaucoma: 2%.

[2] Disponible en Página Organización Mundial de la Salud: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>> [Citado en agosto de 2014] [Nota Descriptiva no. 282]

[3] Clasificación Estadística Internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud – Decima Revisión – Volumen 1 [pág. 436]: <<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/6282/Volume1.pdf?sequence=1>> [2006]

2.1.2. Características Presentadas en la Diversidad Visual

2.1.2.1. Manchas y Pérdida de Visión

Hace referencia a Enfermedades producidas por daños en la retina. Entre las más frecuentes se encuentra la DMAE (Degeneración Macular Asociada a la edad), con daño en los vasos retinianos. También son frecuentes las manchas en la retinopatía diabética, dado que las múltiples cicatrices de las hemorragias cauterizadas generan un efecto parecido al de mirar a través de un vidrio roto.



*Figura 1: Manchas y Pérdidas de Visión
Visión, características y patologías*

2.1.2.2. Pérdida del Espacio Visual Central

Relacionada habitualmente a enfermedades que afectan la mácula o la retina, o el deterioro progresivo que perjudica la visión central. Un ejemplo es la DMAE (Degeneración macular asociada a la edad).



*Figura 2: Pérdida del Espacio Visual Central
Visión, características y patologías*

2.1.2.3. Pérdida del Espacio Visual periférico

Regularmente Asociado a las enfermedades que afectan de manera progresiva al nervio óptico. Como por ejemplo el Glaucoma, que con el aumento de edad su incidencia avanza y se va perdiendo el campo visual. para los casos en que no se trata a su debido momento o incluso no se trata, puede llegar a perderse la visión por completo.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android



*Figura 3: Pérdida del Espacio Visual Periférico
Visión, características y patologías*

2.1.2.4. Visión de Objetos Amorfos a Cualquier Distancia

En estos eventos, el enfoque de las imágenes no logra hacerse sobre la retina, afectando a la visión tanto de cerca como de lejos. Patológicamente hablando asociadas a esta diversidad visual es el Astigmatismo.



*Figura 4: Visión de Objetos Amorfos a Cualquier Distancia
Visión, características y patologías*

2.1.2.5. Opacidad Cristalina

Para este caso el lente del ojo pierde su transparencia habitual, la enfermedad más común es la catarata.



*Figura 5: Opacidad Cristalina
Visión, características y patologías*

2.1.2.6. Ceguera Legal

En este caso las personas pueden ver sombras o luces, sin embargo no logran en muchos casos distinguir ninguna forma concreta, aunque cada caso es diferente, ya que

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

algunas personas logran distinguir objetos, para este evento se cuenta con una agudeza visual menor al 10%.



*Figura 6: Ceguera Legal
Visión, características y patologías*

2.1.2.7. Ceguera Total

Dependiendo de cada persona, en estos casos pueden tener una visión en negro, al que en blanco, sin embargo no logran detectar la luminosidad; por otro lado para las personas ciegas de nacimiento, por su condición desconocen el color que pueden estar distinguiendo.



*Figura 7: Ceguera Total
Visión, características y patologías*

2.1.3. ¿Cómo Afecta en la Participación en la Sociedad?

Esta dificultad física, por su ausencia o afectación en órganos vitales como los ojos, tienen un fuerte impacto en la integración y participación en actividades propias de la vida cotidiana, siendo consecuencia de la interacción entre una dificultad específica relacionada con una disminución o pérdida de las funciones visuales y las limitaciones presentes en el contexto en que se desenvuelve la persona.

Las limitaciones que se presentan pueden ser de diferentes tipos, el Ministerio de Educación, en el Gobierno de Chile ^[4] señala algunas como:

[4] Disponible en Página Ministerio de Educación - Chile:
<<http://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/GuiaVisual.pdf>> [Guía de Apoyo Técnico-Pedagógico: Necesidades Educativas Especiales en el Nivel de Educación Parvularia] [Pág. 7]

- ✓ Ausencia de señales auditivas que reemplacen la información visual. Por ejemplo, si los semáforos no cuentan con señales auditivas, la persona cuyo remanente visual no le permita discriminar las luces, presentará mayores dificultades para cruzar las calles, situación que la hará más dependiente.
- ✓ Ausencia de literatura en Braille o audio en las bibliotecas públicas. Por ejemplo, si una persona que presente ceguera o baja visión asiste a una biblioteca en busca de información, entretenimiento o cultura y no encuentra textos adaptados en dicho lugar, verá disminuidas sus posibilidades de integración y crecimiento personal.
- ✓ Ausencia de sistemas de escritura alternativos. Por ejemplo, si los textos escolares no se encuentran adaptados al sistema Braille niñas y niños que presentan ceguera no tendrán acceso a los aprendizajes en igualdad de condiciones, dificultándose a su vez su participación en clases e interacción con sus compañeros y compañeras.
- ✓ Ausencia de señales informativas a cerca de paraderos y rutas presentes en estaciones de transporte, así como de la llegada de las mismas y su destino.
- ✓ Ausencia de señales de reconocimiento total y duradero en papel moneda para su manejo y usabilidad de manera efectiva y adecuada, mitigando riesgos en confusiones, fraudes, entre otras.

Cubra sus ojos con una venda, o bien, imagine que por algún motivo, usted ha perdido la visión o al menos que ésta ha disminuido considerablemente. ¿Cómo podrá desplazarse independientemente en su hogar, en la calle, en los medios de transporte de su ciudad?; ¿Cómo podrá leer la publicidad, los periódicos y libros que tanto le gustan?; ¿Cómo será capaz de trabajar y entretenerse en un computador si no puede acceder a la información que aparece en su pantalla?.

Aunque usted no lo crea, afortunadamente se pueden superar las barreras que impiden a la persona la realización de estas actividades, a través de, sencillas o complejas, adaptaciones que en cada caso sean necesarias.

Tomando un ejemplo, hasta hace muy poco era impensable que una persona con discapacidad visual pudiera hacer uso independiente del dinero, estaba incapacitada para ello. Hoy en día en cambio, los billetes chilenos tienen características de identificación especiales para permitir a las personas con discapacidad visual poder identificarlos. Esto es, Colores de Alto Contraste (el billete de \$1.000 es verde; el de \$2.000 de polímero es morado; el de \$5.000 es rojo; el de \$10.000 es azul, y el de \$20.000 es café.); Números impresos en Caracteres de Gran Tamaño (para que las personas con un remanente visual puedan identificar su valor); Marcas Táctiles (a contar del año 2006, disponen de marcas táctiles en el borde inferior izquierdo).

Entonces, experimentar o no dificultades para participar adecuadamente en la vida cotidiana, no es un hecho que dependa únicamente de la persona. En gran medida, las dificultades a las que ella se enfrente pueden verse inmensamente atenuadas, o incluso desaparecer, si cuenta con un contexto adecuado que se flexibiliza en función de dicha condición.

*Figura 8: Ejemplo Experiencial
Guía Visual -Carácter Social y Cultura, Discapacidad*

Dados los ejemplos anteriores, la discapacidad visual, no se hace dependiente únicamente de características físicas o biológicas, sus limitaciones surgen como producto de interacciones de esta diversidad con un contexto ambiental desfavorable.

La diversidad o discapacidad, tiene un carácter social, que no depende en exclusividad de las limitaciones de cada persona, teniendo enormes consecuencias en los distintos ámbitos de la vida cotidiana.

2.1.4. Presencia Demográfica

La OMS [2], en su portal web indica que un 90% de la carga mundial de discapacidad visual, se concentra en los países de ingresos bajos.

Por otra parte nos presenta una estimación de la presencia de la diversidad de acuerdo a rangos de edad, tales como:

Personas mayores o iguales a 50 años, Donde hace referencia que alrededor de un 65% de las personas con diversidad o discapacidad visual son mayores de 50 años, donde este grupo de personas apenas representa un 20% de la población mundial. Con una población de la tercera edad en aumento en muchos países, más personas estarán en riesgo de sufrir discapacidad visual por enfermedades oculares crónicas y envejecimiento.

Menores de 15 años, Con un estimado de que el número de menores de edad con diversidad o discapacidad visual asciende a 19 millones, de los cuales 12 millones la padecen debido a errores de refracción, fácilmente diagnosticables y corregibles. Y unos 1,4 millones de niños menores de 15 años sufren ceguera irreversible y necesitan intervenciones de rehabilitación visual para su pleno desarrollo psicológico y personal.

Por lo general, las tasas de diversidad visual a nivel mundial, han disminuido a partir de comienzos de los años noventa. Esto debido al envejecimiento de la población en el mundo entero. dicha disminución se debe en principio a la reducción del número de casos de diversidad visual por enfermedades infecciosas, mediante:

- ✓ El desarrollo socioeconómico en general
- ✓ Una actuación concertada de salud pública

[2] Disponible en Página Organización Mundial de la Salud: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/> [Citado en agosto de 2014] [Nota Descriptiva no. 282]

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

- ✓ Un aumento de los servicios de atención oftalmológica disponibles
- ✓ El conocimiento por parte de la población general de las soluciones a los problemas relacionados con la discapacidad visual (por ejemplo, cirugía o dispositivos correctores).

A nivel global, el 80% de todas las discapacidades visuales se pueden prevenir o curar. En el transcurso de los últimos 20 años se han realizado progresos como lo son:

- ✓ Implementación por parte los gobiernos, de normas y programas para la prevención y el control de la discapacidad visual
- ✓ A su vez incorporación de servicios de oftalmología en los sistemas de atención primaria y secundaria, con énfasis en la prestación de servicios accesibles, asequibles y de alta calidad
- ✓ Campañas educativas y sensibilización social acerca de la importancia de la función visual, incluida la educación en el sistema educativo
- ✓ Liderazgo gubernamental reforzado con alianzas internacionales, con una participación en aumento por parte del sector privado.

En continuidad con los avances de los últimos 20 años, se revelan datos de que en muchos países se han logrado progresos importantes frente a la prevención y cura de las diversidades o discapacidades visuales. Por otra parte, la reducción masiva de la ceguera asociada a la oncocercosis y el tracoma hace parte de una disminución significativa de la distribución de la enfermedad, permitiendo así limitar sustancialmente la carga de delicada derivada de esas enfermedades infecciosas.

Lo anterior ha sido posible gracias a la labor productiva de algunas alianzas internacionales público-privadas., entre sus logros específicos se incluyen:

- ✓ Brasil ha venido facilitando desde hace diez años atrás, servicios de atención oftalmológica a través del sistema nacional de seguridad social
- ✓ Marruecos ha puesto una campaña pública con la finalidad de controlar el glaucoma
- ✓ China, desde 2009, ha invertido más de 100 millones de dólares en intervenciones de cataratas

- ✓ Omán, en la última década, ha integrado plenamente en el sistema de atención primaria, la prestación de servicios de oftalmología
- ✓ India, desde 1995 viene asignando fondos para la prestación de servicios de atención oftalmológica para las personas de más bajos recursos, a nivel distrital.

2.1.5. Diversidad Visual En Colombia

Como cualquier país y más como país con diversas condiciones entre ellas los avances en desarrollo, Colombia se encuentra expuesta a enfermedades visuales, es por ello que en 2016, bajo el convenio 519 de 2015, el Ministerio de Salud, en compañía de la Organización Panamericana de la Salud y la Organización Mundial de la Salud generaron los resultados de un estudio con análisis de la situación de salud visual en Colombia [5], el cual se ha efectuado de 2009 a 2014; en dicho informe se detalla de acuerdo a enfermedades su presencia en periodicidades anuales, edades presentadas y regiones del país, indicando resultados tales como:

- ✓ Hipermetropía, con resultados de consulta con constancia de un año a otro y con incremento, datando así que entre 2009 y 2014 una presencia de 0.36% y 0.37% respectivamente, con variaciones entre hombres y mujeres como se muestra en figura 9.

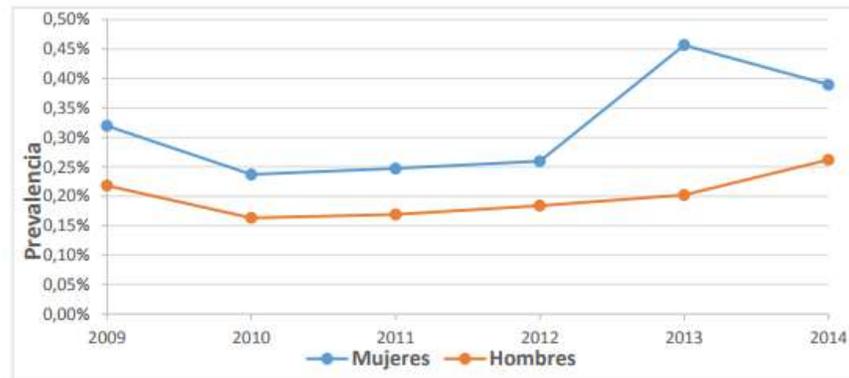


Figura 9: Prevalencia de Hipermetropía por sexos en Colombia, 2009 - 2014

Análisis de situación de salud visual en Colombia

[5] Disponible en Página Ministerio de Salud - Colombia:
<<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-visual-colombia-2016.pdf>> [Análisis de Situación Visual en Colombia 2016]

Tras los hallazgos anteriores, el estudio comprobó que las edades con mayor frecuencia de esta patología son las edades inferiores a 10 años tanto para hombres como para mujeres y vuelve en aumento en edades superiores a los 55 años en donde para este caso su presencia es dominante en mujeres.

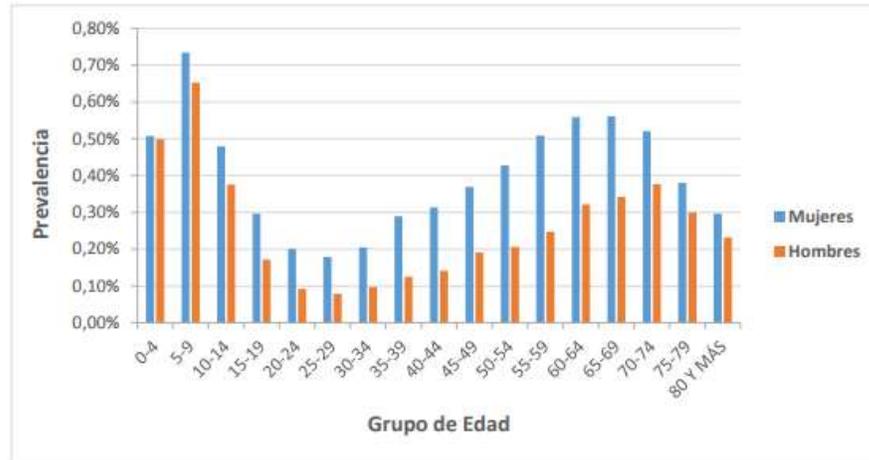


Figura 10: Prevalencia de Hipermetropía por grupos de edad y sexos en Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia

Finalmente para esta misma enfermedad, en un análisis departamental se encontró que las regiones departamentales como Bogotá, Risaralda, Meta, Norte de Santander y Antioquia tienen la prevalencia más alta en los periodos del estudio y en comparación con los más bajos se encuentran Choco, Vaupés y San Andrés, sin embargo se evidencia un aumento en gran parte de los departamento con el pasar de los años.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

Departamento	Año 2009 (%)	Año 2010 (%)	Año 2011 (%)	Año 2012 (%)	Año 2013 (%)	Año 2014 (%)
Antioquia	0,52	0,33	0,22	0,19	0,24	0,30
Atlántico	0,31	0,21	0,16	0,12	0,19	0,27
Bogotá, D.C.	1,04	0,69	0,73	0,85	0,80	0,90
Bolívar	0,21	0,13	0,14	0,13	0,20	0,28
Boyacá	0,11	0,14	0,17	0,20	0,51	0,41
Caldas	0,11	0,10	0,07	0,16	0,28	0,29
Caquetá	0,06	0,11	0,12	0,13	0,16	0,18
Cauca	0,04	0,05	0,05	0,09	0,10	0,08
Cesar	0,11	0,07	0,05	0,10	0,12	0,23
Córdoba	0,10	0,08	0,12	0,09	0,14	0,15
Cundinamarca	0,19	0,16	0,23	0,24	0,33	0,49
Chocó	0,05	0,01	0,01	0,02	0,03	0,05
Huila	0,10	0,11	0,12	0,09	0,15	0,29
La Guajira	0,05	0,05	0,05	0,07	0,13	0,16
Magdalena	0,21	0,10	0,03	0,05	0,07	0,17
Meta	0,17	0,30	0,38	0,38	0,45	0,67
Nariño	0,08	0,05	0,08	0,06	0,08	0,09
Norte de Santander	0,18	0,14	0,35	0,37	0,36	0,50
Quindío	0,18	0,12	0,05	0,05	0,11	0,13
Risaralda	0,42	0,53	0,43	0,36	0,26	0,36
Santander	0,27	0,14	0,15	0,14	0,27	0,46
Sucre	0,04	0,05	0,05	0,07	0,05	0,11
Tolima	0,31	0,28	0,19	0,16	0,16	0,16
Valle	0,19	0,10	0,09	0,10	0,13	0,17
Arauca	0,06	0,11	0,14	0,19	0,15	0,38
Casanare	0,06	0,07	0,08	0,07	0,07	0,12
Putumayo	0,04	0,04	0,07	0,09	0,09	0,15
San Andrés	0,00	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01
Amazonas	0,01	0,02	0,18	0,01	0,13	0,44
Guainía	0,02	0,04	0,03	0,09	0,03	0,06
Guaviare	0,10	0,19	0,09	0,07	0,08	0,11
Vaupés	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
Vichada	0,01	0,01	0,01	0,02	0,09	0,10

Figura 11: Prevalencia de Hipermetropía por departamentos en Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia

- ✓ Miopía, para este caso, el estudio ha revelado que su prevalencia incrementa de un año a otro pasando de 0.28% en 2009 a 0.34% en 2014, con mayor presencia en mujeres.

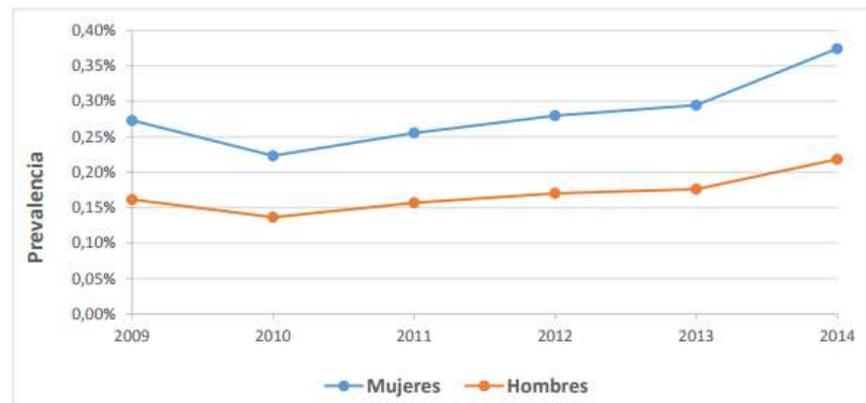


Figura 12: Prevalencia de Miopía por sexos en Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia

En cuanto a sexos y edades e este caso, se encuentra que las mujeres presentan mayor prevalencia entre los 15 y 19 años, mientras que los hombres la presentan entre los 10 a 14 años.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

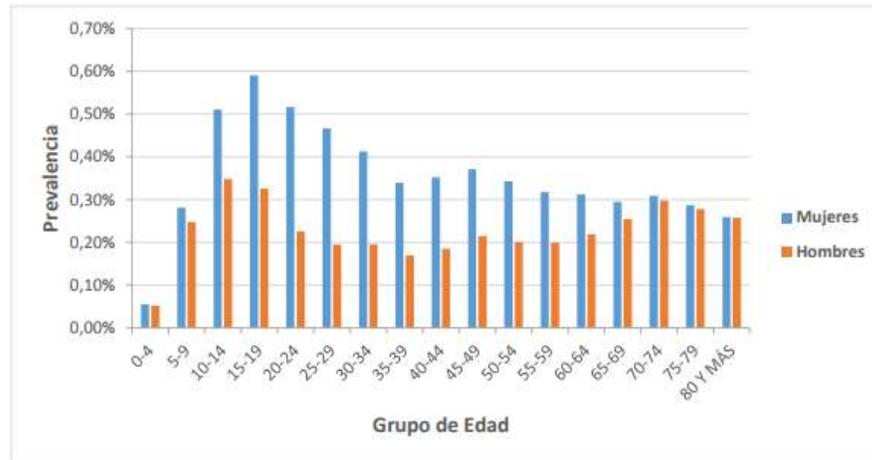


Figura 13: Prevalencia de Miopía por grupos de edad y sexos en Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia

En cuanto a su presencia departamental, presentan mayor prevalencia Bogotá, Santander, Nariño, Boyacá, Risaralda y en contraste Vichada, San Andrés, y Vaupés; en el estudio se resalta el aumento significativo de Boyacá en un 0.34% y Meta un 0.25% en el periodo del estudio.

Departamento	Año 2009 (%)	Año 2010 (%)	Año 2011 (%)	Año 2012 (%)	Año 2013 (%)	Año 2014 (%)
Antioquia	0,27	0,21	0,18	0,18	0,22	0,26
Atlántico	0,23	0,15	0,15	0,18	0,19	0,25
Bogotá, D.C.	0,73	0,55	0,62	0,66	0,56	0,66
Bolívar	0,23	0,14	0,17	0,19	0,16	0,21
Boyacá	0,20	0,17	0,20	0,25	0,54	0,54
Caldas	0,21	0,16	0,14	0,20	0,33	0,37
Caquetá	0,12	0,11	0,14	0,15	0,21	0,24
Cauca	0,05	0,10	0,14	0,24	0,22	0,18
Cesar	0,16	0,09	0,10	0,12	0,15	0,20
Córdoba	0,05	0,05	0,05	0,07	0,11	0,14
Cundinamarca	0,14	0,16	0,21	0,20	0,23	0,34
Chocó	0,07	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08
Huila	0,21	0,15	0,12	0,16	0,27	0,42
La Guajira	0,05	0,05	0,06	0,11	0,13	0,16
Magdalena	0,11	0,07	0,05	0,08	0,11	0,13
Meta	0,09	0,15	0,23	0,24	0,28	0,33
Nariño	0,25	0,25	0,27	0,36	0,48	0,51
Norte de Santander	0,21	0,13	0,23	0,25	0,20	0,32
Quindío	0,31	0,18	0,10	0,12	0,21	0,29
Risaralda	0,23	0,27	0,25	0,27	0,25	0,34
Santander	0,50	0,28	0,31	0,35	0,28	0,46
Sucre	0,17	0,08	0,20	0,10	0,12	0,16
Tolima	0,20	0,19	0,17	0,23	0,23	0,26
Valle	0,13	0,11	0,11	0,12	0,20	0,19
Arauca	0,06	0,07	0,06	0,10	0,08	0,20
Casanare	0,11	0,04	0,06	0,09	0,08	0,13
Putumayo	0,03	0,09	0,16	0,16	0,20	0,29
San Andrés	0,00	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02
Amazonas	0,05	0,01	0,14	0,03	0,09	0,22
Guainía	0,03	0,00	0,01	0,02	0,04	0,05
Guaviare	0,05	0,08	0,09	0,09	0,11	0,11
Vaupés	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03
Vichada	0,00	0,01	0,01	0,03	0,04	0,03

Figura 14: Prevalencia de Miopía por Departamentos en Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

- ✓ Astigmatismo, para los periodos del estudio se evidencia en mujeres una prevalencia de 0.67% el cual va en aumento a 0.79%, y en hombres del 0.43% al 0.52%, en ambos casos se genera un incremento y nuevamente la presencia mas destacada esta en mujeres.

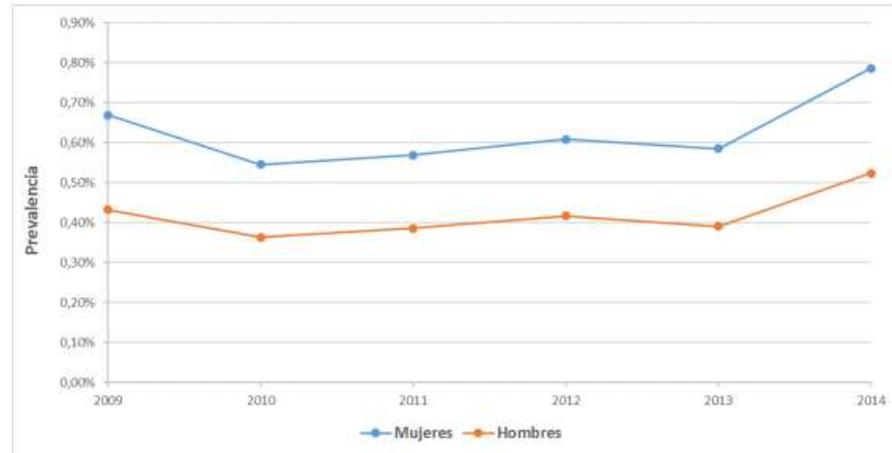


Figura 15: Prevalencia de Astigmatismo por sexos en Colombia, 2009 - 2014

Análisis de situación de salud visual en Colombia

En el análisis frente a los sexos y edades, se halló que en el caso de mujeres la prevalencia más alta se encuentra en el rango de edad de 10 a 14 años, en cuanto a los hombres la edad con más presencia es en las edades de 5 a 9 años.

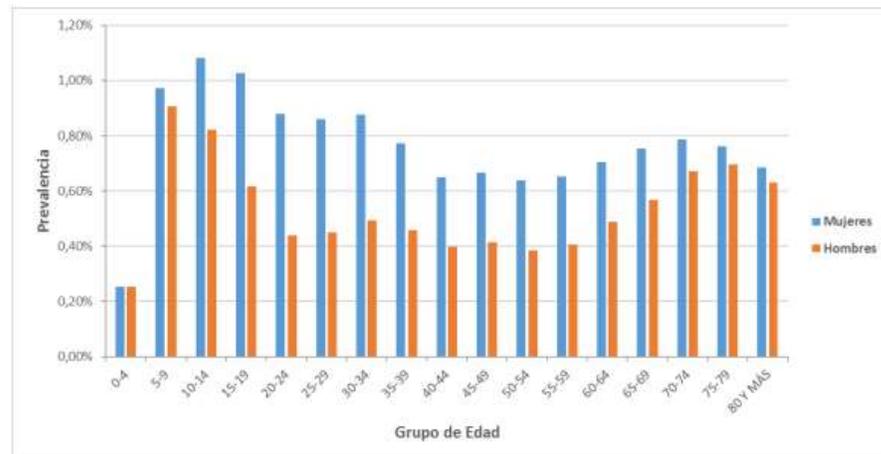


Figura 16: Prevalencia de Astigmatismo por grupos de edad y sexos en Colombia, 2009 - 2014

Análisis de situación de salud visual en Colombia

Por ultimo su presencia departamental, denota que Bogotá, Antioquia, Cundinamarca, Boyacá y Risaralda tienen las prevalencias más altas; por otra parte Choco, Vaupés y San Andrés, nuevamente registran las prevalencias más bajas; en

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

adición los aumentos más notables se registran en Boyacá con 0.59% y Nariño con 0.57%.

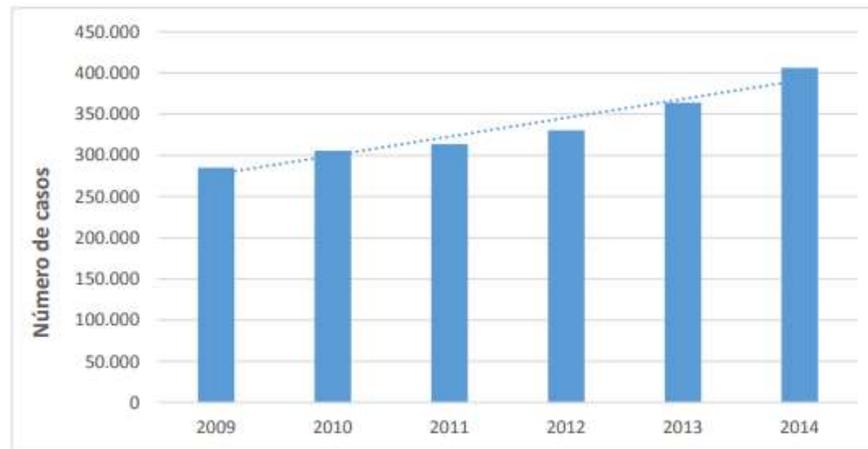
Departamento	Año 2009 (%)	Año 2010 (%)	Año 2011 (%)	Año 2012 (%)	Año 2013 (%)	Año 2014 (%)
Antioquia	1,42	1,56	1,13	1,12	0,83	1,04
Atlántico	0,56	0,29	0,25	0,15	0,26	0,41
Bogotá, D.C.	2,07	1,36	1,68	1,80	1,50	1,81
Bolívar	0,40	0,28	0,26	0,22	0,32	0,47
Boyacá	0,29	0,31	0,25	0,41	0,84	0,88
Caldas	0,47	0,32	0,23	0,33	0,52	0,59
Caquetá	0,07	0,10	0,17	0,23	0,28	0,29
Cauca	0,07	0,13	0,09	0,16	0,21	0,17
Cesar	0,18	0,12	0,08	0,11	0,15	0,26
Córdoba	0,06	0,04	0,06	0,06	0,11	0,18
Cundinamarca	0,40	0,29	0,49	0,53	0,69	0,83
Chocó	0,05	0,01	0,01	0,01	0,03	0,06
Huila	0,28	0,23	0,21	0,19	0,28	0,53
La Guajira	0,03	0,03	0,03	0,05	0,11	0,19
Magdalena	0,22	0,10	0,05	0,07	0,07	0,21
Meta	0,24	0,33	0,38	0,46	0,49	0,68
Nariño	0,24	0,20	0,32	0,50	0,67	0,81
Norte de Santander	0,24	0,10	0,26	0,23	0,21	0,38
Quindío	0,34	0,24	0,11	0,09	0,17	0,27
Risaralda	0,64	0,47	0,43	0,49	0,30	0,62
Santander	0,58	0,37	0,23	0,32	0,55	0,78
Sucre	0,05	0,06	0,07	0,05	0,05	0,30
Tolima	0,37	0,34	0,34	0,37	0,40	0,37
Valle	0,39	0,21	0,14	0,18	0,28	0,28
Arauca	0,08	0,14	0,13	0,18	0,16	0,45
Casanare	0,10	0,07	0,09	0,12	0,13	0,22
Putumayo	0,07	0,09	0,11	0,19	0,23	0,30
San Andrés	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03
Amazonas	0,01	0,01	0,12	0,03	0,15	0,54
Guainía	0,03	0,03	0,03	0,11	0,03	0,11
Guaviare	0,20	0,15	0,12	0,07	0,07	0,15
Vaupés	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04
Vichada	0,01	0,02	0,02	0,04	0,09	0,09

Figura 17: Prevalencia de Astigmatismo por Departamentos en Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia

Estos estudios principales por la presencia destacada y su marcada diferenciación entre sexos, mostrando como las mujeres tienden a tener más prevalencia.

El estudio data de las principales enfermedades presentadas en el País, así como la evolución de las mismas, y para dar profundidad en nuestro caso para el proyecto, se ha tomado el caso de la ceguera permanente, ya que el estudio indica un incremento anual de 7.08% y en los 6 años del estudio de 42.49%, con cifras iniciales a 2009 de 285.056 y para 2014 406.193, con un total de 2.004.464 (Figura 18), cifras las cuales resultan alarmantes frente al creciente número de personas con esta patología y e incrementos en las demás patologías que pueden tender a la pérdida de la visión moderada hasta esta una pérdida total, así como la relación de 2 especialistas oftalmológicos por cada 100.000 habitantes. [5]

[5] Disponible en Página Ministerio de Salud - Colombia: <<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-visual-colombia-2016.pdf>> [Análisis de Situación Visual en Colombia 2016] [Pág. 102]



*Figura 18: Número de Personas con Discapacidad Visual Permanente Colombia, 2009 - 2014
Análisis de situación de salud visual en Colombia*

Pese a lo anterior aunque se describe que un 80% de los casos de discapacidad visual se podrían curar o evitar de acuerdo a publicación del Ministerio de educación [5], en el país frente a la relación mencionada anteriormente de 2 especialistas por cada 100.000 habitantes, y los avances tecnológicos y costos que se presentan en el país, desafortunadamente no ocurre debido a la falta de información, consulta oportuna y dificultades económicas; estas tres representan las dificultades más grandes para hacer efectivo este porcentaje de evasión o curación. Con relación a lo anterior patologías como miopía, hipermetropía, presbicia y astigmatismo los cuales hoy día son tratables con facilidad, han terminado convirtiéndose en la principal causa de diversidad visual y la segunda en producir ceguera.

En esta misma publicación, el Ministerio de Educación [6], indica que según el DANE [7], en Colombia para 2013 se contaba con 1.143.992 de personas con un grado de diversidad visual, cifra que para entonces representaba un 43.5% del total de discapacitados en el país, por otra parte de estas cifras, aproximadamente 18.952 son personas menores de 5 años y 83.212 son niños entre los 5 y 11 años de edad.

Como indica García [8], en comunicado de Ministerio, “*los problemas de la salud visual implican serias restricciones para el desempeño seguro e independiente de las actividades de la vida*

[6] Disponible en Página Ministerio de Educación - Colombia: <<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-333996.html>> [80% del Total Mundial de los Casos de Discapacidad Visual se Podrían Evitar o Curar] [Citado en octubre 29 de 2013]

[7] Disponible en Página Diario El País - Colombia: <<http://www.elpais.com.co/colombia/tiene-1-14-millones-de-personas-con-problemas-visuales.html>> [Colombia tiene 1,14 millones de personas con problemas visuales] [Citado en noviembre 1 de 2013]

[8] GARCIA, Jairo; Decano de la Facultad de Ciencias de la visión – Universidad de la Salle <<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-333996.html>>

cotidiana y productiva, además en los niños, las deficiencias visuales no corregidas pueden implicar el fracaso escolar”

Por otra parte, se ha indicado que la diversidad visual, es uno de los principales problemas de salud, que ocasiona una carga socioeconómica mundial e influye con el progreso de países en vía de desarrollo; *“La ceguera y la baja visión, implican serias restricciones para el desempeño seguro e independiente de las personas tanto en las actividades de la vida cotidiana, su ocupación laboral y los procesos de aprendizaje. En el año 2000, se estimó que los costos de la ceguera global y baja visión eran de \$42 mil millones de dólares al año. Si la prevalencia de ceguera y baja visión no disminuye para el 2020, se proyecta que el costo anual total aumentaría a 110 mil millones de dólares anuales”*; *“Las cifras globales indican que cerca de 314 millones de personas del mundo entero viven con discapacidad visual, debido a enfermedades oculares y errores de refracción no corregidos, según OMS. De esas personas, 45 millones son ciegos y el 90% vive en países de ingresos bajos.”* según OMS. [6]

Así mismo la Universidad de La Salle [9], como líder y miembro de la Red Epidemiológica Iberoamericana de Salud Visual y Ocular, dando énfasis en la problemática, desarrollo una investigación la cual permitió caracterizar el perfil de enfermedades visuales y oculares que se presentan en el país. En este la Dra. Medrano [10] indica que: *“Los hallazgos revelan que las principales alteraciones a la salud visual son en conjuntiva: la conjuntivitis alérgica y los trastornos de acomodación y refracción son el astigmatismo, la hipermetropía y la miopía. En cuanto a temas de discapacidad visual, el 3.8% de la población padece de ceguera y el 3.7% glaucoma.”*

En la investigación también se indica que gran aproximación para conocer las condiciones a las que se encuentran expuestos los ojos de las personas colombianas. Como por ejemplo, afecciones como la conjuntivitis se debe a factores ambientales, infecciones o sensibilización a ciertos alérgenos en el aire (polen, polvo, moho, etc.); causas a las cuales se suma la exposición a la radiación ultravioleta. De allí, que muchos de ellos se pueden adquirir en ambientes laborales y generar molestias (ardor,

[6] Disponible en Página Ministerio de Educación - Colombia: <<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-333996.html>> [80% del Total Mundial de los Casos de Discapacidad Visual se Podrían Evitar o Curar] [Citado en octubre 29 de 2013]

[9] Disponible en Página Universidad de la Salle - Colombia: <http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal/LaUniversidad/GaleriadeNoticias/repositorio_general/primer_estudio_morbilidad_visual_en_colombia> [Primer estudio que revela la situación de salud visual en todas las regiones de Colombia] [Citado en mayo 5 de 2016]

[10] DRA. MEDRANO, Sandra, Investigadora y Docente, Facultad de Ciencias de la Salud Universidad de la Salle - Colombia: <http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal/LaUniversidad/GaleriadeNoticias/repositorio_general/primer_estudio_morbilidad_visual_en_colombia>

enrojecimiento, rasquiña) e influenciar negativamente la calidad de vida.

Por otra parte, el diario nacional EL TIEMPO ^[11], ha publicado un artículo en el cual revela el día a día de un ciego en Colombia, en el escrito se detallan actividades del día a día así como situaciones puntuales de Alexander Garzón el personaje central de dicho texto, por otro lado se refuerzan cifras de las ya enunciadas en este trabajo y cifras que aportan al propósito del mismo.

El artículo en mención habla al detalle de la manera en que día a día Alexander Garzón Jiménez, ha logrado sobreponerse a la ceguera tras una desafortunada cirugía, nos relata cómo se pese a no tener un empleo formal, se ha convertido en un verdadero amo de casa; cumpliendo a cabalidad con las labores como el cuidado de sus hijas, del aseo de su hogar, los tendidos de cama, preparación de alimentos e incluso la acomodación de muebles.

- ✓ A continuación me permito anexar varios apartados, de la experiencia que Alexander brindó al diario nacional, a fin de que se pueda llegar a profundizar un poco de la vida y necesidades de una persona con discapacidad visual e incluso las capacidades que pueden llegar a desarrollar, contadas y comentadas por ellos mismos y sus familiares:
- ✓ “No lo niego: al comienzo fue muy difícil quedar así, en este estado, pero yo no me podía morir en vida, porque al tener tres hijas estaba obligado a seguir en pie de lucha”.
- ✓ En estos momentos, pese a hallarse desempleado, Alexánder asume con orgullo su rol de amo de casa, y argumenta que ser papá es un trabajo de tiempo completo. “Viéndolo desde otra perspectiva, la falta de empleo ha sido una bendición para mí, porque así he podido dedicarles tiempo de calidad a mis hijas, para cuidarlas cuando llegan del colegio, prepararles sus comidas y ayudarles con las tareas escolares”.
- ✓ Todas las mañanas les cucharea amorosamente el desayuno a Mariana y Lucía (su otra hija, de 5 años). Eso sí, cuando advierte que alguna se demora en comer o está inapetente, les replica con tono enérgico pero cariñoso: “Qué pasa, que no las veo comer”. La reacción de ellas, en un derroche de inocencia y puerilidad, es contestarle: “Papi, no digas mentiras, recuerda que tú no puedes ver”. Entonces, Alexánder suelta una carcajada y

[11] Disponible en Página Diario EL TIEMPO - Colombia: <<http://www.eltiempo.com/cultura/gente/como-sobrevive-una-persona-con-discapacidad-visual-en-colombia-30498>> [Así es el día a día de un ciego en Colombia] [Citado en enero 16 de 2017]

les estampa un beso sonoro en los cachetes. Ellas se toman su ceguera como una anécdota más de la cotidianidad.

- ✓ “Lo mejor de ser papá es gozarse esos pequeños detalles del día a día”, piensa cada vez que sus chicas le leen un cuento o lo invitan a ver películas, que le van relatando conforme avanzan las escenas. Para él, ellas son sus ojos.
- ✓ Antes de perder la visión, Alexánder tuvo buenos empleos: primero, en una empresa aduanera con presencia en 14 ciudades del país; luego, en una compañía de telecomunicaciones con sede en Medellín. Allá conoció a su esposa, Mónica Aristizábal, que hoy lo acompaña en las buenas y las malas: “Cuando mi esposo quedó ciego, mi suegra me preguntó que íbamos a hacer. Le dije que, como esposa de él, siempre lo acompañaría. Si alguien espera o piensa que lo voy a abandonar, eso jamás sucederá”.
- ✓ “La forma en que lo ayudé fue acompañándolo en sus momentos más difíciles, en especial cuando se llenaba de pesimismo y decía que no podía hacer nada. Entonces, yo lo motivaba a seguirlo intentando”.
- ✓ Mónica, que se vio obligada a tomar las riendas económicas del hogar, consiguió un trabajo en la división de recursos humanos y contabilidad de una empresa avícola. Entonces, Alexánder adoptó el rol de amo de casa, algo que en Colombia no es muy común.
- ✓ Al contrario de lo que hacen muchos otros invidentes, él cambia constantemente la posición de los muebles: “No quiero que mi mente se vuelva perezosa. Al cambiar el orden de las cosas, mi cerebro se pone en alerta y me envía nuevos mensajes”, comenta. Al principio, como es natural, termina golpeándose con algún asiento, pero entonces, organiza un nuevo mapa mental para realizar su recorrido casero sin tropiezos.
- ✓ En el caso de la comida, puede manipularla y transformarla en deliciosos platillos, porque acordó con su esposa ubicar todo en los lugares habituales: en las mismas divisiones dentro del refrigerador y en las gavetas y estantes de siempre; así, verduras, granos, cuchillos, ollas y todo tipo de elementos de cocina siempre están al alcance de Alexánder. En todo caso, todavía hay acciones que lo apabullan, como pelar una ahuyama. Pero en lo que sí demuestra experiencia es en preparar bandeja paisa, la comida favorita de su mujer: “Los fríjoles le quedan más ricos que los de mi mamá. Es un excelente amo de casa porque además de cocinar tiene el apartamento ordenado y está pendiente de las niñas”, indica Mónica.

- ✓ Los fines de semana, mientras lleva a las pequeñas a clases de patinaje al parque de su conjunto residencial, aprovecha para practicar el kung-fu, que se ha convertido en su fórmula infalible para mejorar el equilibrio y adquirir más dominio del cuerpo. En un principio, cuando el profesor José Agustín Rodríguez llegó al barrio a promocionar su escuela de artes marciales, Alexander pensó en inscribir a las niñas para que aprendieran a defenderse. Pero sin proponérselo, terminó en esta disciplina que, más allá de puños y patadas, le brinda un balance emocional.
- ✓ Durante 35 años, Alexander disfrutó de sus ojos plenamente. Ahora que ve su mundo en tonos blanquecinos y amarillosos, que forman más bien una luz resplandeciente y cegadora, le preocupa perder su cada vez menos numerosa colección de recuerdos. Su memoria naufraga en pasajes nebulosos, hasta el punto de que teme olvidar, un día cualquiera, las hermosas imágenes que escaneó con sus pupilas para archivar en la cabeza. “Para mí sería durísimo no volver a recordar nada”, confiesa.

Por otra parte el artículo presenta las cifras mostradas anteriormente por el DANE, y en adición a estos cifras entregadas por el INCI en encuesta *<Pertinencia de la formación y perspectivas laborales de la población con discapacidad visual>*; en las cuales se indica solo que un 35% de las personas con diversidad visual accede al mercado laboral, a lo cual agrega el Sr. Parra DUSSÁN ^[12] comentarios tales como “*los empresarios deben reconocer cada vez más las capacidades y talentos de las personas ciegas*”.

2.2. Papel Moneda

Se define como el dinero que el Estado emite sin ninguna garantía atribuida como tal, por tanto puede estar sujeto a oscilaciones de valor, es inconvertible, pero ya que cuenta con un poder cancelatorio se convierte en un utensilio para la realización de transacciones cotidianas.

En el mundo contamos con 194 países oficiales y distribuidos entre ellos una variedad de 181 unidades monetarias, de acuerdo a país, región, estado, unión de países, e incluso en el caso del principal del dólar el cual es la moneda transaccional internacional y por ende la más comercial del mundo; sin embargo cada país cuenta con su unidad monetaria, con la cual se realizan transacciones comerciales de manera interna, existen casos en que hay más de una moneda oficial en circulación en un país, por lo cual habrán más de una unidad monetaria, generalmente dicha unidad monetaria es emitida por el Banco central de cada país.

[12]SR. PARRA DUSSÁN, Carlos, Director Invidente del Instituto Nacional para Ciegos INCI - Colombia: <http://www.eltiempo.com/cultura/gente/como-sobrevive-una-persona-con-discapacidad-visual-en-colombia-30498>

Dado lo anterior es importante reconocer que el conocimiento y reconocimiento del papel moneda correspondiente a la ubicación particular de cada individuo, por ende será la primera en distinguir y llegar a operar transaccionalmente y de acuerdo a sus situaciones y necesidades se ira generando conocimiento de nuevas monedas.

2.2.1. Papel Moneda de Colombia

En el país contamos con una única moneda, una sola unidad monetaria, denominada como peso colombiano, el cual, es utilizado en transacciones con dinero que se lleven a cabo en territorio colombiano; El Banco de la Republica [13], es la única institución que puede emitir pesos colombianos, y tiene autorización de circular en la economía nacional.

En Colombia, la Ley 31 de diciembre 29 de 1992 [14], decreto las normas que reglamentan la emisión de billetes y monedas. En los artículos 6 y 7.

“Artículo 6°. Unidad monetaria. La unidad monetaria y unidad de cuenta del país es el peso emitido por el Banco de la República.”

“Artículo 7°. Ejercicio del atributo de emisión. El Banco de la República ejerce en forma exclusiva e indelegable el atributo estatal de emitir la moneda legal constituida por billetes y moneda metálica”.

2.2.2. El Papel Moneda y las Personas con Diversidad Visual

Aunque a nivel mundial existen cantidad de unidades de moneda, cada uno cuenta con características diferentes de seguridad y por supuesto de reconocimiento, sin embargo no todos son de igual manejo y dominio para las personas con diversidad visual, puesto que al no existir un estándar para su emisión, o un sistema excluso para su reconocimiento, cada Estado o casa de imprenta podrá disponer del sistema o método que considere conveniente y tenga en su poder.

En Latinoamérica los países en proceso de desarrollo han venido manejando diferentes métodos y sistemas como impresiones en braille, impresiones especiales o diversos tamaños acorde a las denominaciones de los billetes, como es el caso de Venezuela, México, Chile, Argentina, Republica Dominicana y por supuesto Colombia.

[13] Disponible en Página Banco de la Republica – Actividad Cultural: <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/unidades_monetarias>

[Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015)]

[14] Disponible en Página Banco República de Colombia:

<http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/reglamentacion/archivos/ley_31_1992_compendio.pdf> [Ley 31 de 1992] [Ley Banco de la Republica] [Citado en diciembre 29 de 1992] [pág. 3]

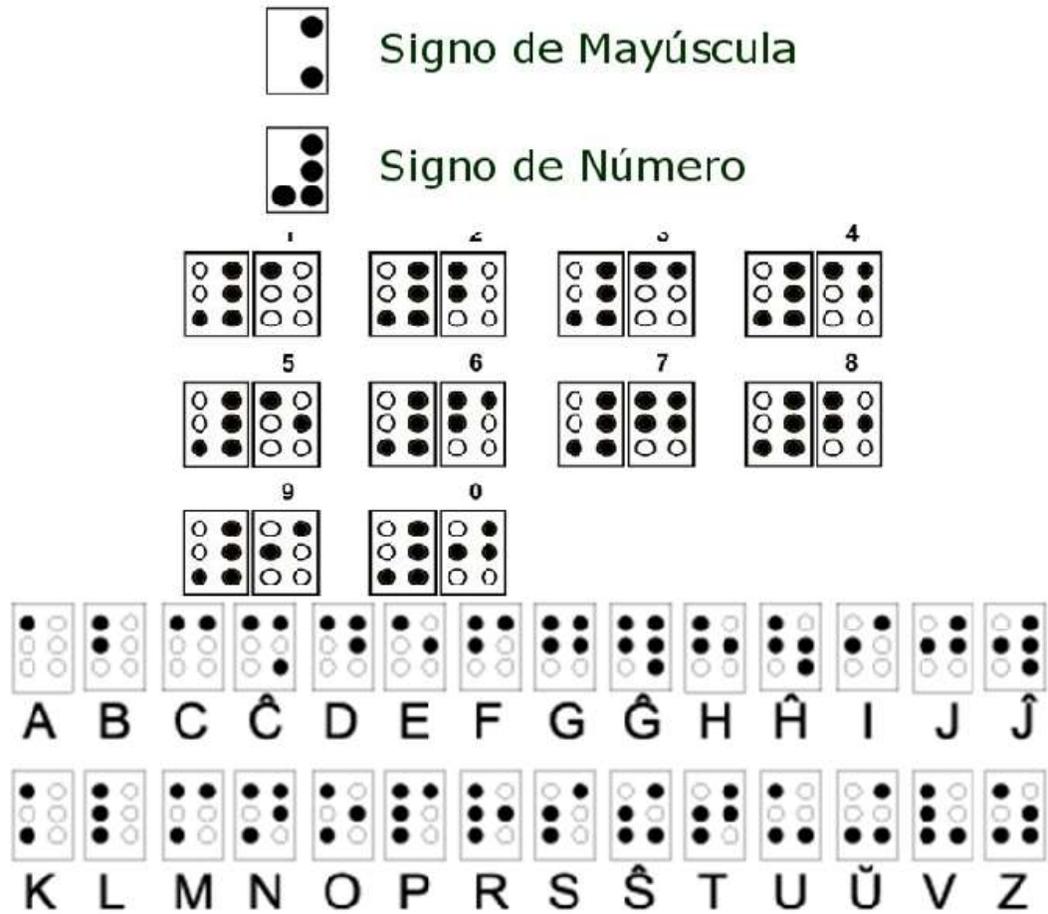


Figura 19: Numeración y Alfabeto Braille
Louis Braille

2.2.2.1. Venezuela

En el país vecino, con la llegada de su billete “Bolívar Fuerte” [15], el BCV (Banco Central de Venezuela), hizo convenio con la imprenta Braille Simón Bolívar, La cual se encuentra adscrita al Ministerio del Poder Popular para la Educación, a fin de dar inclusión del sistema a la impresión de sus billetes con impresión en este sistema así como figuras geométricas de acuerdo a la denominación del billete y de igual manera relacionarlo a las personas con diversidad visual. Para efectos de ello se incorporó en las campañas de información del BCV el Ministerio para la Educación en diferentes instituciones como la Asociación Venezolana de Ciegos, la Comisión Nacional de Personas con Discapacidad, entre otras instituciones y comisiones.

[15] Disponible en Página Monedas de Venezuela: <http://www.monedasdevenezuela.net/articulos/las-marcas-en-monedas-y-billetes-para-invidentes-es-inclusion/> [Las marcas en monedas y billetes para invidentes es: Inclusión] [Citado julio 13 2016]

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android



Figura 20: Billetes Venezolanos, Bolívar Fuerte
Marcas Especiales Para personas Con Diversidad Visual

Un punto a resaltar sobre esta medida tomada por el BCV fue su alianza con el Ministerio de Educación de Venezuela, como se mencionó anteriormente, ya que si bien la Imprenta se hizo cargo de las impresiones de los billetes, el ministerio se hizo cargo de “la impresión y distribución a todos los planteles y servicios, así como a las instituciones de y para ciegos y usuarios con discapacidad visual que lo requieran, entre ellos la Comisión Nacional de Personas con Discapacidad, la Asociación de Ciegos y particulares”^[16]. El objetivo de dicha alianza fue que las personas con discapacidad visual se familiarizaran con los principales elementos para la identificación de los billetes de la familia del bolívar fuerte, para la realización de transacciones comerciales.



Figura 21: Versión para Invidentes – Comunicado Bolívar Fuerte
Ministerio de Educación Venezuela

[16] Disponible en Página Banco Central de Venezuela: <http://bcv.org.ve/c4/notasprensa.asp?Codigo=6336&Operacion=2&Sec=False> [Con detalles de seguridad de nuevas monedas y billetes. Editados más de mil trípticos para personas con discapacidad visual]

2.2.2.2. México

En el país de Centroamérica, desde el 2005, Banxico (Banco de México) inició un proceso con varias acciones a fin de facilitar el reconocimiento de los billetes para personas con discapacidad, la primera fue informada en 2014^[17], donde se indicaba que a partir de 2006 los billetes y monedas contarían con señas de identificación táctil; en diciembre de 2005^[18], inicio a poner en circulación billetes de las denominaciones de 100, 200 y 500 pesos mexicanos con marcas perceptibles al tacto, distintivas entre ellas de acuerdo a cada denominación.

En agosto de 2006 Banxico, presento una nueva generación de billetes la cual mantenía las características táctiles, sin embargo presentaban una nueva variación la cual consistía en 7mm de longitud entre cada una de las denominaciones.



Figura 22: Billetes Mexicanos Emitidos desde 2006
Banxico

[17] Disponible en Página Diario EL TIEMPO - Colombia:
< <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1547233> > [MÉXICO EMITIRÁ BILLETES PARA CIEGOS] [Citado abril 16 de 2004]

[18] Disponible en Página Noticias Ultra - México:
< <http://www.ultra.com.mx/noticias/querrero/Finanzas/1156-banxico-presenta-tabla-braille-para-identificar-billetes.html>> [Banxico presenta tabla braille para identificar billetes] [Citado noviembre 22 de 2012]

Posterior a la salida de dichos billetes, Banxico, diseño una tablilla para el reconocimiento de los mismos, básicamente es un dispositivo plástico el cual permite identificar la denominación de los billetes de la *figura 21*, basados en su longitud y con marcas en la tablilla con caracteres braille *figura 19*. Esto indica Banxico que es dando cumplimiento a la modificación del Poder Legislativo con la modificación del artículo 4º de la ley monetaria de los estados Unidos de México la cual indica: “Los billetes del Banco de México tendrán poder liberatorio ilimitado y deberán contener una o varias características que permitan identificar su denominación a las personas invidentes”. [19]

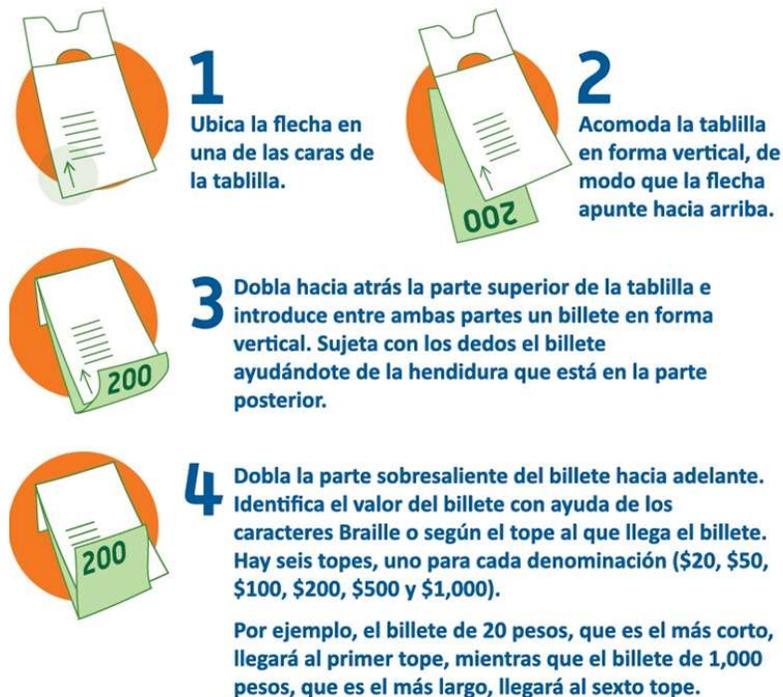


Figura 23: Instructivo Tablilla de Billetes Banxico

[19] Disponible en Página Banco de Mexico - Banxico:
<<http://www.banxico.org.mx/billetes-y-monedas/servicios/tablilla-de-billetes-para-personas-con-discapacida/tablilla-billetes-discapacida.html>> [TABLILLA DE BILLETES PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL]

2.2.2.3. Chile

En este país, en 2006 hicieron algo similar a lo realizado en México con la impresión de caracteres especiales para la identificación de los billetes, posteriormente en 2014 [20], se dio a conocer un dispositivo parecido al presentado en México, esto debido a que las características del papel moneda en ambos países son de diferentes tamaños de acuerdo a su denominación, entre otras características de los billetes chilenos se encuentran que la denominación en los billetes son caracteres de gran tamaño y con contraste entre su valor y el fondo el cual es de color intenso y fácil de distinguir.

Frente al dispositivo, el Banco Central de Chile [21], desarrollo su propio identificador, el cual en compañía de un CD dan a las personas con diversidad los instructivos para el manejo del identificador y el reconocimiento de billetes.



Figura 24: Billetes Chilenos y sus Características Banco Central de Chile

[20] Disponible en Página Chile Accesible - Chile:
<<http://www.chileaccesible.cl/2014/05/07/chile-identificador-de-billetes-para-personas-con-discapacidad-visual/>> [Chile Identificador De Billetes Para Personas Con Discapacidad Visual]
[Citado mayo 7 de 2014]

[21] Disponible en Página banco Central de Chile - Chile:
<<http://www.billetesymonedas.cl/Seguridad/InfoPersonasDiscapacidadVisual/>> [Información para personas con discapacidad visual]

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android



Figura 25: Instructivo y Funcionamiento Identificador de Billetes Banco Central de Chile

2.2.2.4. República Dominicana

En 2014, el Banco Central de la Republica Dominicana [22], inicio con la emisión de su sexta familia de billetes, en la cual para las personas con diversidad visual han buscado acentuar las marcas de figuras geométricas para la identificación de estas personas (*figura 26*).

Este refuerzo se generó luego de que tras varios estudios y ejercicios en el país, se diera a conocer que estas marcas no eran detectadas por las personas con limitaciones visuales [23], evento que fue reconocido por el Director del

[22] Disponible en Página Banco Central de la República Dominicana – República Dominicana: <https://www.bancentral.gov.do/notas_bc/2014/10/01/546/banco-central-emite-nueva-familia-de-billetes-2014> [Banco Central emite nueva familia de billetes 2014] [Citado octubre 1 de 2014]

[23] Disponible en Página diario Diario Libre – República Dominicana: <<https://www.diariolibre.com/noticias/ciegos-no-detectan-marcas-para-no-videntes-en-billetes-dominicanos-JKDL57781>> [Ciegos no detectan marcas para no videntes en billetes dominicanos] [Citado abril 23 de 2014]

Departamento de Emisión y Custodia del Banco Central, el Lic. Ramírez [24], quien indicó: “En la actualidad, en el Banco Central hemos notado que en los billetes en circulación, la marca para los no videntes ha presentado un ligero desgaste (por su uso) lo que podría generar a las personas no videntes o de poca visión, dificultad para su percepción”, y así mismo dio a conocer que “No obstante, en la fabricación de los billetes que estarán llegando en este año y en futuras impresiones hemos reforzado con el máximo relieve posible dichos símbolos, e incorporado nuevas características, las cuales contribuirán a la fácil identificación de las diferentes denominaciones”, haciendo referencia a la sexta familia de billetes.

Marcas para ciegos en billetes dominicanos



En base a las sugerencias recogidas por el Banco Central de la República Dominicana, se determinó que cada papeleta tenga una figura diferente con la finalidad de que las personas con discapacidad visual parcial o total puedan distinguir un billete de otro.

Figura 26: Billetes Dominicanos con Resalte en Marca para Personas con Diversidad Visual
Banco Central de la Republica Dominicana

En busca de brindar más herramientas, el Banco Central de la República Dominicana [25], en 2015, hizo lanzamiento de aplicación móvil en dispositivos iOS y Android, bajo la premisa de continuar con el compromiso de la sociedad dominicana; dicha aplicación es gratuita y se encuentra en las tiendas online de dichos sistemas operativos bajo el nombre de “IABRD”.

[24] LIC. RAMÍREZ RAMÍREZ, Samuel, Director departamento emisión y Custodia Banco Central de la República Dominicana: <<https://www.diariolibre.com/noticias/ciegos-no-detectan-marcas-para-no-videntes-en-billetes-dominicanos-JKDL577781>>

[25] Disponible en Página Banco Central de la República Dominicana – República Dominicana: <https://www.bancentral.gov.do/notas_bc/2014/10/01/546/banco-central-emite-nueva-familia-de-billetes-2014> [Banco Central lanza una aplicación de lectura de billetes para no videntes] [Citado diciembre 2 de 2015]

2.2.2.5. Colombia

Por supuesto en nuestro país, el tema también se ha manejado y tocado en diversas maneras, pues para antes de 2010 se manejaba, el sistema mencionado anteriormente de impresión de símbolos para la identificación de los billetes.



*Figura 27: Billetes Colombianos con Resalte en Marca para Personas con Diversidad Visual
Banco de la Republica de Colombia*

A finales de 2010 BRC (Banco de la República de Colombia, en la búsqueda de dar cumplimiento a sus funciones misionales incluyentes “cumplir con estos retos en el uso de nuestro papel moneda, el Banco realizó la incorporación de señales en sistema braille a nuestros billetes, lo que ha permitido contar con un elemento adicional para la identificación de los mismos por parte de personas con limitaciones visuales. La adición de una marca legible, pero manteniendo el diseño y tamaño y demás características de los billetes actuales, se hizo a través de la un elemento en alto relieve, en sistema braille, que comenzó a ser incorporado a los billetes desde finales de 2010 y que ha contribuido a facilitar la diferenciación de las denominaciones por parte de las personas discapacitadas visualmente” [26], esta inclusión se generó desde la emisión del billete de más alta denominación en este momento el billete de \$50.000, y se fue incorporando

[26] Disponible en Página Banco de la República de Colombia – Colombia:
<<http://www.banrep.gov.co/es/node/31529>> [Marca táctil en los billetes]

en las demás denominaciones, para cada una se presentó una ubicación específica de acuerdo a la denominación de cada billete; para esta generación de billetes tenían en relación las mismas dimensiones [27] pues los billetes de \$1.000 y \$2.000, eran de 130 x 65mm, mientras que los billetes de denominaciones más altas de \$5.000 a \$50.000 contaban con dimensiones de 140 x 70mm.



Figura 28: Billetes Colombianos con Muestra en Marca Braille para Personas con Diversidad Visual Banco de la Republica de Colombia

A partir de 2016, se inicia la circulación de una nueva familia de billetes, esta llega al país “*Para fortalecer su seguridad. En años recientes, países como Brasil, Canadá, Chile, Costa Rica, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Perú, Suecia y el sistema Euro han efectuado cambios en sus billetes. Muchos de los bancos centrales los actualizan cada 10 o 12 años. Los billetes colombianos tienen en promedio 18 años en circulación y no han tenido mayores modificaciones. En Colombia, aunque el índice de falsificación es bajo, la actualización de los billetes permitirá fortalecer su seguridad y mantener la confianza del público en el efectivo*” [28], por otro lado esta nueva familia billetes trae sus beneficios para las personas con diversidad visual, de acuerdo a lo estipulado en comunicado [29]: “*Los billetes*

[27] Disponible en Página Banco de la República de Colombia – Colombia: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/jdu_sep_2015.pdf> [Nueva Familia de Billetes] [Pág. 30] [Citado septiembre 25 de 2015]

[28] Disponible en Página Banco de la República de Colombia – Colombia: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/sala_prensa/comunicados/adjuntos/comunicado_sep_25_2015.pdf> [Nueva Familia de Billetes – Comunicado de Prensa] [Pág. 2] [Citado septiembre 25 de 2015]

[29] Disponible en Página Banco de la República de Colombia – Colombia: <http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/sala_prensa/comunicados/adjuntos/comunicado_sep_25_2015.pdf> [Nueva Familia de Billetes – Comunicado de Prensa] [Pág. 3] [Citado septiembre 25 de 2015]

<http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/sala_prensa/comunicados/adjuntos/comunicado_sep_25_2015.pdf> [Nueva Familia de Billetes – Comunicado de Prensa] [Pág. 29] [Citado septiembre 25 de 2015]

de la nueva familia tendrán características comunes. Incorporarán tintas e hilos de seguridad de colores intensos con efectos de cambio de color y movimiento que facilitarán su identificación. También se atenderán con mayor efectividad las necesidades de personas con limitación visual, gracias a la diferenciación de tamaños en las denominaciones y a la incorporación de elementos táctiles”.

Dicha diferenciación de tamaños se caracteriza por tener un sistema dimensional parecido a los Euros, en donde los billetes de más baja denominación serán los más pequeños e irán creciendo de acuerdo a la denominación, para nuestro caso los tamaños asignados por denominación son [27]: de alto todos medirán 66mm, sin embargo de ancho como se mencionó anteriormente irán de manera ascendente de acuerdo a sus denominaciones así, \$2.000 128x66mm, \$5.000 133x66mm, \$10.000 138x66mm, \$20.000 143x66mm, \$50.000 148x66mm y \$100.000 153x66mm.



Figura 28: Billetes Colombianos Nueva Familia de Billetes Banco de la Republica de Colombia

A esta nueva familia de billetes, aunque ya el INCI y BRC han soportado con tablilla similar a la utilizada en Mexico y Chile, en la entrevista realizada a 3 personas con diversidad visual (Anexo 1), indican tener dificultades con este generación del papel monea.

[27] Disponible en Página Banco de la República de Colombia – Colombia:
<http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/jdu_sep_2015.pdf> [Nueva Familia de Billetes] [Pág. 30] [Citado septiembre 25 de 2015]
<<http://www.banrep.gov.co/es/nueva-familia-billetes-preguntas>> [Preguntas y respuestas - Nueva familia de billetes] [Lit. 7]

2.2.3. Marco referencial

En el mundo en el que nos desenvolvemos actualmente el dinero hace parte primordial para la subsistencia por tal motivo debe ser de fácil acceso y uso para cualquier tipo de persona; sin importar la circunstancia todos debemos tener la posibilidad de conocer nuestro dinero saber que billete estamos entregando y así mismo que dinero estamos recibiendo.

"Cuando me dan vueltas en el bus, por ejemplo, debo confirmar con alguien ajeno al conductor el valor de los billetes que me da" [30]. Podemos hallar una investigación que se ha llevado a cabo por medio de un grupo de estudiantes de la Universidad Del Bosque con apoyo del INCI en el cual ingenieros dicen: *"El objetivo es facilitar el desempeño de los invidentes en su vida laboral"; como explica Mafla.* [31]

Esta es una problemática que se ha presentado desde varios siglos atrás, y aunque en varias naciones han buscado dar soluciones a esta problemática, esta sigue latente, pues uno de los principales problemas se encuentra en la ruptura y desgaste de los billetes lo cual dificultara un reconocimiento efectivo de los mismos; tal es el caso de los billetes Chilenos y que en efecto se presentaran en cual país, pues con el uso constante del dinero y el pase por infinidad de manos aportan a su deterioro lo cual genera un inconveniente en esa regulación de recolecta de estos billetes en estado de deterioro, algunos de los comentarios en Chile han sido, "Gracias a la impresión especial de líneas en una de sus esquinas, los billetes chilenos de mil, cinco mil y diez mil pesos quedaron listos para ser usados por las personas que tienen discapacidades visuales, vale decir, desde quienes tienen muy mala vista hasta ciegos" [32] a lo cual también se anexa *"El instituto emisor dio a conocer que antes de adoptar esta modificación en los billetes, se estudió la experiencia internacional sobre marcas táctiles, encontrándose 22 países que las utilizan. Entre ellas se cuentan Suiza, Singapur e Israel, que emplean elementos similares a los incorporados a los billetes chilenos. Con el cambio realizado, todos los billetes chilenos cuentan con marcas de reconocimiento especiales en la misma ubicación y con un tacto similar."*[32]

[30] Disponible en Página Diario EL TIEMPO – Colombia:

<<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4325124>> [Crean detector sonoro de billetes para ciegos en Universidad del Bosque] [Citado junio 19 de 2008]

[31]MAFLA, Héctor, Ing. Área desarrollo INCI:

<<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4325124>> [Crean detector sonoro de billetes para ciegos en Universidad del Bosque]

[32] Disponible en Página Web Banco Bancafacil Chile:

<<http://www.bancafacil.cl/bancafacil/servlet/Contenido?indice=1.2.1&idPublicacion=400000000000105&idCategoria=1>> [¿Cómo son los nuevos billetes para ciegos?]

2.2.4. Teoría Referencial Ingenieril

El reconocimiento de patrones juega un papel importante en el desarrollo de este proyecto, ya que al tratarse de un trabajo orientado a personas con diversidad visual, es necesario que este proceso sea lo más exacto posible, es por esto que es importante se generen al momento de la codificación una correcta reducción de las dimensiones de los billetes, su completa digitalización, y compresión, así como la eliminación de información redundante como los seriales de los billetes que claramente variarían entre uno y otro, su captura en colores reales (las mismas condiciones de los billetes), así como la configuración específica a cada interpretación a generar, ya que el reconocimiento de patrones se basa en un conjunto de características de una imagen, se ha definido un reconocimiento de patrones topológico de acuerdo a las características con que cuentan los billetes locales, como los espacios entre imágenes, las imágenes mismas, los textos y su ubicación vectorial, entre otras; por otro lado la clasificación de resultados se ejecutara mediante la clasificación estadística o teoría de la decisión o supervisada, basándose en las características estadísticas de los patrones, en otras palabras arrojará resultados de acuerdo a la mayor cantidad de similitudes halladas en la imagen analizada versus los registros.

2.2.4.1. Terminología

2.1.4.1.1. Ingeniería

De acuerdo a su definición por la RAE (Real Academia Española), "Conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial", de acuerdo a esta definición y con ese fundamento que desde un principio se nos inculco en donde la ingeniería parte de ese ingenio para resolver y solucionar problemas en diferentes situaciones y en cualquier área, haciendo uso de un amplio conocimiento a fin de aplicarlo de la mejor manera en nuestro diario vivir, contando con facultades únicas de manera independiente así como en conjunto tales como el diseño, la organización, la estructura, la investigación, construcción, producción, desarrollo, administración, mercadeo entre muchas más.

La ingeniería cuenta con varias ramas y entre ellas especializaciones propias, ramas como lo son Ingeniería de sistemas, Ingeniería Industrial, ingeniería Ambiental, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química, Ingeniería Civil, Ingeniería Biomédica, Ingeniería Aeroespacial, entre muchas otras más, estando todas

correlacionadas con esa imaginación e intelecto que el ingeniero profesional aplica para su ejecución.

2.1.4.1.2. Ingeniero

De acuerdo a lo definido por la RAE (Real Academia Española), “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto” y “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto”; de acuerdo a ello y como complemento a lo explicado en el término anterior, en el profesional de la ingeniería es posible encontrar una serie de virtudes y cualidades en adición a características que se van generando en si poco a poco, llegando a formar a esa persona con meta u objetivo de brindar soluciones o ejecución de objetivos.

2.1.4.1.3. Sistema

de acuerdo a su definición por la RAE (Real Academia Española), “Conjunto de cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objeto”, lo cual en complemento a nuestra carrera profesional, un sistema es ese conjunto de cosas que entrelazadas conforman un todo, y en adición a la ingeniera es lo que podríamos denominar la ingeniería del todo, partiendo del hecho de que con nuestras bases y conocimientos podemos llegar a aportar en cualquier campo, dando soluciones en los diferentes sistemas de los distintos campos en que nos desempeñemos.

2.1.4.1.4. Procesamiento de Imágenes

De acuerdo a su definición por la Biblioteca Digital del ILCE (Instituto latinoamericano de la Comunicación Educativa), “*Tiene como objetivo mejorar el aspecto de las imágenes y hacer más evidentes en ellas ciertos detalles que se desean hacer notar*” y la definición dada por VicomTech (Visual Interaction & Communication Technologies), “El procesamiento, el análisis y la interpretación de imágenes es un campo de especialización muy importante de la visión artificial, que hace posible que un ordenador procese imágenes o fotografías bidimensionales (aisladas o bien conectadas en secuencias dinámicas o temporales)”... “cuya finalidad es procesar, comprender y descifrar características o rastrear objetos, con un objetivo claro, en una imagen o una secuencia de imágenes de vídeo.”, conceptos más que indispensables en el

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

desarrollo de este proyecto ya que con un fundamento de visión artificial para el reconocimiento y procesamiento de imágenes, para obtener un resultado de salida para la población a quien está dirigido.

2.1.4.1.5. Android

de acuerdo a su definición en web Software de comunicación, “es un nuevo conjunto de herramientas de software de código abierto para teléfonos móviles que fueron creadas por Google y Open Handset Alliance”, “es un sistema operativo del móvil que utiliza una versión modificada del kernel de Linux.”, es el sistema operativo y tecnología en que se basa el desarrollo del proyecto por sus diferentes bondades entre ellas la principal, el manejo de código abierto.

3. CONCLUSIONES

- ✓ Aunque se cumplió con lo esperado en los resultados e hipótesis de este trabajo de investigación y propuesta en prototipo, así como la necesidad de un dispositivo de reconocimiento de billetes para personas con diversidad visual, en entrevista y pruebas con ellos se evidencia y determina que para ser un prototipo inicial cumple con sus expectativas (Ver Anexo 1), sin embargo por las condiciones del aplicativo y su situación tanto física como económica se recomienda sea un dispositivo independiente a un teléfono celular.
- ✓ Tras la investigación se infiere, la importancia y necesidad de que el tema se siga trabajando y profundizando, ya que de acuerdo las cifras y estudios aquí mencionados revelan un aumento de en la prevalencia de patologías de diversidad visual, lo cual nos puede indicar que con el paso de las generaciones se incrementara la tasa de personas con limitaciones visuales.
- ✓ Pese a cumplir las expectativas, en pruebas se denota la importancia de un proyecto de este tipo; sin embargo por cuestiones económicas y sociales en especial en la parte de seguridad, se sugiere que la realización no se ejecute en dispositivos móviles (celulares).

4. RECOMENDACIONES

- ✓ Para la correcta utilización de aplicación móvil, se sugiere que esta se haga en dispositivos de gama alta y de muy buena calidad, ya que por las condiciones y características de la aplicación, el consumo de recursos es alto y se puede incurrir en sobrecalentamiento del dispositivo y bloqueo del mismo.
- ✓ La aplicación está diseñada únicamente para el reconocimiento e identificación de billetes, por tanto nos e recomienda se utilice con fines diferentes a estos, como identificación de legitimidad del papel moneda, ya que su configuración no cuenta con dichos recursos y se puede incurrir en errores.
- ✓ Por la cantidad de recursos que consume la aplicación, y el cambio que nos encontramos realizando frente a la generación de billetes, el aplicativo solo cuenta con la configuración para la nueva familia de billetes.
- ✓ Con un amplio campo de investigación para personas con diversidad visual, es viable continuar un programa de investigación y mejoramiento de prototipo y propuesta, a fin de llegar a generar un dispositivo que cumpla por completo las expectativas y necesidades de este grupo de personas, mejorando de manera más evidente su calidad de vida.
- ✓ En caso de retomar el proyecto y querer realizar modificaciones o cambio total o parcialmente, se sugiere esto se realice en dispositivos independientes a celular o semejantes, lo anterior debido a las condiciones socioeconómicas que viven estas personas, constancia de dicha recomendación se basa en anexo 1.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ Ley 1618 de 2013, Republica de Colombia:
<http://wsp.presidencia.gov.co/Normativa/Leyes/Documents/2013/LEY%201618%20DEL%2027%20DE%20FEBRERO%20DE%202013.pdf>
- ✓ Conceptos Informativos Discapacidad Visual Página Organización Mundial de la Salud:
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs282/es/>
- ✓ Clasificación Estadística Internacional de enfermedades y problemas relacionados con la salud – Decima Revisión – Volumen 1 [Pág. 436]:
<http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/6282/Volume1.pdf?sequence=1>
- ✓ Guía de Apoyo Técnico-Pedagógico: Necesidades Educativas Especiales en el Nivel de Educación Parvularia [Pág. 7] - Ministerio de Educación - Chile:
<http://especial.mineduc.cl/wp-content/uploads/sites/31/2016/08/GuiaVisual.pdf>
- ✓ Estudio: Análisis de Situación Visual en Colombia 2016
<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/asis-salud-visual-colombia-2016.pdf>
- ✓ Artículo: 80% del Total Mundial de los Casos de Discapacidad Visual se Podrían Evitar o Curar:
<http://www.mineducacion.gov.co/cvn/1665/w3-article-333996.html>
- ✓ Artículo: Colombia tiene 1,14 millones de personas con problemas visuales:
<http://www.elpais.com.co/colombia/tiene-1-14-millones-de-personas-con-problemas-visuales.html>
- ✓ Artículo: Primer estudio que revela la situación de salud visual en todas las regiones de Colombia:
http://www.lasalle.edu.co/wps/portal/Home/Principal/LaUniversidad/GaleriadeNoticias/repositorio_general/primer_estudio_morbilidad_visual_en_colombia
- ✓ Artículo: Así es el día a día de un ciego en Colombia] [Citado en enero 16 de 2017:
<http://www.eltiempo.com/cultura/gente/como-sobrevive-una-persona-con-discapacidad-visual-en-colombia-30498>
- ✓ Unidad Monetaria, Subgerencia Cultural del Banco de la República. (2015):
http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/economia/unidades_monetarias
- ✓ Ley 31 de 1992 - Banco de la Republica:
http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/reglamentacion/archivos/ley_31_1992_compendio.pdf

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

✓ Artículo: Las marcas en monedas y billetes para invidentes es: Inclusión:
<http://www.monedasdevenezuela.net/articulos/las-marcas-en-monedas-y-billetes-para-invidentes-es-inclusion/>

✓ Con detalles de seguridad de nuevas monedas y billetes. Editados más de mil trípticos para personas con discapacidad visual – Banco Central de Venezuela:
<http://bcv.org.ve/c4/notasprensa.asp?Codigo=6336&Operacion=2&Sec=False>

✓ Artículo: México emitirá billetes para ciegos:
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1547233>

✓ Artículo: tablilla de billetes para personas con discapacidad visual – Banco de México:
<http://www.banxico.org.mx/billetes-y-monedas/servicios/tablilla-de-billetes-para-personas-con-discapacida/tablilla-billetes-discapacida.html>

✓ Chile Identificador De Billetes Para Personas Con Discapacidad Visual:
<http://www.chileaccesible.cl/2014/05/07/chile-identificador-de-billetes-para-personas-con-discapacidad-visual/>

✓ Banco Central emite nueva familia de billetes 2014 – Banco de la República Dominicana:
https://www.bancentral.gov.do/notas_bc/2014/10/01/546/banco-central-emite-nueva-familia-de-billetes-2014

✓ Artículo: Ciegos no detectan marcas para no videntes en billetes dominicanos:
<https://www.diariolibre.com/noticias/ciegos-no-detectan-marcas-para-no-videntes-en-billetes-dominicanos-JKDL577781>

✓ Artículo: Banco Central lanza una aplicación de lectura de billetes para no videntes:
https://www.bancentral.gov.do/notas_bc/2014/10/01/546/banco-central-emite-nueva-familia-de-billetes-2014

✓ Marca táctil en los billetes – BRC:
<http://www.banrep.gov.co/es/node/31529>

✓ Presentación: Nueva Familia de Billetes - BRC:
http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/jdu_sep_2015.pdf

✓ Nueva Familia de Billetes – Comunicado de Prensa:
http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/sala_prensa/comunicados/adjuntos/comunicado_sep_25_2015.pdf

✓ Preguntas y respuestas - Nueva familia de billetes:
<http://www.banrep.gov.co/es/nueva-familia-billetes-preguntas>

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

✓ Artículo: Crean detector sonoro de billetes para ciegos en Universidad del Bosque: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4325124>

✓ MAFLA, Héctor, *Ing. Área desarrollo INC*, Crean detector sonoro de billetes para ciegos en Universidad del Bosque: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-4325124>

✓ Artículo: Crean la primera app para ciegos que reconoce billetes argentinos y otros objetos: <http://www.redusers.com/noticias/crean-la-primera-app-para-ciegos-que-reconoce-billetes-argentinos-y-otros-objetos/>

✓ Artículo: Argentinos crean un detector de billetes para ciegos: <http://diariohoy.net/interes-general/argentinos-crean-un-detector-de-billetes-para-ciegos-58700>

✓ Artículo: ¿Cómo son los nuevos billetes para ciegos?: <http://www.bancafacil.cl/bancafacil/servlet/Contenido?indice=1.2&idPublicacion=4000000000000105&idCategoria=1>

✓ Características de moneda local en Colombia: <http://www.banrep.gov.co/es/billetes-y-monedas>

✓ Procesamiento de imágenes: http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/084/htm/sec_9.htm

<http://www.vicomtech.org/t1/e7/procesamiento-de-imagenes>

✓ Android:

<https://sites.google.com/site/swcuc3m/home/android/portada>

Anexo 1:

Video

El video correspondiente a la entrevista efectuada a las tres (3) personas con diversidad visual, las pruebas realizadas y sus comentarios, será encontrado en Disco contenedor de proyecto bajo el nombre "Entrevista_Prueba_Proyecto.mp4", es importante al momento de acceder a el video se cuente con software compatible.

Anexo 2:

Aplicativo

El aplicativo prototipo con que se trabajó e hicieron las pruebas pertinentes se encuentra ubicado en Disco contenedor de proyecto bajo el nombre "Lector.apk" y otro bajo el nombre "Lector_100.apk"; en este último solo habrá configurada una imagen de un billete de \$100.000, esto debido a lo explicado en anexo 4; es importante recordar que para su acceso y manipulación es necesario se cuente con un dispositivo Android, que sea compatible con la app y sea un dispositivo de alto rendimiento.

Anexo 3:

Código Aplicativo

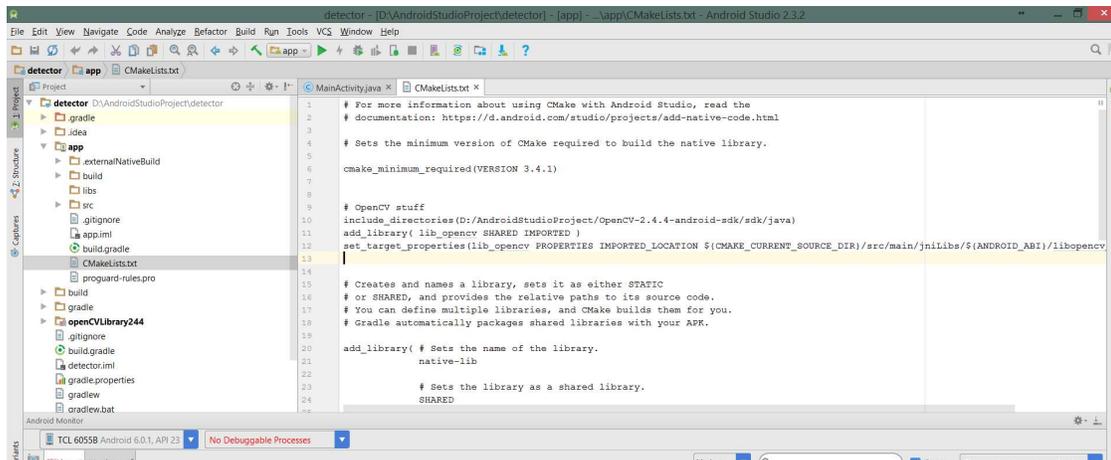
El código del aplicativo y todas sus subcarpetas, serán ubicadas en Disco contenedor de proyecto bajo el nombre en carpeta "Codigo_App"; allí mismo se encontraran las subcarpetas respectivas del proyecto, para acceder a este de manera efectiva es importan contar con OpenCV en su versión 2.4.4.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

Anexo 4:

Como Agregar Más Billetes o Imágenes al Código de La Aplicación de Detección de Patrones

Primero hay que tener en cuenta que la aplicación usa una librería especial que se llama OpenCV en su versión 2.4.4, para que le funcione el código tienen que buscar un archivo que se llama CMakeList.txt, lo van a ver dentro de la carpeta app en el modo de vista de proyecto (Project), como se ve en la imagen.



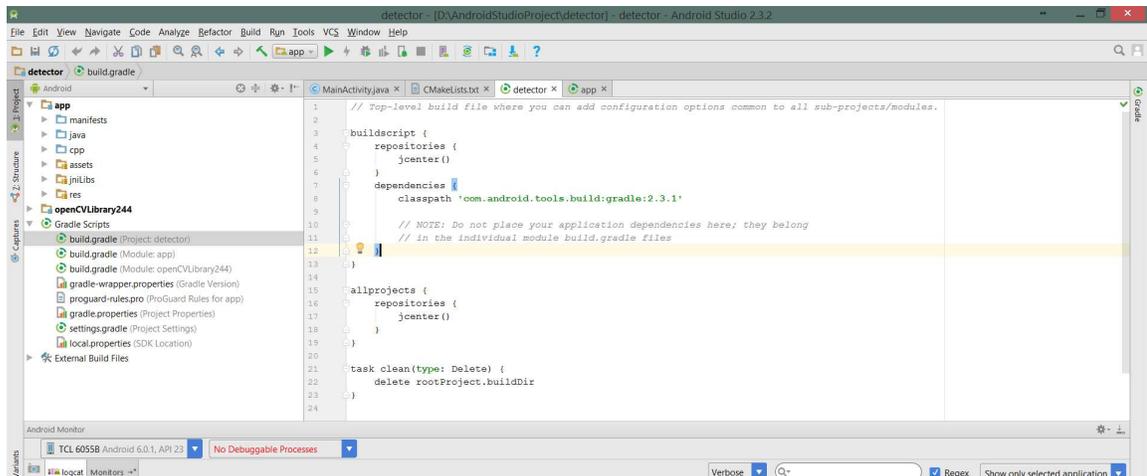
En el párrafo siguiente que se encuentra en el archivo CMakeList.txt que inicia en la línea 9 tienen que modificar la línea 10, `include_directories(D:/AndroidStudioProject/OpenCV-2.4.4-android-sdk/sdk/java)` y cambiar la ruta que esta ahí por la ruta de la librería en el equipo que se va ejecutar el código, sin esto no funciona, tener en cuenta que la ruta debe estar con / y no con \ en los separadores de los directorios.

```
# OpenCV stuff
include_directories(D:/AndroidStudioProject/OpenCV-2.4.4-android-
sdk/sdk/java)
add_library( lib_opencv SHARED IMPORTED )
set_target_properties(lib_opencv PROPERTIES IMPORTED_LOCATION
${CMAKE_CURRENT_SOURCE_DIR}/src/main/jniLibs/${ANDROID_ABI}/libop
encv_java3.so)
```

Esta ruta debe modificarse antes de importar el proyecto a AndroidStudio, de no ser así, el proyecto no funcionara, también es importante tener en cuenta, que el AndroidStudio solicita se actualice el Gradle de la aplicación, **ESTO NO SE DEBE HACER** ya que la librería que se usa solo es compatible con el Gradle actual, y no con la última versión que pone el AndroidStudio cuando se le da actualizar.

Así debe aparecer el Gradle de la aplicación.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android



El Gradel(Module:app) debe tener lo siguiente;
apply plugin: 'com.android.application'

```
android {
    compileSdkVersion 25
    buildToolsVersion "25.0.2"
    defaultConfig {
        applicationId "raphael.br.detector"
        minSdkVersion 21
        targetSdkVersion 25
        versionCode 1
        versionName "1.0"
        testInstrumentationRunner
        "android.support.test.runner.AndroidJUnitRunner"
        externalNativeBuild {
            cmake {
                cppFlags "-frtti -fexceptions"
                abiFilters 'x86', 'armeabi', 'armeabi-v7a', 'mips'
            }
        }
    }
    sourceSets {
        main {
            jniLibs.srcDirs = ['src/main/jniLibs']
        }
    }
    buildTypes {
        release {
            minifyEnabled false
            proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android.txt'),
            'proguard-rules.pro'
        }
    }
    externalNativeBuild {
        cmake {
            path "CMakeLists.txt"
        }
    }
}
```

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

```
}  
}  
}
```

```
dependencies {  
    compile fileTree(include: ["*.jar"], dir: 'libs')  
    androidTestCompile('com.android.support.test.espresso:espresso-  
core:2.2.2', {  
        exclude group: 'com.android.support', module: 'support-annotations'  
    })  
    compile 'com.android.support:appcompat-v7:25.3.1'  
    compile 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.0.2'  
    testCompile 'junit:junit:4.12'  
    compile project(':openCVLibrary244')  
}
```

Y el Gradle(Module:OpenCVLibrary244) de la librería debe estar así:

```
apply plugin: 'com.android.library'
```

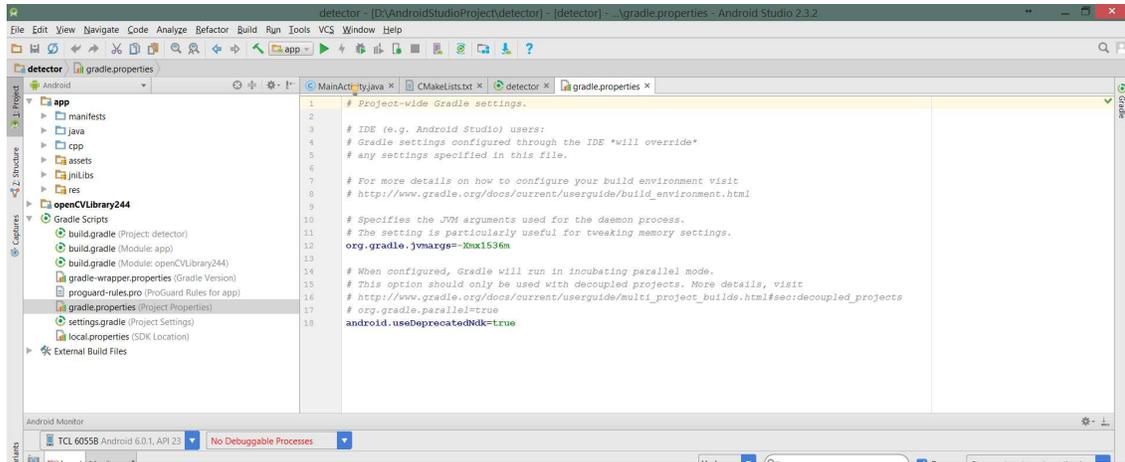
```
android {  
    compileSdkVersion 11  
    buildToolsVersion "25.0.0"
```

```
    defaultConfig {  
        minSdkVersion 8  
        targetSdkVersion 8  
    }
```

```
    buildTypes {  
        release {  
            minifyEnabled false  
            proguardFiles getDefaultProguardFile('proguard-android.txt'),  
'proguard-rules.txt'  
        }  
    }  
}
```

gradle.properties debe estar así:

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android



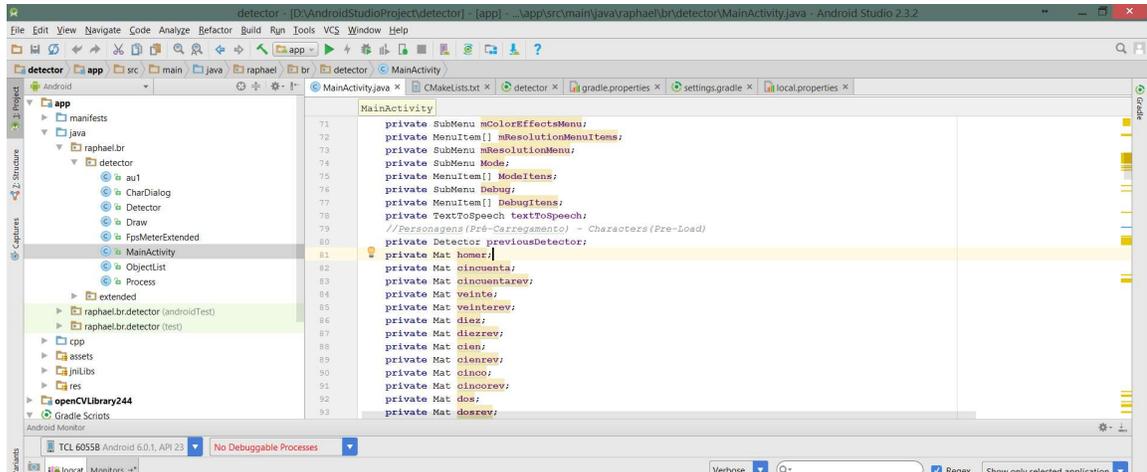
local.properties debe cambiar según el equipo en que se implemente el código; en este caso es:

```
## This file is automatically generated by Android Studio.
# Do not modify this file -- YOUR CHANGES WILL BE ERASED!
#
# This file must *NOT* be checked into Version Control Systems,
# as it contains information specific to your local configuration.
#
# Location of the SDK. This is only used by Gradle.
# For customization when using a Version Control System, please read the
# header note.
#Sun May 21 11:37:40 COT 2017
ndk.dir=D:\\AndroidSdk\\ndk-bundle
sdk.dir=D:\\Sdk
```

Pero los parámetros **ndk.dir** y **sdk.dir** cambian según el equipo donde se utilice.

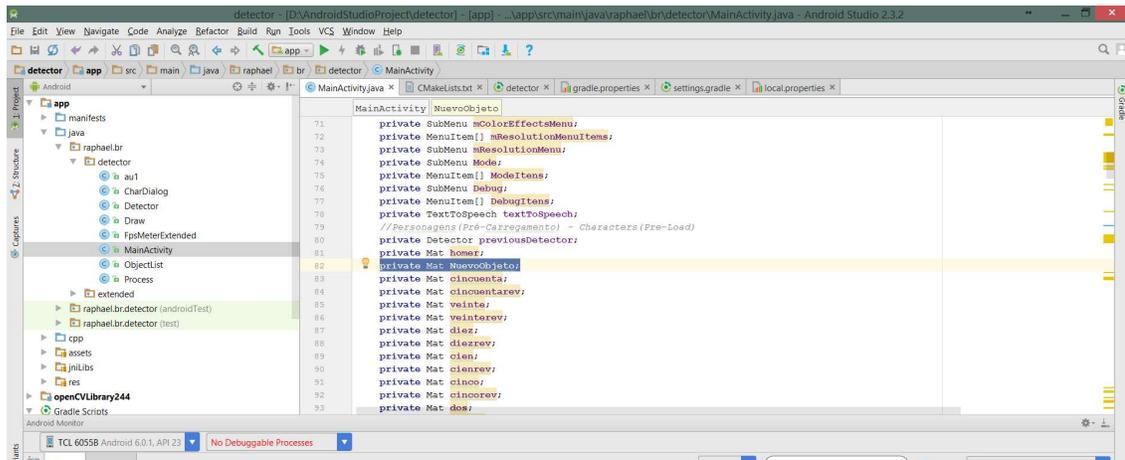
Una vez se haya hecho esto, el proyecto debe funcionar correctamente. Ahora la única parte donde se programa la detección de imágenes o detección de patrones es en la clase a partir de la línea 81 se definen los objetos que van a recibir las imágenes y de la aplicación y van a ser comparadas con lo que la cámara vea, el objeto principal es de tipo Mat, el primer objeto es **private Mat homer**; es una imagen que se uso de pruebas el código está basado en un ejercicio.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android



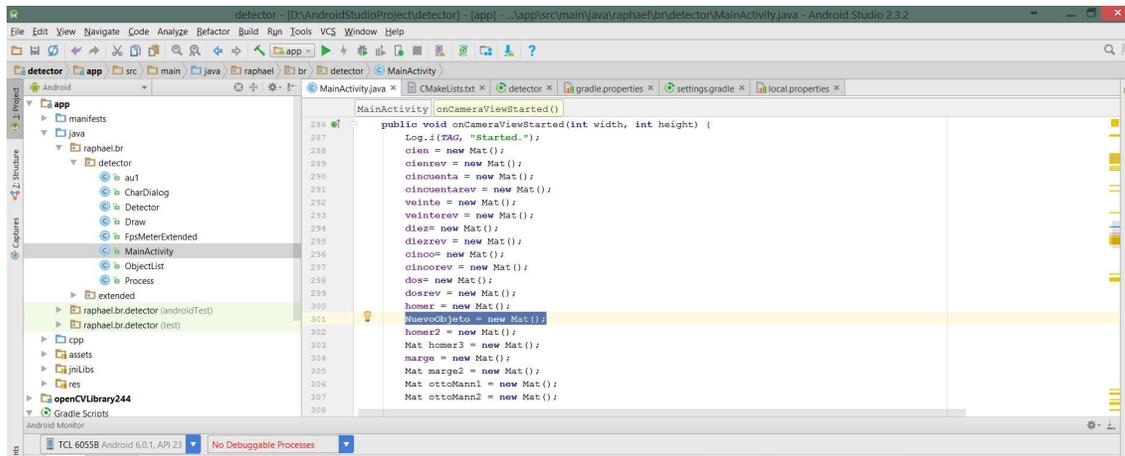
```
71 private SubMenu mColorEffectsMenu;
72 private MenuItem[] mResolutionMenuItems;
73 private SubMenu mResolutionSubMenu;
74 private SubMenu Mode;
75 private MenuItem[] ModeItems;
76 private SubMenu Debug;
77 private MenuItem[] DebugItems;
78 private TextToSpeech textToSpeech;
79 //Personagens (Pê-Carragemento) - Chazadores (Pê-Load)
80 private Detector previousDetector;
81 private Mat homer;
82 private Mat cincuenta;
83 private Mat cincuentaRev;
84 private Mat veinte;
85 private Mat veinteRev;
86 private Mat diez;
87 private Mat diezRev;
88 private Mat cien;
89 private Mat cienRev;
90 private Mat cinco;
91 private Mat cincoRev;
92 private Mat dos;
93 private Mat dosRev;
```

Si se desea agregar otro objeto que detecte la cámara, se crea otra variable, y se le pone el nombre que se quiere, ej: **private Mat NuevoObjeto**;



```
71 private SubMenu mColorEffectsMenu;
72 private MenuItem[] mResolutionMenuItems;
73 private SubMenu mResolutionSubMenu;
74 private SubMenu Mode;
75 private MenuItem[] ModeItems;
76 private SubMenu Debug;
77 private MenuItem[] DebugItems;
78 private TextToSpeech textToSpeech;
79 //Personagens (Pê-Carragemento) - Chazadores (Pê-Load)
80 private Detector previousDetector;
81 private Mat homer;
82 private Mat NuevoObjeto;
83 private Mat cincuenta;
84 private Mat cincuentaRev;
85 private Mat veinte;
86 private Mat veinteRev;
87 private Mat diez;
88 private Mat diezRev;
89 private Mat cien;
90 private Mat cienRev;
91 private Mat cinco;
92 private Mat cincoRev;
93 private Mat dos;
94 private Mat dosRev;
```

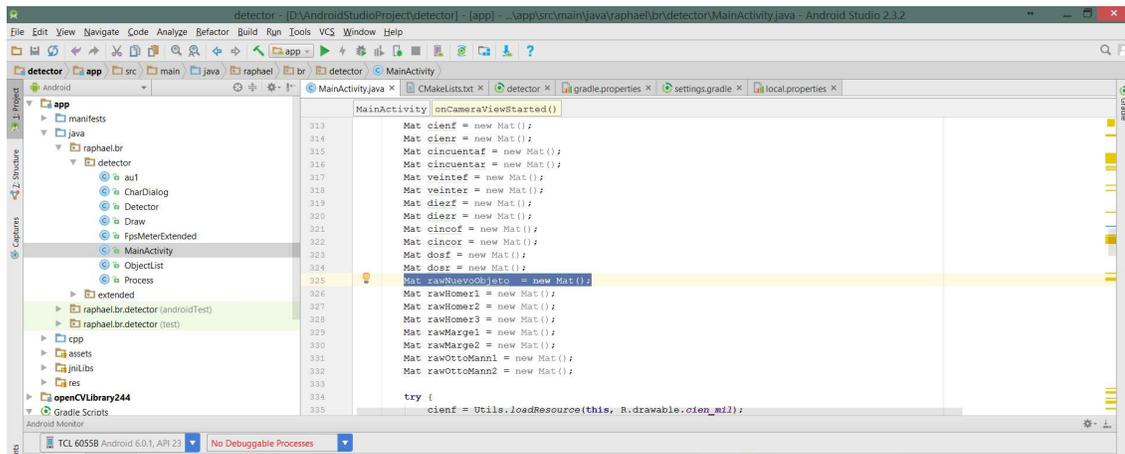
Luego se va al método **public void onCameraViewStarted** que es el método que se ejecuta cuando se inicia el uso de la cámara en la aplicación, ahí se inicializa el objeto de tipo Mat así **NuevoObjeto = new Mat()**;



```
286 public void onCameraViewStarted(int width, int height) {
287     Log.i(TAG, "Started.");
288     cien = new Mat();
289     cincuenta = new Mat();
290     cincuentaRev = new Mat();
291     cincuentaRev = new Mat();
292     veinte = new Mat();
293     veinteRev = new Mat();
294     diez = new Mat();
295     diezRev = new Mat();
296     cinco = new Mat();
297     cincoRev = new Mat();
298     dos = new Mat();
299     dosRev = new Mat();
300     homer = new Mat();
301     NuevoObjeto = new Mat();
302     homer2 = new Mat();
303     Mat homer3 = new Mat();
304     marge = new Mat();
305     Mat marge2 = new Mat();
306     Mat ottoMann1 = new Mat();
307     Mat ottoMann2 = new Mat();
308 }
```

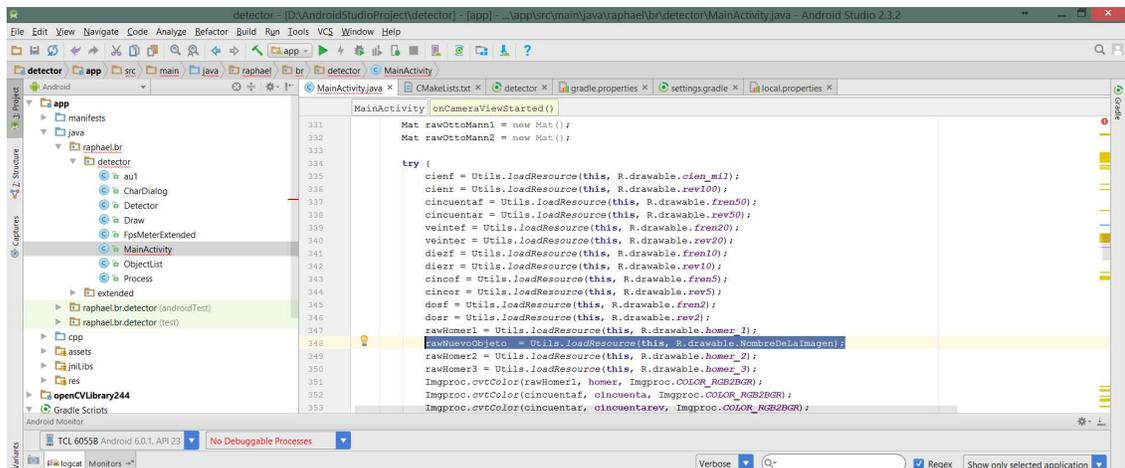
Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

Luego se crea una variable temporal a ese objeto en el mismo método, `Mat rawNuevoObjeto = new Mat();`



```
313 Mat cienf = new Mat();
314 Mat cienr = new Mat();
315 Mat cincuenta = new Mat();
316 Mat cincuenta = new Mat();
317 Mat veintef = new Mat();
318 Mat veinter = new Mat();
319 Mat diez = new Mat();
320 Mat diezr = new Mat();
321 Mat cinc = new Mat();
322 Mat cincor = new Mat();
323 Mat dos = new Mat();
324 Mat dosr = new Mat();
325 Mat rawNuevoObjeto = new Mat();
326 Mat rawHomer1 = new Mat();
327 Mat rawHomer2 = new Mat();
328 Mat rawHomer3 = new Mat();
329 Mat rawHarge1 = new Mat();
330 Mat rawHarge2 = new Mat();
331 Mat rawOttoMann1 = new Mat();
332 Mat rawOttoMann2 = new Mat();
333
334 try {
335     cienf = Utils.loadResource(this, R.drawable.cien_ml);
```

Luego dentro en el try que hay en ese mismo método, unas líneas más abajo de donde se declaran las variables temporales, se carga en dichas variables temporales las imágenes con las que se va a comparar lo que se reciba de la cámara y detectar los patrones más adelante, esto se hace con la línea, `rawNuevoObjeto = Utils.loadResource(this, R.drawable.NombreDeLalmagen);`



```
331 Mat rawOttoMann1 = new Mat();
332 Mat rawOttoMann2 = new Mat();
333
334 try {
335     cienf = Utils.loadResource(this, R.drawable.cien_ml);
336     cienr = Utils.loadResource(this, R.drawable.rev100);
337     cincuenta = Utils.loadResource(this, R.drawable.fren50);
338     cincuenta = Utils.loadResource(this, R.drawable.fren50);
339     veintef = Utils.loadResource(this, R.drawable.fren20);
340     veinter = Utils.loadResource(this, R.drawable.rev20);
341     diez = Utils.loadResource(this, R.drawable.fren10);
342     diezr = Utils.loadResource(this, R.drawable.rev10);
343     cinc = Utils.loadResource(this, R.drawable.fren5);
344     cincor = Utils.loadResource(this, R.drawable.rev5);
345     dos = Utils.loadResource(this, R.drawable.fren2);
346     dosr = Utils.loadResource(this, R.drawable.rev2);
347     rawHomer1 = Utils.loadResource(this, R.drawable.homer_1);
348     rawNuevoObjeto = Utils.loadResource(this, R.drawable.NombreDeLalmagen);
349     rawHomer2 = Utils.loadResource(this, R.drawable.homer_2);
350     rawHomer3 = Utils.loadResource(this, R.drawable.homer_3);
351     Imgproc.cvtColor(homer, Imgproc.COLOR_RGB2BGR);
352     Imgproc.cvtColor(cincuenta, cincuenta, Imgproc.COLOR_RGB2BGR);
353     Imgproc.cvtColor(cincuenta, cincuenta, Imgproc.COLOR_RGB2BGR);
```

Luego con un objeto importado de la librería OpenCV, el cual es `import org.opencv.imgproc.Imgproc;` se convierte el color de un espectro de color a otro, y dejamos el resultado de esa conversión en la variable local, `Imgproc.cvtColor(rawNuevoObjeto, NuevoObjeto, Imgproc.COLOR_RGB2BGR);`

Luego se agrega a una lista de tipo Mat definida como `private List<Mat> preLoadedImages;` del siguiente modo `preLoadedImages.add(NuevoObjeto);` //19 como se puede ver, ahí hay un 19 documentado en el código, ya que es la posición que ocupa en la lista y va a ser un factor importante para poder identificar la imagen posteriormente.

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

Luego se va al método **public** Mat onCameraFrame que es el encargado de procesar la imagen que recibe la cámara en tiempo real, este método se ejecuta en cada instante que la cámara recibe imagen, dentro de él hay un **if**(ModeValue.equals("Parallel")) dentro de él se programa la detección de patrones mediante hilos, este es el que indica que se encontró una imagen, un ejemplo es el del billete de dos mil, ej:

```
Thread dosmil = new Thread(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        Detector SD = new Detector();
        SD setFrame(resp);

        SD.ProcessFrame();
        if ( SD.Process( previousDetector.getDescriptors().get(17), "Dos Mil")
            || SD.Process( previousDetector.getDescriptors().get(18), "Dos
Mil")){
            DetectedChars[17] = true;
            DetectedChars[18] = true;
            Message m = new Message();
            m.what=8;
            m.obj=SD.getGood();
            mainHandler.sendMessage(m);
        }
        //SD.Debug();
    }
}, "dosmil");
if((getThreadByName("dosmil") == null) && !DetectedChars[18] ){
    dosmil.start();
}
```

ese método es para cada objeto que se desea detectar con la cámara, en el **if** (SD.Process(previousDetector.getDescriptors().get(17), "Dos Mil") || SD.Process(previousDetector.getDescriptors().get(18), "Dos Mil")) la app evalúa si la imagen recibida por la cámara es la que misma que tiene programada en las posiciones 17 y 18, en el caso de nuestro nuevo objeto deberíamos preguntar por la posición 19, y quedaría el hilo programado así:

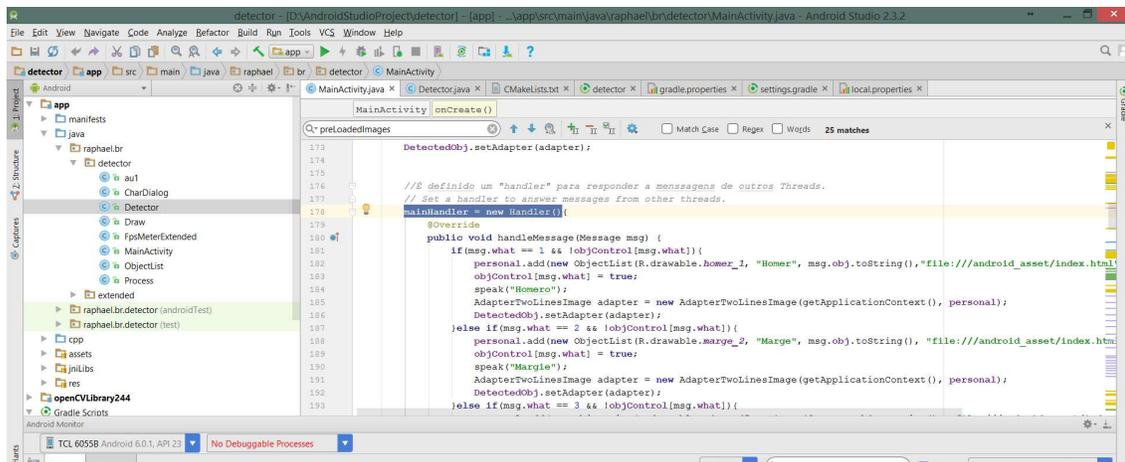
```
Thread HiloNuevoObjeto = new Thread(new Runnable() {
    @Override
    public void run() {
        Detector SD = new Detector();
        SD setFrame(resp);

        SD.ProcessFrame();
        if ( SD.Process( previousDetector.getDescriptors().get(17),
"nuevoObjeto")){
            DetectedChars[19] = true;
        }
    }
}
```

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

```
Message m = new Message();
m.what=9; //este mensaje es el que indica que objeto se detecto es
importante para cada objeto es un mensaje diferente
m.obj=SD.getGood();
mainHandler.sendMessage(m);
}
//SD.Debug();
}
}, "nuevoObjeto");
if((getThreadByName("nuevoObjeto ") == null) && !DetectedChars[19]){
HiloNuevoObjeto.start();
}
```

Luego de esto, en el metodo **public void onCreate** se va a donde este ubicado este objeto **mainHandler = new Handler()**



Y en **public void handleMessage(Message msg)** en ese metodo se agrega un else if, como el siguiente:

```
else if(msg.what == 9 && !objControl[msg.what]){
personal.add(new ObjectList(R.drawable.NombreImageNuevoObjeto,
"Nombre Nuevo Objeto", msg.obj.toString(),
"file:///android_asset/index.html"));
objControl[msg.what] = true;
speak("Nuevo Objeto Detectado"); //este metodo es para que hable el
celular y lea el String que tiene en este caso es "Nuevo Objeto Detectado"
AdapterTwoLinesImage adapter = new
AdapterTwoLinesImage(getApplicationContext(), personal);
DetectedObj.setAdapter(adapter);
}
```

como el msg que se programó en el hilo fue el número 9 en el else if pregunta el mensaje si es 9 si sí es el ese, valida si el mensaje no existe en la lista objControl, este objeto se limpia con el botón limpiar lista en la aplicación, si se desea ignorar esto y que no limite la cantidad de veces que se detecta la

Desarrollo de una aplicación para reconocimiento de billetes por medio de procesamiento de imágenes para personas con diversidad visual basada en tecnología Android

imagen a 1, se quita `&& !objControl[msg.what]` del if y los else if, eso es decisión de quien vaya a usar el código, en este caso se entrega así ya que se trata de un prototipo.

Es importante se tenga en cuenta que la aplicación consume muchos recursos, tiene que usarse con un celular gama alta y bueno, como un Samsung, sony o htc puesto que exige mucho del procesador, y entre más imágenes se le programen más recursos consume.

Anexo 5:

MANUAL USUARIO DETECTOR DE BILLETES

CRISTHIAN CAMILO GAYON BERNAL
UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D.C.
2017

INDICE

1. Introducción.....	3
2. Descripción App.....	3
3. Instalación de Aplicativo.....	3
4. Uso Aplicativo.....	4

1. Introducción

El DETECTOR DE BILLETES es un aplicativo con el que se puede verificar el valor de los billetes colombianos de la nueva familia, en circulación desde 2016. Este aplicativo no dispone de un módulo de voz propio, más si se apoya de los sistemas y voces ya integradas en el Smartphone, lo cual posibilita su uso a personas con diversidad visual o limitaciones visuales, las respuestas auditivas pueden ser utilizadas en el altavoz del Smartphone o por medio de sus auriculares.

La aplicación no debe ser utilizada para fines de reconocimiento de legitimidad de billetes, ya que no cuenta con este módulo, y el uso con tales fines puede generar errores.

2. Descripción App

El aplicativo se basa en procesos de reconocimiento de patrones, por tanto sus respuestas serán determinadas de acuerdo a las formas, colores entre otras condiciones de las imágenes que sean capturadas por el dispositivo con que se utilice. Esto quiere decir que el usuario deberá enfocar lo mejor posible el billete a reconocer ante la cámara para su captura.

3. Instalación de Aplicativo

Al tratarse de un aplicativo que nos e encuentra en la tienda Android Play Store, es necesario se realice la configuración pertinente para su correcta y efectiva instalación; para ello es necesario se permita la instalación de Orígenes Desconocidos.

Para ello, es necesario dentro del dispositivo dirigirse al módulo de configuración usualmente identificado con el icono: .

En seguida, dirigirse al módulo de bloqueo y seguridad, el cual se identifica con el icono: .

En el módulo se debe seleccionar la opción “orígenes desconocidos”, la cual debe aparecer o con un check para marcar  o con un botón de activar  o desactivar .

(Los pasos de activación de Orígenes desconocidos se han descrito de acuerdo a un dispositivo Samsung, la ruta y/o iconos puede variar de acuerdo al tipo de celular o versión de Android)

Al haber activado los orígenes desconocidos, se procede a buscar la ubicación en que se dejó la aplicación Lector.apk la cual estar identificada con el icono .

Finalmente se procede con la Instalación

4. Uso Aplicativo

Para el uso del aplicativo, se debe buscar en la aplicación del dispositivo, la aplicación bajo el nombre “Detector De Billetes” identificada con el icono 

Se espera a que la aplicación cargue, se recomienda cubrir la cámara antes de cualquier captura.

Poner cámara sobre billete a reconocer

El dispositivo arrojará un sonido de acuerdo al billete reconocido (El tipo de voz dependerá de la voz o voces integradas en el dispositivo y el volumen de acuerdo a la configuración del usuario bien sea en bocina del dispositivo o en auricular conectado a él).