

Aplicación de técnica de reconocimiento para la recopilación de características de expresiones faciales que permita validar el aprendizaje con acercamiento a la tecnología ubicua

Luis Eduardo Lerma Juanillo, ✉ 7bytesll@gmail.com

María Camila Montaña Polania, ✉ montanopolaniamariacamila@hotmail.com

Cristian David Muñoz Quintero, ✉ cdmq095@hotmail.com

Trabajo de Grado presentado para optar al título de Ingeniero Electrónico

Asesor: Fanor Martínez Tenorio, Magíster (MSc)



Institución Universitaria Antonio José Camacho

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Electrónica

Cali - Colombia

2019

Nota de aceptación:

Aprobado por el Comité de Grado en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Institución Universitaria Antonio José Camacho para optar al título de Ingeniero Electrónico

Diego Fernando Vasco
Jurado

Steven Bedoya Yustres
Jurado

Santiago de Cali, 11 de Marzo de 2019

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado primeramente a Dios, quien nos dio la fuerza necesaria para completar este logro en nuestras vidas, también va dedicado a todas las personas que de alguna manera hicieron parte de este proceso, como son nuestros padres quienes con sus esfuerzos se esmeraron para otorgarnos durante estos años la posibilidad de realizar esta carrera profesional, estando siempre dispuestos a ofrecernos lo mejor y acompañarnos durante todo el recorrido.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los docentes que con sus conocimientos hicieron posible el desarrollo de este proyecto, a la doctora Diana Alfaro por darnos su orientación profesional en el área de la neuropsicología, al ingeniero Diego Fernando Vasco por la ayuda brindada en el desarrollo de plataforma móvil y al ingeniero Fanor Martínez Tenorio nuestro asesor.

Tabla de contenido

Introducción 16

1 Planteamiento del problema 17

 1.1 Antecedentes 18

2 Justificación..... 21

3 Objetivos 22

 3.1 Objetivo general 23

 3.2 Objetivos específicos..... 23

4 Problema de investigación 24

5 Hipótesis..... 25

6 Marco teórico 26

 6.1 Procesamiento de imágenes 26

 6.2 Emociones 26

 6.3 Reconocimiento de expresiones faciales 30

 6.4 Técnicas de reconocimiento facial 30

 6.5 Hardware 32

 6.5.1 Raspberry Pi 33

 6.5.2 Cámara y capacidad de procesamiento 33

 6.6 Software 33

 6.6.1 Sistemas operativos 33

 6.6.2 Plataformas OTT y Smartphone..... 34

 6.6.3 Desarrollo software Raspberry Pi 3 35

 6.6.3.1 Python..... 35

 6.6.3.2 OpenCV..... 36

6.6.3.2.1 Delib	36
6.6.3.2.2 Scikit-image	37
6.6.3.2.3 Scikit-learn	37
6.6.3.2.4 Numpy	37
6.6.4 Ionic	37
6.6.5 Firebase	37
6.7 Ubicuidad	38
6.8 Aprendizaje	38
6.8.1 Cerebro emocional	39
6.8.2 Cerebro motor	40
6.8.3 Cerebro sensorial	41
6.8.4 Cerebro intelectual	44
6.8.5 Aprendizaje ubicuo	46
6.9 Tecnologías OTT e IOT	47
6.9.1 Usabilidad.....	48
7 Metodología	50
7.1 Diseño.....	50
7.1.1 Diseño arquitectura software.....	50
7.1.1.1 Requerimiento de software.....	50
7.1.1.2 Requisitos funcionales.....	51
7.1.1.3 Roles de usuario	52
7.1.1.4 Vista de escenarios de la arquitectura de software.....	54
7.1.1.5 Arquitectura propuesta	61
<i>Nota:</i> elaboración propia.....	67
7.2 Desarrollo aplicación móvil	67

7.2.1 Aplicación (Interfaz) para el administrador	68
7.1.2.1 Interfaz de administrador	68
7.2.2 Aplicación (Interfaz) para el profesor:	72
7.2.2.1 Interfaz de profesor	73
7.2.3 Aplicación (Interfaz) para el usuario.....	78
7.2.3.1 Interfaz del usuario.....	79
7.3 Código de reconocimiento	81
8 Resultados	87
8.1 Pruebas	87
9 Discusión.....	113
10 Conclusiones	115
11 Recomendaciones.....	117
Referencias	118

Lista de tablas

Tabla 1. Calificación de las emociones27

Tabla 2. Código de reconocimiento, Dependencias35

Tabla 3. Datos generales CU_0155

Tabla 4. Escenario CU_0155

Tabla 5. Mensaje MSJ_0156

Tabla 6. Datos generales CU_0557

Tabla 7. Mensaje MSJ_0157

Tabla 8. Escenario CU_0558

Tabla 9. Datos generales CU_0959

Tabla 10. Escenario CU_09.60

Tabla 11. Mensaje MSJ_0160

Tabla 12. Contenido audiovisual de prueba.87

Tabla 13. Pregunta 1 actividad 190

Tabla 14. Pregunta 2 actividad 190

Tabla 15. Pregunta 3 actividad 190

Tabla 16. Pregunta 4 actividad 190

Tabla 17. Pregunta 5 actividad 190

Tabla 18. Pregunta 6 actividad 190

Tabla 19. Pregunta 7 actividad 190

Tabla 20. Pregunta 1 actividad 291

Tabla 21. Pregunta 2 actividad 291

Tabla 22. Pregunta 3 actividad 291

Tabla 23. Pregunta 4 actividad 291

Tabla 24. Pregunta 5 actividad 291

Tabla 25. Pregunta 6 actividad 292

Tabla 26. Pregunta 1 actividad 392

Tabla 27. Pregunta 2 actividad 392

Tabla 28. Pregunta 3 actividad 392

Tabla 29. Pregunta 4 actividad 392

Tabla 30. Pregunta 5 actividad 3	93
Tabla 31. Información usuario 4	93
Tabla 32. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 4	93
Tabla 33. Validación de respuestas actividad 1, usuario 4.....	93
Tabla 34. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 4	93
Tabla 35. Validación de respuestas actividad 2, usuario 4.....	94
Tabla 36. Información usuario 5	94
Tabla 37. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 5	94
Tabla 38. Validación de respuestas actividad 1, usuario 5.....	94
Tabla 39. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 5	95
Tabla 40. Validación de respuestas actividad 2, usuario 5.....	95
Tabla 41. Información usuario 6	95
Tabla 42. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 6	95
Tabla 43. Validación de respuestas actividad 1, usuario 6.....	96
Tabla 44. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 6	96
Tabla 45. Validación de respuestas actividad 2, usuario 6.....	96
Tabla 46. Información usuario 7	96
Tabla 47. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 7	97
Tabla 48. Validación de respuestas actividad 1, usuario 7.....	97
Tabla 49. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 7	97
Tabla 50. Validación de respuestas actividad 2, usuario 7.....	97
Tabla 51. Información usuario 8	98
Tabla 52. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 8	98
Tabla 53. Validación de respuestas actividad 1, usuario 8.....	98
Tabla 54. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 8	98
Tabla 55. Validación de respuestas actividad 2, usuario 8.....	99
Tabla 56. Información usuario 9	99
Tabla 57. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 9	99
Tabla 58. Validación de respuestas actividad 1, usuario 9.....	99
Tabla 59. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 9	100
Tabla 60. Validación de respuestas actividad 2, usuario 9.....	100

Tabla 61. Información usuario 10	100
Tabla 62. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 10	100
Tabla 63. Validación de respuestas actividad 1, usuario 10.....	100
Tabla 64. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 10	101
Tabla 65. Validación de respuestas actividad 2, usuario 10.....	101
Tabla 66. Información usuario 11	101
Tabla 67. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 11	101
Tabla 68. Validación de respuestas actividad 1, usuario 11.....	102
Tabla 69. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 11	102
Tabla 70. Validación de respuestas actividad 3, usuario 11.....	102
Tabla 71. Información usuario 12	103
Tabla 72. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 12	103
Tabla 73. Validación de respuestas actividad 1, usuario 12.....	103
Tabla 74. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 12	103
Tabla 75. Validación de respuestas actividad 3, usuario 12.....	104
Tabla 76. Información usuario 13	104
Tabla 77. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 13	104
Tabla 78. Validación de respuestas actividad 1, usuario 13.....	104
Tabla 79. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 13	105
Tabla 80. Validación de respuestas actividad 3, usuario 13.....	105
Tabla 81. Información usuario 14	105
Tabla 82. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 14	105
Tabla 83. Validación de respuestas actividad 1, usuario 14.....	106
Tabla 84. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 14	106
Tabla 85. Validación de respuestas actividad 3, usuario 14.....	106
Tabla 86. Información usuario 15	106
Tabla 87. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 15	107
Tabla 88. Validación de respuestas actividad 1, usuario 15.....	107
Tabla 89. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 15	107
Tabla 90. Validación de respuestas actividad 3, usuario 15.....	107
Tabla 91. Información usuario 16	108

Tabla 92. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 16	108
Tabla 93. Validación de respuestas actividad 1, usuario 16.....	108
Tabla 94. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 16	108
Tabla 95. Validación de respuestas actividad 3, usuario 16.....	109
Tabla 96. Datos generales CU_02.....	120
Tabla 97. Escenario CU_02	120
Tabla 98. Mensaje MSJ_02.....	120
Tabla 99. Datos generales CU_03.....	121
Tabla 100. Escenario CU_03	121
Tabla 101. Mensaje MSJ_03.....	121
Tabla 102. Datos generales CU_04.....	122
Tabla 103. Escenario CU_04	122
Tabla 104. Mensaje MSJ_04.....	122
Tabla 105. Datos generales CU_06.....	123
Tabla 106. Escenario CU_06	123
Tabla 107. Datos generales CU_07.....	123
Tabla 108. Escenario CU_07	124
Tabla 109. Datos generales CU_08.....	125
Tabla 110. Escenario CU_08	125
Tabla 111. Datos generales CU_10.....	125
Tabla 112. Escenario CU_10	126
Tabla 113. Mensaje MSJ_13.....	126
Tabla 114. Datos generales CU_11.....	127
Tabla 115. Escenario CU_11	128
Tabla 116. Mensaje MSJ_12.....	128
Tabla 117. Mensaje MSJ_13.....	128
Tabla 118. Datos generales CU_12.....	128
Tabla 119. Escenario CU_12	129
Tabla 120. Mensaje MSJ_15.....	129
Tabla 121. Mensaje MSJ_16.....	129
Tabla 122. Datos generales CU_13.....	130

Tabla 123. Datos generales CU_14.....	131
Tabla 124. Escenario CU_14	131
Tabla 125. Datos generales CU_15.....	131
Tabla 126. Escenario CU_15	132

Lista de figuras

Figura 1. Puntos de referencia en el rostro (Landmark).....36

Figura 2. Configuración del cerebro triple45

Figura 3. Diagrama conceptual usuario – Administrador52

Figura 4. Diagrama conceptual usuario – Usuario53

Figura 5. Diagrama conceptual usuario – Profesor54

Figura 6. Caso de uso administrador55

Figura 7. Interfaz de inicio de sesión56

Figura 8. Caso de uso profesor57

Figura 9. Caso de uso usuario.59

Figura 10. Interfaz inicio sesión estudiante.....61

Figura 11. Vista de nodos y componentes.....62

Figura 12. Vista dinámica de la arquitectura (Administrador).....65

Figura 13. Vista dinámica de la arquitectura (Profesor)66

Figura 14. Vista dinámica de la arquitectura (Usuario)67

Figura 15. Interfaz de inicio de sesión.68

Figura 16. Código Type script de inicio.....69

Figura 17. Interfaz principal de administrador.....70

Figura 18. Código Type script inicio administrador71

Figura 19. Interfaz principal de administrador.....71

Figura 20. Código type script añadir usuario.72

Figura 21. Interacción del profesor.73

Figura 22. Interfaz del profesor.....74

Figura 23. Código type script interfaz profesor74

Figura 24. Actividades75

Figura 25. Código type script usuarios asociados a actividad.....76

Figura 26. Actividad registro77

Figura 27. Código type script porcentaje de emociones y respuestas.....77

Figura 28. Interacción del usuario.....78

Figura 29. Interfaz de acceso usuario.....79

Figura 30. Código type script interfaz básica usuario.....	80
Figura 31. Código type script menú selección	80
Figura 32. Captura de imágenes	81
Figura 33. Flujo de control pre procesamiento	83
Figura 34. Flujo de control pre procesamiento	84
Figura 35. Porcentajes de emociones	85
Figura 36. Código envío emociones a base de datos.....	86
Figura 37. Prototipo de prueba.....	88
Figura 40. Segunda pregunta encuesta usabilidad	110
Figura 41. Tercera pregunta encuesta usabilidad	110
Figura 42. Cuarta pregunta encuesta usabilidad.....	111
Figura 43. Cuarta pregunta encuesta usabilidad.....	111
Figura 44. Interfaz reporte de emociones y cuestionarios.....	124
Figura 45. Interfaz de sesiones asociadas.....	126
Figura 46. Interfaz visualización de la clase	127
Figura 47. Interfaz cuestionario	130

Resumen

En el presente documento se estudió la importancia que tienen las emociones en el proceso de comprensión de la información que se presenta en entornos virtuales, con el fin de evaluar el aprendizaje a partir de un sistema ubicuo, por lo cual, se desarrolló y aplicó un software para la detección de emociones, al igual que una interfaz para la interacción del usuario con la información. En el momento de realizar las investigaciones y pruebas se determinó que es necesario tener en cuenta otros factores como lo son: procesos vividos en la etapa de crecimiento, resaltando variables complejas como la cultura y el comportamiento humano desde una perspectiva neuropsicológica entre otros, dicho esto, la información que aportan las emociones harían parte de sistema de variables a estudiar.

Empleando la técnica PCA (Análisis de características principales) para el reconocimiento de emociones mediante las expresiones faciales, se diseñó un prototipo que pudiese validar los objetivos propuestos. Como resultado, empleando dicha técnica se hacen algunas sugerencias como elevar el nivel de asertividad propio del sistema de procesamiento de imágenes integrado en el prototipo para la obtención de resultados con un margen de error mínimo y de esta manera aumentar el nivel de certeza, para concluir basándose en los datos entregados por el sistema de análisis.

Palabras clave: Emociones, Detección, Entornos virtuales, PCA, Expresiones faciales.

Abstract

In the present document was studied the importance that the emotions have in the process compression of information presented in virtual environments, with the purpose of evaluate the learning in a ubiquitous system, therefore, it was developed and applied a software for the detection of emotions, as an interface for the users interaction with the information. In the moment of make the investigations and test it was determinated that is necessary to take in to account other factors as: processes experienced in the growth stage, resulting complex variables as the culture and the human behavior from a neuropsychological perspective, among others, the information that the emotions bring are part of a system of variables to study.

using the PCA (principal component analysis) technique, to emotions recognition through facial expressions, a prototype was designed that could validate the proposed objectives. As a result, using this technique some suggestions are made, as to raise the level of assertiveness of the system itself of image processing integrated in the prototype for the obtaining results with a minimum margin of error and in this way increase the level of certainty, to conclude in the data delivered by the analysis system.

Keywords: Emotions, Detection, Virtual environments, PCA, Facial expressions.

Introducción

Se realizó una investigación sobre el aprendizaje y las emociones (felicidad, tristeza, asco, miedo, sorpresa, ira, desprecio), con el fin de conocer los factores que influyen en el ser humano a la hora de recibir y comprender la información que se le brinda, como es el caso de las clases virtuales, en donde los contenidos son brindados en entornos digitales, en los cuales no se tiene una interacción con quien imparte la información o conocimiento.

Se sabe que hay factores ajenos al sistema de educación que afectan bien sea de manera positiva o negativa el proceso de aprendizaje de las personas, incluso con sucesos de la infancia, y posterior desarrollo de los cerebros emocional, sensorial, intelectual y motor, además del contacto con los padres, en las etapas más importantes del desarrollo.

Teniendo como única variable las emociones, se describirá la técnica optada para la detección de estas, dado el hardware dispuesto para la implementación, además del nivel de certeza de este sistema. También se muestra el desarrollo de la aplicación en conjunto con la base de datos que se eligió para el almacenamiento de los datos, en el cual todos los usuarios tendrán a su disposición para cumplir con los roles asignados.

:

1 Planteamiento del problema

En la actualidad los sistemas interconectados son comúnmente usados para la recopilación de información en tiempo real, mediante dispositivos tecnológicos. Estas técnicas tienden a ser cada vez más usadas en distintas áreas de la sociedad actual, más conocida como tecnología ubicua¹ esta promete potenciar la forma como se ven y usan los dispositivos electrónicos convirtiendo cada uno de ellos en una pieza de un sistema más complejo, permitiendo una completa sincronía en distintas áreas.

Con las ventajas que promete estos sistemas, la forma en que se hacen algunos procesos se deben de reconsiderar, este es el caso de cómo se obtiene el conocimiento y la forma en que podemos acceder a él. Aunque se desarrollen sistemas que facilitan el acceso a la información, hay características que no se tienen en cuenta en estos procesos. No se identifica de forma inmediata el efecto que causa en el usuario la información suministrada, además de si esta fue comprendida, gracias a esto, los formatos y materiales virtuales usados para enseñar pierden su eficiencia, dejando como última herramienta la evaluación teórica (parcial), hablando en términos académicos.

Existen factores ajenos al actual sistema de educación que afectan de manera negativa el proceso de aprendizaje y la forma como este se imparte, ya sea en su modalidad presencial o a distancia. Entre los cuales se puede mencionar que los estudiantes se encuentran afectados por sucesos vividos previos al nacimiento y durante la etapa de desarrollo, además del estrés que viven y esto hace que no estén dispuestos a recibir la información en los horarios establecidos, en consecuencia, reduciendo su desempeño académico.

Teniendo en cuenta lo anterior la propuesta pretende aplicar una técnica de reconocimiento facial para la recopilación de características de expresiones faciales para un sistema de enseñanza ubicua de manera que se pueda identificar las diferentes emociones ante la información que se les suministra a los estudiantes en sus procesos de aprendizajes.

1.1 Antecedentes

¹ Tecnología ubicua: grupo de dispositivos interconectados que permiten la captura de información en cualquier lugar y momento.

Las expresiones faciales son el indicativo de nuestras emociones y estados de ánimos, por lo tanto, mediante la observación y el conocimiento de estas gestualidades se logra un mejor proceso de comunicación.

Los primeros estudios realizados en el análisis de las emociones y expresiones faciales son por parte del psicólogo Paul Ekman, el cual, mediante investigaciones a miembros de una tribu, identificó las emociones básicas que pueden ser reconocidas universalmente, alegría, ira, miedo, asco, sorpresa y tristeza, esta lista fue elaborada en 1972 en su libro *Emotion in the human face*.

El proceso de examinar las expresiones por medio de tecnologías es una de las funciones que cumple el reconocimiento facial, el cual a su vez hace parte del estudio biométrico que se encarga de la identificación inequívoca de una persona por medio de sus rasgos físicos o conductas.

El origen en la identificación de las personas que no fuera solo por medio de la observación surgió en el ámbito mercantil, cuando en el siglo XIV en china estampaban las huellas de los niños para ser reconocido uno de los otros, siglos después esta se convirtió en la mejor metodología para identificar personas ya que era un rasgo distintivo entre los seres humanos.

Aunque el reconocimiento dactilar es uno de los métodos más usados, también desarrollaron otras técnicas que son de importancia, por ejemplo, Alphonse Bertillon del departamento fotográfico de la policía de París, desarrolló en 1883 un sistema para registrar características físicas de los criminales, como son las dimensiones de sus extremidades y marcas distintivas, cicatrices y tatuajes.

Fue hasta los años 60s que Woodrow Wilson Bledsoe, Helen Chan Wolf y Charles Bisson desarrollaron para una compañía de investigación un sistema de reconocimiento facial, haciendo uso de computadoras y de bases de datos, aunque el sistema no era automático porque requería la intervención humana.

El reconocimiento facial consta principalmente de cuatro módulos, en el primero se hace la detección del rostro en la imagen, en el segundo módulo se localizan los componentes de la cara, en el siguiente se extraen las características y por último se realiza la comparación y detección de la persona.

Con el avance en las tecnologías y el procesamiento de información, estas técnicas han avanzado y obtenido una mayor certeza en sus resultados, tanto así que se confía en este para la seguridad de datos, el acceso a lugares específicos e inclusive a la privacidad de muchos usuarios

que cuentan con Smartphone que ahora cuentan con tecnología para la detección de huellas o el mismo reconocimiento facial.

El IOT o internet de las cosas abrió la posibilidad de crear un sin número de aplicaciones, tanto que hoy en día es común escuchar este concepto en la mayoría de las tecnologías, sin embargo, este surgió hace poco, en 2009 cuando Kevin Ashton pronunció por primera vez el término.

Si tuviéramos ordenadores que supieran todo lo que tuvieran que saber sobre las “cosas”, mediante el uso de datos que ellos mismos pudieran recoger sin nuestra ayuda, nosotros podríamos monitorizar, contar y localizar todo a nuestro alrededor, de esta manera se reducirían increíblemente gastos, pérdidas y costes. Sabríamos cuándo reemplazar, reparar o recuperar lo que fuera, así como conocer si su funcionamiento estuviera siendo correcto. El internet de las cosas tiene el potencial para cambiar el mundo tal y como hizo la revolución digital hace unas décadas. Tal vez incluso hasta más (Ashton, 2009).

Al hacer uso del internet, se debe remontar a su historia, en 1969 ARPANET una red de computadoras interconectada por el departamento de defensa de los Estados Unidos entro en funcionamiento, siendo la base de las demás tecnologías o protocolos usados como TCP/IP la comunicación entre http y servidores y la creación posterior de las páginas web, llevaron a un rápido desarrollo tecnológico, como en este caso el IoT.

Una vez se lanzan y perfeccionan los dispositivos móviles, cambian las necesidades de los consumidores de ese entonces de televisión, buscando más flexibilidad y comodidad para obtener los contenidos. Las plataformas OTT surgen, y cambia por completo el panorama de los proveedores de televisión por cable o satélite, pues ya no es necesario un intermediario para proveer contenido. Solo es necesario que el consumidor tenga acceso a internet, para poder adquirir cualquier contenido que tenga disponible esa plataforma. Se puede mencionar que la compañía OTT más grande y que se tiene como referente es “Netflix que en el año 2007 empieza a distribuir contenidos por internet” (Bianco, 2017).

La formación virtual a través de contenidos digitales ha tenido su evolución por ende cambios, varios autores han expuesto la evolución de la formación virtual, en 2007 Karrer dividió la evolución en tres etapas e-learning 1.0, e-learning 1.3 y e-learning 2.0. Lo más relevante entre estas etapas es el tiempo de desarrollo de una actividad, en el que a medida que se progresa entre

etapas se reduce el tiempo y la manera en que se puede acceder a las herramienta de apoyo, ya que en las primeras dos etapas se hace uso de sistemas de gestión de aprendizaje en las que se tiene control total de administrar, monitorear, y evaluar los contenidos. Mientras que en la última etapa se hace uso de wiki herramientas, blogs aplicaciones entre otros.

Recientemente en nuestro contexto Gros (2011), ha planteado que el e-learning ha pasado por tres generaciones: - Primera generación - Adaptación de los materiales textuales a formatos web. (Modelo centrado en los materiales).

- Segunda generación En énfasis se puso en la búsqueda del mejor campus virtual (plataformas y gestores).

- Tercera generación. Modelo apoyado en la colaboración y en la flexibilidad (Que el estudiante pueda generar conocimiento de forma conjunta. Esta perspectiva implica la superación de la metáfora del aula. Y se asume que se puede acceder a los materiales a través de diferentes dispositivos, y no sólo a través del ordenador. Desea esta posición se asume la importancia del aprendizaje como un proceso social. Este último modelo se apoya y se basa bastante en la actividad del estudiante (Cabero Almenara, 2012).

2 Justificación

En los sistemas de enseñanza donde se distribuye información, conocer las emociones que se presentan en un usuario durante este proceso, sería de importancia para determinar la receptividad del contenido, lo cual permitiría hacer los cambios que considere el que imparte la información en el tema.

Esta distribución de la información en la actualidad se encuentra generalizada en numerosas plataformas tecnológicas, construyendo un sistema educativo cada vez más accesible a múltiples usuarios, involucrando diversos periféricos que pueden utilizarse para reforzar el proceso de enseñanza, haciendo uso a largo plazo de las Tecnologías de la Comunicación e Información (TIC). Potenciando el desarrollo y uso de las plataformas Over The Top (OTT) para su uso en el aprendizaje ubicuo.

La elaboración de este proyecto sugiere un aporte al macro proyecto en el que la institución universitaria Antonio José Camacho se encuentra en proceso de desarrollo “Modelo conceptual, tecnológico y metodológico para soportar procesos de enseñanza-aprendizaje ubicuos, integrando aspectos del IoT y las arquitecturas de servicios OTT para mejorar las competencias ciudadanas del suroccidente colombiano en el uso y desarrollo de tecnologías de la información”.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Aplicar técnica de reconocimiento de expresiones faciales, para evaluar el aprendizaje a partir de un sistema ubicuo.

3.2 Objetivos específicos

Construir el estado del arte que reúna una síntesis del avance en esta área del conocimiento junto a los resultados obtenidos y sus aplicaciones en el proyecto en cuestión.

Identificar las distintas técnicas de reconocimiento de expresiones faciales para determinar el nivel de comprensión ante la exposición de distinta información.

Determinar las distintas expresiones faciales que son respuestas ante diferente información.

Desarrollar un prototipo de validación de reconocimiento de expresiones faciales para un sistema ubicuo.

4 Problema de investigación

Se pretende determinar si es posible o no a través del reconocimiento de expresiones faciales, evaluar el aprendizaje a partir de un sistema ubicuo.

Para lo anterior se emplea una metodología, que permita realizar una intervención tecnológica de la ingeniería para poder conjugarse con el conocimiento que brinda la neuropsicología ante el aprendizaje, y así desarrollar un protocolo de validación que soporte las conclusiones de este trabajo.

5 Hipótesis

A continuación se relaciona una hipótesis que determina la validación del aprendizaje a partir de una técnica de reconocimiento de expresiones faciales, que se espera pueda ser resuelta

5.1 Hipótesis de trabajo

Se puede validar el aprendizaje a partir de la aplicación de una técnica de reconocimiento de expresiones faciales a partir de un sistema ubicuo.

6 Marco teórico

En la actualidad los sistemas, métodos y prácticas que sirven de apoyo y fuente de información para los correspondientes temas que aborda el trabajo son de amplio alcance, además pertenecen a distintas áreas del conocimiento. Se pretende hacer una síntesis de cada uno de ellos dejando claro los conceptos que se piensan incluir y definir su participación en este trabajo, de manera que se pueda obtener una perspectiva técnica y descriptiva de los factores que influyen directa e indirectamente la finalidad del proyecto.

Debido a la diversidad del conocimiento y los distintos puntos de vista que se desarrollan al avanzar en temas precisos, cabe aclarar que los siguientes conceptos y definiciones asignados, fueron tomados o inspirados por fuentes referenciadas de acuerdo con los criterios de validez y orientación que los autores de este proyecto consideraron precisos en consignar.

6.1 Procesamiento de imágenes

Las expresiones faciales, que son generadas en una persona cuando está expuesta a un contenido audio visual, es lo que se quiere procesar digitalmente con el fin de resaltar ciertos aspectos o detalles en las imágenes, para lograr obtener una mayor facilidad en la recolección de la información, esto se logra mediante la fragmentación de la imágenes en rectángulos llamados píxeles, los cuales poseen una ubicación y un valor de brillo, que al ser alterados destacan los aspectos que son los más convenientes.

6.2 Emociones

Uno de los puntos centrales de este proyecto de investigación son las emociones ya que a partir de estas se va a hacer el procesamiento de las imágenes para posteriormente hacer la evaluación e intentar determinar el aprendizaje de un usuario, al que anteriormente estuvo expuesto a un contenido audio visual. Según (Española, 2014) las emociones se presentan de manera intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática, demostrando interés expectante con que se participa en algo que está ocurriendo.

Estas emociones se clasifican dependiendo de las interpretaciones de cada autor y de las investigaciones que estos han realizado, a continuación, se presenta una tabla con un resumen de estas clasificaciones:

Tabla 1. *Calificación de las emociones*

Autor	Concepto de la emoción	Emociones identificadas
McDougall (1926)	Lo relaciona con los instintos.	Asombro, euforia, ira, miedo, repugnancia, sometimiento, ternura.
Mowrer (1960)	Utilizó el criterio de las emociones adquiridas o innatas, destacando	El dolor y el placer.
V. J. Wukmir (1967)	En función del análisis de la situación.	Emoción positiva Alegría, satisfacción, deseo, paz, etc. Emoción negativa Tristeza, desilusión, pena, angustia, etc.
Arnold (1969)	Tiene en cuenta la forma en la que afrontamos algo.	Amor, aversión, desaliento, deseo, desesperación, esperanza, ira, miedo, tristeza, valor
Plutchik (1980)	Entiende que existe una adaptación biológica.	Aceptación, alegría, expectación, ira, miedo, repugnancia, sorpresa, tristeza.
Ekman, Fieresn y Ellsworth (1982)	Se fijan en la expresión facial.	Ira, júbilo, miedo, repugnancia, sorpresa, tristeza.
Tompkins (1984)	Incorpora el concepto de “descarga nerviosa”.	Ansiedad, desprecio, interés, ira, júbilo, miedo, repugnancia, sorpresa, vergüenza
Weiner (1986)	Plantea que interpretación de las situaciones determina lo que emocionamos	Cinco emociones humanas prevalentes: ira, pena, culpa, gratitud y vergüenza.
Lazarus (1991)	En función de la cognición (lo que pensemos sobre la situación).	ira, ansiedad, vergüenza, tristeza, envidia, disgusto, felicidad/alegría, estar orgulloso, amor/afecto, alivio, esperanza, compasión y emociones estáticas.
Izar (1991)	Según como procesemos la situación.	Alegría, ansiedad, culpa, desprecio, disgusto, excitación, ira, miedo, sorpresa, vergüenza.
Goleman (1996)	Entiende que hay emociones primarias y sus familiares.	Ira, tristeza, alegría, amor, sorpresa, aversión y vergüenza.
Fernández-Abascal (1997)	Considera que existen unas emociones básicas y principales.	Miedo, ira, ansiedad, asco, tristeza, hostilidad, sorpresa, felicidad, humor y amor.
Daniel Goleman (1996) y Rafael Bisquerra (2000)	Negativas, positivas o ambiguas, basándose en el grado en que las emociones afectan al comportamiento del sujeto.	Emociones Negativas I Ira, Miedo, Ansiedad, tristeza, vergüenza, aversión. Emociones Positivas I Alegría, humor, amor, felicidad, sorpresa, esperanza, compasión.
Damasio (2005)	Un conjunto complejo de respuestas químicas y neuronales. De fondo, básicas y sociales.	De fondo Estado de ánimo, bueno, malo o intermedio. Básicas Ira, asco, sorpresa, miedo, tristeza y felicidad. Sociales Simpatía, turbación, desdén, admiración, gratitud, indignación, celos, culpa, etc.

Nota: Interpretación de emociones basado en el análisis de expresiones faciales como complemento a los métodos de evaluación de usabilidad (Balcázar Guevara, 2012).

En el libro el significado evolutivo de las emociones (Darwin,1965) analiza como los humanos expresan sus emociones y que función tienen estas hoy en día para los animales, en el cual se concluyó una relación creciente entre las capacidad intelectual y emocional desde los invertebrados hacia los humanos, en donde las emociones están ligadas a la supervivencia, tanto a comportamientos defensivos como hábitos sociales, como es el caso de un bebe quien llora para alertar a sus padres que algo no está bien, desde este primer análisis evolutivo que describe Darwin, se aprecia que las emociones están ligadas a las situaciones o sucesos que está expuesta la persona, lo cual es algo fundamental para dar respuesta a la hipótesis que presenta este proyecto.

Como se mencionaba anteriormente en los estudios de Paul Ekman existen unas emociones denominadas universales, distinguibles en cualquier ser humano independiente de su origen, esto debido a proceso químicos que ocurren en el cuerpo ante la exposición de alguna situación en su entorno, esta reacciones como la alteración de la presión sanguínea, cambios en la respiración o sudoración, presentan un punto en común para los humanos, podría inferirse que las emociones básicas son innatas y solo daría a razón de estudio ¿ cuándo se dieron? Y ¿el que las provoco? Hablamos de una perspectiva de interacción social-cultural o psicología crosstructural en la cual se toman en cuenta la variedad de experiencias que adquiere la persona durante su vida, obviamente ligada a cultura a la que hace parte, en ese contexto las emociones median la interacción social.

Lo anterior se puede demostrar con un simple ejemplo, una situación no cotidiana como el hecho de ver un accidente puede sorprendernos de una forma distinta a un hecho más repetitivo como recibir un cumplido en el día de tu cumpleaños, aunque sea una emoción universal no se puede decir que no está sujeta a la experiencia vividas y al contexto que está sumergida la persona, ahora imagina esta misma dinámica pero con una emoción más compleja, por ejemplo el amor, en donde no se encuentran patrones faciales ni respuestas corporales determinadas, puesto que esta emoción implica vivencias ligadas a una interacción social.

Se podría concluir que las emociones están vinculadas desde lo neurofisiológico con las reacciones que provocan en el cuerpo, hasta la parte sociocultural en la que está sumergida el sujeto y el sentido que él le da. Desde el punto de vista neurológico estamos desde nuestro nacimiento condicionados al entorno para nuestro desarrollo, en el transcurso del cual continuamente vamos

agregando experiencia que condicionan nuestra forma de pensar y de comportarnos, esta misma interacción social en la que incurre la persona hace que el sentido de la emoción sea algo poco predecible, se vuelve un sistema complejo en el que las experiencias a lo largo de la vida de la persona dictan su forma de reacción o el mismo significado que le da al observar otra, en cuanto a la parte de manifestación de la emoción está limitada por las características físicas del sujeto, desde la parte funcional como expresiva del cuerpo.

En cuanto a la parte relacionada con la cognición y las emociones se encuentran evidencias neurofisiológicas en que los dos hemisferios del cerebro humano están relacionadas a ciertas actividades, por ejemplo, el hemisferio derecho está relacionado a la expresión no verbal, como son las emociones, la percepción orientación espacial entre otros y el hemisferio izquierdo está relacionado a la capacidad lingüística y es el dominante en la mayoría de las personas, estos hemisferios están conectados y permiten en cierto punto el uso compartido de funciones.

El sistema límbico está relacionado con la aparición de los estados emocionales o instintos, mientras el hipotálamo es una de las estructuras del cerebro más importante debido a que en una de sus funciones regula ese estado emocional, estas capacidades están más asociadas a los primates y al ser humano, es indispensable hablar en este momento de la corteza cerebral pues en ella se encuentran la percepción, la imaginación, el pensamiento, el juicio y la decisión, pues es allí donde se disparan los factores que provocan la emocionalidad,

Un ejemplo de estas asociaciones es el propuesto por Jeremy Bentham donde se buscaba determinar la utilidad o no de una acción en dependencia de la sensación que causa en el sujeto de prueba ya fuera placer o dolor, como es el caso de una mascota que asocia el hecho de obedecer al recibir un premio alimenticio, él vincula esa acción con la sensación de placer que le provoca la comida, de esto se podría concluir que el sistema límbico determina que merece ser aprendido.

El neocórtex conforma gran parte de la corteza cerebral a la cual se le asigna la capacidad de razonamiento, estas funciones cognitivas suelen ser activas por las límbicas dando lugar al juicio, evaluación y conciencia emotiva, por ejemplo una función cognitiva como recordar o pensar pueden hacer surgir emociones, puesto que están ligadas a ciertas experiencias; estamos hablando

de un sistema límbico-neocórtex el cual es fundamental para la memoria y el procesamiento de información, Para los que dan preeminencia a lo afectivo, éste se contempla bien como un sistema amplificador de pulsiones innatas, ampliando la urgencia de algo, como un mecanismo de motivación central, desarrollado evolutivamente (Tomkins, 1981), desde este punto de vista se plantean dos tipos de conocimiento en relación a lo emocional, el primero ligado a la memoria perceptual y sensorial, el segundo vinculado a la evaluación cognitiva, una mejor forma de ver esto es el hecho de vivir una experiencia donde las emociones fuesen demasiado fuertes, sin duda esta relación entre el suceso y las emociones harían que fuese fácil de recordar, se podría argumentar que trabajan de forma conjunta en contra del olvido.

6.3 Reconocimiento de expresiones faciales

Las expresiones faciales desempeñan un papel importante en el reconocimiento de emociones ya que son indicadores del interés por un tema en particular, del estado emocional y ánimo del individuo.

Uno de los principales estudiosos de las emociones faciales fue el psicólogo Paul Ekman quien a finales de los años 60s describió que existen ciertas expresiones que rompen las barreras culturales y son consideradas como las 7 expresiones universales de emoción (felicidad, tristeza, ira, miedo, sorpresa, desdén y asco) (Habilidades comunicativas, 2016), es de relevancia conocer que estas emociones se dan en cualquier persona sin importar su género, grupo étnico o nacionalidad es vista que se podrían realizar las pruebas sin excluir o filtrar los sujetos de estudios en alguna de esas características.

6.4 Técnicas de reconocimiento facial

Las técnicas citadas a continuación, se usan actualmente para el reconocimiento o verificación de la identidad haciendo uso de las características faciales de un individuo, pero en el presente proyecto se pretende dar otro sentido a este tipo de técnicas. Para el desarrollo de esta idea se emplea una de las técnicas, de modo que se adapte de la mejor forma a un sistema de aprendizaje ubicuo.

- Análisis de componentes principales (PCA).

Es una de las técnicas más utilizadas, se basa en la extracción de vectores de una imagen, de los cuales se toman los valores correspondientes a una característica o información requerida, lo que conlleva a reducir el tamaño de la información que posteriormente debe ser analizada para el reconocimiento de las emociones.

- Análisis de discriminantes lineales (LDA).

Desarrollada por Ronal Fisher el método de reconocimiento de patrones (LDA) se desarrolló principalmente para encontrar combinaciones lineales que separan objetos a partir de sus características. Esto permite experimentar una reducción de dimensiones antes de la posterior clasificación de los objetos, sus clases y características.

- Análisis de componentes independientes (ICA)

Es una herramienta de análisis cuyo objetivo es descomponer una señal observada (imagen de una cara) en una combinación lineal de fuentes independientes. Surge de la técnica conocida por su sigla BSS, o *Blind Source Separation*, que intenta obtener las fuentes independientes a partir de combinaciones de las mismas. Mientras que PCA de correlacionar las señales de entrada utilizando estadísticos de segundo orden (minimizando el error cuadrático medio de proyección, i.e.: KLT), ICA minimiza mayores órdenes de dependencia.

La manera en que esta técnica es capaz de descomponer una señal, que en este caso sería el rostro de una persona en combinaciones lineales de fuentes independientes. La hace una técnica idónea si se opta por descomponer el rostro por características precisas en vez de analizar toda la superficie facial en conjunto.

- Redes neuronales

Las redes neuronales están relacionadas con la denominada inteligencia artificial, es la técnica de mayor uso en reconocimiento de patrones y se basa en el modelo simplificado del cerebro humano ya que el sistema puede adquirir conocimientos a través de la experiencia, memorizando y asociando hechos.

“Existen redes neuronales con distinta complejidad (cantidad de neuronas, capas de las neuronas, conexiones entre neuronas).” (Lopez Perez & Toro Agudelo, 2012).

Esta técnica tiene grandes ventajas si se tiene en cuenta que se debe tener una alta complejidad en las redes neuronales y un entrenamiento de las misma, reduciendo de manera drástica el nivel de error en los resultados, ya que, con lo mencionado anteriormente, con la experiencia del entrenamiento de las redes neuronales se reducirá gradualmente el porcentaje de error.

6.5 Hardware

Conforme a las tecnologías que son tendencia en la actualidad se ha optado por desarrollar un prototipo del sistema basado en smartphones que cuenten con los requerimientos técnicos mínimos para su correcto funcionamiento. Las líneas telefónicas son un área muy completa en la cual se pueda basar un sistema de este tipo debido a la capacidad que estos tienen para soportar distintas aplicaciones y procesos a la vez, además de las ventajas que supone su movilidad y su excesivo uso hoy en día.

Aunque no se puede relacionar directamente a la cantidad de líneas móviles existentes, con la cantidad de usuarios por diferentes razones, se puede hacer una estimación significativa de la cantidad de personas las cuales cuentan hoy en día con un teléfono celular que en su mayoría actualmente son smartphones.

Planteado esto y teniendo en cuenta que la mayoría de los individuos que cuentan con un Smartphone son jóvenes de entre los 14 y 30 años, además de que en su mayor parte, las personas que se encuentran en este rango de edad, están en sus procesos formativos o de trabajo, lo que traduce en el empleo de la memorización y el procesamiento de información.

Los “teléfonos inteligentes” o smartphones cuentan con capacidades cada vez más altas conforme pasan los años, trayendo consigo mucha más potencia y abriendo las posibilidades de emplear cada vez sistemas más robustos en ellos.

6.5.1 Raspberry Pi

Para el reconocimiento y procesamiento de imágenes se requieren características mínimas que tiene un microprocesador u ordenador Raspberry Pi. Se cuenta con un modelo Raspberry Pi 3 B con CPU 1.2 GHz 64 bits Quad-Core ARMv8, la capacidad de memoria depende de la SD que se tenga a su disposición. Este dispositivo cuenta con su propio sistema operativo Debian, denominado Raspbian, aunque también puede soportar otros sistemas operativos. Se optó por la tecnología que ofrece este dispositivo porque integra todas las características de software libre, que facilitan el desarrollo de este proyecto.

6.5.2 Cámara y capacidad de procesamiento

Como se mencionó anteriormente para el desarrollo del proyecto se usa una placa de Raspberry Pi, esta cuenta con sus propio módulos de cámara de alta definición (HD) para crear fotografías y videos. Utilizando sensores de imágenes de alta velocidad y sensibilidad. Esta cámara cuenta con balance de blancos entre otras funciones.

Con lo anterior se aprecia de se puede trabajar, con las mejores herramientas, para que los resultados sean óptimos, bien sea para captura de fotos o videos.

6.6 Software

6.6.1 Sistemas operativos

¿Qué sistema operativo usar (Android u iOS)?

Para el desarrollo de este subtema, es importante mencionar que los sistemas operativos Android y iOS son los más influyentes del mercado. Lo que se busca para el desarrollo de este proyecto es optar por un sistema operativo, que facilite todos los requerimientos para la programación.

Android

Este es un sistema operativo basado en Linux. Además es de código libre, por tanto es muy fácil trabajar en esta plataforma. Normalmente este sistema está en teléfonos

móviles, pero en ocasiones también lo encontramos en tablets, reproductores de música, e incluso en computadores. El entorno de trabajo para programar es framework de java. La gran ventaja que ofrece este sistema operativo es que cualquier persona que tenga conocimientos básicos sobre programación, puede desarrollar apps, y también modificar el sistema operativo de su celular (Báez, y otros, 2013).

IOS

Este sistema operativo fue creado por Apple inicialmente para el iPhone. Este sistema es derivado del MAC OS X y según (Gartner, 2018) se postula como el segundo sistema operativo más utilizado con una cuota de mercado que rondan en un 13,7% . Esto lo convierte en una plataforma que se deba considerar en un prototipo del proyecto en cuestión.

En la actualidad hay gran variedad de dispositivos móviles, que dependiendo de los desarrolladores de estos, va a variar su sistema operativo. Con base en estudios estadísticos el sistema operativo más usado es Android. Y esto se debe a que es un software de código libre, que no necesita de muchos requerimientos para desarrollar nuevas ideas y dejarlas disponibles en la app store.

Para poder desarrollar para iOS es necesario tener el sistema operativo OS X. sin embargo en Android se puede programar normalmente en eclipse, una aplicación gratuita, y de software libre.

6.6.2 Plataformas OTT y Smartphone

Otro punto importante para el desarrollo de este proyecto son las plataformas OTT ya que como bien se sabe, la mayoría de contenidos para entretenimiento e información están en estas. Conforme pasa el tiempo es claro que las tecnologías progresan, y con ello grandes compañías de entretenimiento como lo es Netflix, también encontramos sitios webs dedicados a compartir videos, en este caso YouTube, una compañía que se asemeja a las anteriores es Claro video en Colombia.

La demanda de los contenidos audiovisuales de estas, es tan grande que los operadores de televisión convencionales han tenido que aplicar cambios en la forma en como promocionan los

canales, permitiendo que sus clientes puedan elegir que contenido pueden ver y en qué momento (Netflix).

Los consumidores buscan cada vez más que sus contenidos sean más personalizados y accesibles en cualquier instante. es en este punto donde juegan un papel importante, lo dispositivos móviles ya que con las nuevas tecnología que ofrecen, y con las altas velocidades de internet (LTE, 5G), las barreras se estrechan cada vez más. Ya que se convierte en tecnologías compatibles, permitiendo que los usuarios puedan acceder a los contenidos en cualquier lugar y momento, reconociendo ubicuidad.

6.6.3 Desarrollo software Raspberry Pi 3

6.6.3.1 Python

Python como lenguaje de programación, significa amplias ventajas para la elaboración del proyecto en cuestión del proceso de desarrollo por encima de otras herramientas. Gracias a que cuenta con una sintaxis relativamente simple para cualquier usuario, además de su amplio soporte en librerías y/o extensiones, muchas relacionadas y específicamente diseñadas para el reconocimiento de imágenes y la visión artificial por computadora que aborda este proyecto. Python es un lenguaje robusto multiplataforma el cual soporta o contiene todas las herramientas necesarias y de código abierto para su libre uso en el desarrollo de aplicaciones.

Por lo antes mencionado se eligió Python como lenguaje de programación con el cual desarrollar un prototipo del código para el reconocimiento de expresiones.

Tabla 2. Código de reconocimiento, Dependencias

	Dependencia	Versión
1	Python	2.7.15
2	OpenCV	3.1.0
3	Dlib	18.17.100
4	Scikit-image	0.14.0
5	Scikit-learn	0.17
6	Numpy	1.15.1

Nota: elaboración propia

6.6.3.2 OpenCV

Desde su aparición en 1999 esta librería se ha implementado en una gran cantidad de aplicaciones con todo tipo de fines relacionados con la visión artificial por computadora, esto debido a que su publicación se dio bajo una licencia BSD (*Berkeley Software Distribution*) que permite su uso libremente para propósitos comerciales y de investigación con las condiciones en ella expresadas.

Figura 1. Puntos de referencia en el rostro (Landmark)



Nota: elaboración propia

Esta librería no está limitada a una plataforma en concreto permitiendo su uso en distintas distribuciones de software como Mac OS X, GNU/Linux y Windows siendo estas dos últimas plataformas donde se desarrolla este proyecto. Empleándose como librería en el software de procesamiento de imagen para la detección y caracterización del rostro con la ayuda de otras dependencias.

6.6.3.2.1 Delib

Esta biblioteca es pieza importante en el código para el procesamiento de las emociones, debido a sus aportes en el procesamiento de imágenes además de sus herramientas en aprendizaje automático.

En general esta biblioteca es un conjunto de componentes de software independientes de código abierto publicado bajo una licencia de software Boost, que a su vez está basada en las condiciones de licencias de publicación de software BSD.

6.6.3.2.2 Scikit-image

Es una colección de algoritmos para el procesamiento de imágenes. Está disponible de forma gratuita y sin restricciones. Utilizada para el procesamiento de las imágenes en caso de que se quiera mostrar en pantalla o manipular internamente. Librería orientada al lenguaje de programación Python.

6.6.3.2.3 Scikit-learn

Biblioteca de aprendizaje de máquina de software para el lenguaje de programación Python. Se utiliza para manipular los datos entrenados mediante el análisis de componentes PCA utilizando el componente interno “Joblib”.

6.6.3.2.4 Numpy

Se trata de una extensión del lenguaje Python, esta funciona como soporte para el manejo de vectores y matrices siendo así una biblioteca de funciones matemáticas de buen nivel.

6.6.4 Ionic

Debido a que la intención de los autores es que la aplicación móvil que se desarrollara fuese compatible para ambos sistemas operativos (Android y IOS) que son los sistemas operativos predominantes en los Smartphones, pero en adición también es compatible para sistema operativo Windows phone, Ionic es la plataforma para desarrollo de aplicaciones móviles y web más indicada ya que es de código libre, por esta razón el código se desarrolló en su versión 3.

6.6.5 Firebase

Para el manejo de los datos de los usuarios, profesor, administrador, resultados de las encuestas realizadas por los usuarios, y comentarios añadidos por el profesor, es necesario que siempre estén disponibles. Firebase storage es la herramienta que se optó para el almacenamiento de esta información.

6.7 Ubicuidad

La Tecnología o computación ubicua, describe un concepto en el cual se unifica todos los dispositivos informáticos que rodean a un individuo, convirtiéndolos en eslabones de una cadena que integra a cada uno de ellos en una plataforma la cual constantemente estaría tomando información de este entorno.

Este concepto fue mencionado y atribuido a Mark Weiser quien en 1991 mientras trabajaba en Xerox laboratorio Palo alto, ilustró al público con estas ideas en sus últimos artículos publicados.

En la actualidad con los recientes avances tecnológicos, se está logrando cumplir con el sueño de Weiser. Los dispositivos quienes tenían tareas establecidas son transformados en fuentes de información, ya sea suministrando al usuario o extrayéndose del ambiente en que este y se encuentra de manera autónoma.

6.8 Aprendizaje

La inteligencia desde hace siglos, se ha considerado como algo que se hereda genéticamente y también como un distintivo único de la persona. Aunque muchos investigadores no comparten esta idea.

Autores como Thurstone en 1938 y Guilford, definieron en sus investigaciones, 7 y 150 respectivamente, factores diferentes de inteligencia. Entre las que se puede mencionar fluidez verbal, comprensión verbal, aptitud espacial, rapidez perceptiva, razonamiento inductivo, aptitud numérica y memoria. En consecuencia estos factores permiten que una persona pueda adaptarse a su entorno.

Uno de los investigadores que se opone a la idea que planteaban inicialmente los filósofos, fue en su momento Piaget en 1978, quien afirmaba que la inteligencia de una persona no viene definida por herencia ni por el ambiente, sino por el intercambio que existía entre el niño y su entorno. Ahora bien la inteligencia es afectada indirectamente por herencia genética y en consecuencia este tiene un efecto en la psicología del individuo. En pocas palabras, no todas las personas van a procesar la misma información de igual forma, puesto que, la manera en la que han estado expuestas al entorno y los conocimientos adquiridos gracias a esa interacción va a variar.

Howard Gardner en 1983 afirmó, que existe un conjunto de competencias humanas (no una sino múltiples) y que conforman la estructura intelectual del ser humano, las cuales pueden ser moldeadas (educadas) y combinadas de muchas formas adaptativas, por las personas y culturas.

Estos conceptos se tienen en cuenta al momento de decidir qué tipo de contenido audiovisual se exhibirá en el periodo de prueba, pues es claro que según la cultura y el entorno, esta información tendrá un mayor o menor impacto en la conciencia del individuo, y el resultado de trasfondo de este proyecto es que exista un cambio positivo en el uso de la información por medio de las plataformas OTT.

Para que un ser humano pueda aprender es necesario el estímulo para el desarrollo del cerebro emocional, sensorial, intelectual y motor. Conforme a lo mencionado para lo que se planteaba inicialmente este proyecto solo se tenía en cuenta el cerebro emocional e intelectual, pero es necesario tener en cuenta los cuatro. Una persona puede tener déficit de atención o no saber leer bien y por tal motivo contar con problemas de aprendizaje, también puede tener problemas de retentiva y no responder correctamente ante algún tipo de evaluación, es por eso que determinar si una persona aprende, depende de estas cuatro, y no solo del análisis emocional e intelectual.

6.8.1 Cerebro emocional

El cerebro emocional se encuentra más ligado a las interacciones sociales y por ende depende de nuestro desarrollo como ser humano, nuestra crianza, comportamientos y comprensión de nuestro entorno como sociedad.

LeDoux (1986, 1992, 1993 y 1994) amplió sus investigaciones, centrándose en las primitivas estructuras del sistema límbico del cerebro y llegó a considerar estos sistemas como un cerebro emocional, que puede actuar independientemente del “cerebro intelectual” (corteza y neo corteza cerebrales). Surge, entonces, un nuevo concepto de inteligencia el cual fue definido por los psicólogos Peter Salovey y Jonh Mayer en 1990 conocido como inteligencia emocional el cual es “un subconjunto de la inteligencia social que comprende la capacidad de controlar los propios sentimientos y emociones, discriminando entre ellas y utilizando esta información para guiar nuestro pensamiento y nuestras acciones (p.189)”. Posteriormente Daniel Goleman (1995) popularizo este constructo (Araya vargas & Salazar Rojas, 2001).

Los psicólogos aún no se han puesto de acuerdo, en cuanto a la inteligencia emocional se refiere. La inteligencia emocional al igual que las habilidades debe ser entrenada en la infancia, pero que genera a su vez polémica porque hay factores que no se pueden medir.

Desde la lactancia, pasando por los primeros meses de vida en los cuales tiene un contacto cercano con su madre, incluso si la madre durante este periodo de gestación o el desarrollo del niño está bajo estrés o deprimida, activa defensas automáticas que precipitan efectos que puede llevar a desórdenes funcionales en varios sistemas regulatorios del cerebro.

Con base en lo anterior se alteran los estados de conciencia, que provocan que los niños sean propensos a sufrir diversos trastornos como depresión, ansiedad, hostilidad, sentimientos suicidas, abusos de sustancias, y estas no tienen que ver con experiencias primarias en medio de cuidados parentales estresantes, negligentes, intrusivos o de abuso físico que pueden tener peso duradero y permanente sobre la salud mental del individuo.

También la manera en cómo han sido criados en su infancia hasta la edad actual es un determinante a la hora de que una persona responda a estímulos de los contenidos audiovisuales para la concientización social y ambiental como ya se ha mencionado en líneas anteriores.

6.8.2 Cerebro motor

En cualquier lugar y momento, todas las personas se están moviendo por cualquier motivo: acercarnos a un objeto, bailar, hablar, hacer ejercicio, escribir un mensaje, cuando giramos la cabeza o movemos las manos cuando queremos ser más claros en una conversación, entre muchos otros (C5N, 2011).

Cuando inicia la vida de cualquier ser humano existe poco control sobre nuestros movimientos voluntarios, y a medida que se va desarrollando estos también mejoran, ejemplo de estos puede ser caminar, correr, saltar, hablar, escribir, y cualquier otra actividad que requiera destrezas finas.

Con el sistema motor podemos tener acceso al conocimiento del mundo exterior, teniendo contacto directo con lo que nos afecta bien sea de manera positiva o negativa, pero haciendo los cambios necesarios para nuestro propio bienestar.

La información que obtenemos del exterior, es decisiva pues con esta se hacen todos los procesos críticos previos como lo son la planeación de cambios para posteriormente iniciar cualquier movimiento.

Para el inicio de cualquier movimiento voluntario inicia en el las neuronas llamada neuronas motoras, que envían esos impulsos nerviosos hacia la corteza cerebral motora, posteriormente hacia la medula espinal y finalmente este genera cambios en los músculos esqueléticos.

6.8.3 Cerebro sensorial

El desarrollo sensorial es muy importante puesto que afecta de manera positiva el proceso de aprendizaje de una persona, cabe decir que dentro de esta se encuentra la sensación quien se encarga de recibir la información del exterior y la percepción que procesa la información para su respectiva transmisión.

Lo sensorial es la primera relación que posee un niño para lograr un aprendizaje, por medio de su visión, el aroma de las cosas, los sonidos que provienen de ciertos objetos o persona son algunas de las ventanas que posee un niño para el desarrollo de un conocimiento, por eso es necesario describir el proceso desde la recepción hasta la comprensión o entendimiento de un estímulo.

El proceso por el cual un estímulo es captado y llevado a nuestro sistema nervioso central donde es traducido, procesado y aparte se determina la acción o respuesta, ya sea de forma emocional, motora, o en el caso de este proyecto, cognitiva, es denominado sensopercepción, donde se transforma el estímulo en señales eléctricas o química.

En esta definición podemos ver una estrecha relación entre el sistema sensorial y el motor, debido a que los sentidos impulsan las acciones que toma un persona. Más adelante veremos que algunos niños con problemas en la percepción de estímulos también desarrollan problemas a la hora de realizar algunos movimientos.

El proceso de interacción de nuestro organismo con el mundo exterior es de manera continua y por medio del cual reaccionamos, el ser humano atreves de los sentidos recolecta la información proveniente de nuestro mundo, por esto se considera a las sensaciones las base de todo

el conocimiento, pues es la primera instancia encargada de darnos a conocer ya sea la información del mundo exterior, hasta la de nuestro cuerpo.

Percepción: según Feldman (2002) “la percepción es la organización, interpretación, análisis e integración de esos estímulos, que implica el funcionamiento de los órganos de los sentidos y el cerebro” (Cataño Rodríguez & Peña T, 2006).

Para Piaget llegar a un aprendizaje es necesario la interacción o manipulación de los objetos para obtener un conocimiento sobre este, es decir, la persona debe tener un correcto desarrollo sensorial para producir un adecuado aprendizaje.

Como se decía el aprendizaje se basa en las sensaciones desde el momento en que percibe una, hasta el momento de darle una interpretación o percepción, en otras palabras en su recepción, transmisión e integración de estos estímulos, ya sean de forma visual, auditivas, táctiles, puesto que el cerebro asocia lo vivido a ellos, de tal forma podemos ver algunos tipos de aprendizaje relacionados con las experiencia o conocimientos previos, un simple ejemplo sería la caída de un niño mientras juega en un columpio, es probable que el niño desarrolle algún temor a este escenario por el dolor que le causó, también existen aprendizajes de forma mecánica, que no tiene ninguna relación hacia hecho pasado, como por ejemplo la memorización de una fórmula matemática, y a pesar de no estar ligada a la experiencia, esta información así como cualquier otra es captada mediante los sentidos.

Las primeras funciones en desarrollarse y que cuentan con gran importancia en las capacidades y desarrollo perceptivo y cognitivo del niño, es la función sensorial, este las relaciona con las condiciones del ambiente que lo rodea y a partir de ello tomará decisiones y acciones.

Según (Beaudry Bellefeuille, 2006) algunos problemas en el aprendizaje, la conducta o la coordinación motriz se presentan en un elevado número de niños con un trastorno en el procesamiento sensorial (TPS) también llamado disfunción en la integración sensorial (DIS), esto quiere decir que las informaciones captadas por los diversos órganos sensoriales del cuerpo no son interpretadas y organizadas adecuadamente por el sistema nervioso central (SCN), esta disfunción afecta el sueño, alimentación, la capacidad de aprendizaje y cualquier actividad cotidiana, un buen desarrollo cognitivo y perceptivo radica en el proceso sensorio-motor.

Es muy importante conocer estos sistemas sensorios donde los niños pueden desarrollar unas problemáticas en su aprendizaje.

El sistema táctil es uno de los de los más importantes sentidos, en el recae la habilidad de recibir e interpretar los estímulos que son provocados al contacto con la piel, en este sistema se toca contacto con el primer aprendizaje que se puede desarrollar, incluso su desarrollo inicia antes del parto.

A continuación se describen algunos problemas que pueden presentarse en este sistema.

El estímulo táctil afecta a nuestro estado de alerta, si alguien nos toca inesperadamente por detrás entramos en un estado de miedo, tensión o nervios, un niño con hipersensibilidad táctil reacciona de esta forma ante cualquier estímulo, lo cual afectaría su concentración, su aprendizaje.

Las evaluaciones por parte de terapeutas ocupacionales especializados en integración sensorial revelan que muchos niños diagnosticados con trastorno de déficit de atención e hiperactividad (TDAH) son hipersensibles al tacto aunque son diagnósticos diferentes, el 60% de los niños que padecían algunos de estos trastornos en realidad también padecía el otro.

El sistema propioceptivo es en el cual, la información sobre la posición y el movimiento de nuestras partes del cuerpo, son recibidas por el cerebro, un problema en este sistema no permite la percepción en los movimientos articulares y de todo el cuerpo, la posición de ellos, la velocidad y dirección de los movimientos y la fuerza ejercidas para alguna tarea, por este motivo un niño hiporresponsivo al estímulo propioceptivo tardara mucho más en aprender tareas básicas como vestirse o comer, también otras habilidades motoras como montar bicicleta, nadar o practicar algún deporte.

El sistema vestibular es el responsable de mantener la orientación de nuestro cuerpo, el equilibrio, la postura, el enfoque visual entre otros.

Un problema que se puede generar en este sistemas es la hipersensibilidad al estímulo vestibular al igual que la hipersensibilidad táctil general que es un estado de alerta, esto se ve reflejado en la parte social debido a que el niño prefiere realizar actividades que no lo lleve a un estado de alerta, evitando internaciones sociales.

La dificultad para mantener la atención es frecuente en quienes sufren hiporresponsivos al estímulo vestibular, estas personas puede buscar un estímulo a este sistema y realizan actividades exaltantes que interfiere en ocasiones en la capacidad de mantener la atención y causando problemas en el aprendizaje académico

Cuando no se detectan estos trastornos en el procesamiento sensorial a temprana edad, es posible que se hagan notar, cuando enfrenten el proceso de educación, pues pueden presentar problemas como dificultades en la lectura, las matemáticas y la escritura.

En consecuencia una expresión emocional se puede hacer de manera mecánica por ende, estas, no dan una garantía de que la expresión sea completamente genuina, de igual manera con el lenguaje. A diferencia de un polígrafo que puede identificar cambios que se generan de manera inconsciente y que no pueden ser controlados, por ejemplo las que se presentan en situaciones de tensión.

La memoria se ve afectada por el estrés, en consecuencia debido a que un estudiante universitario durante el semestre aumenta su nivel de estrés ya que tiene una carga académica alta, su capacidad de comprender y retener la información se ve reducida considerablemente.

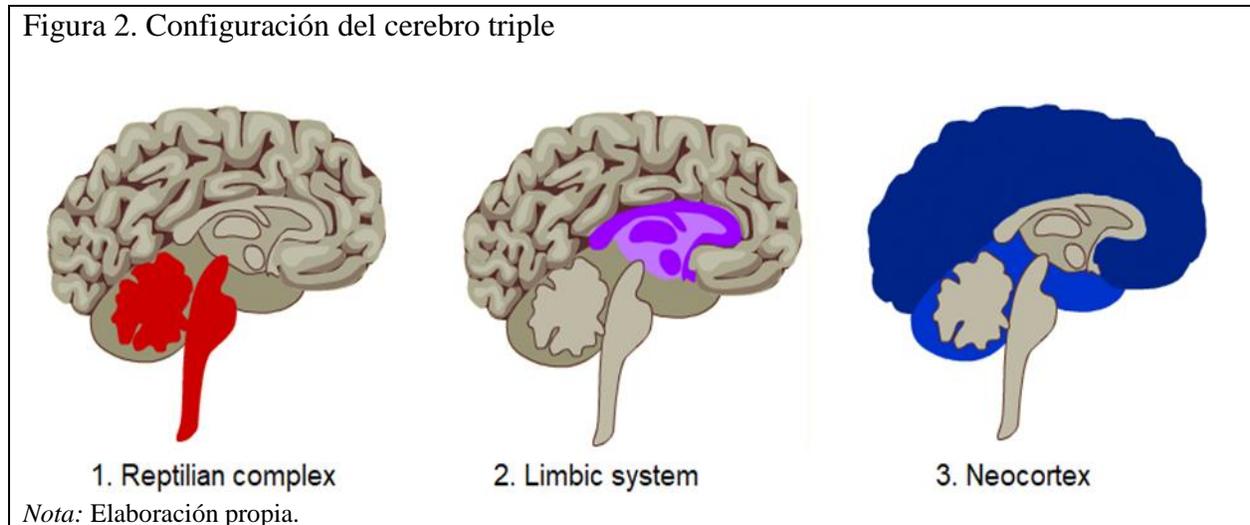
6.8.4 Cerebro intelectual

El ser humano y su capacidad de aprender está íntimamente ligada a la memoria, por tal motivo la sección del cerebro que se encarga de gestionar y controlar estas funciones debe ser tomada en consideración para llegar a un resultado que pueda validar la forma en que las personas conciben la información.

En el estudio de los tipos de cerebros se puede definir a algunos como más funcionales que otros, sin embargo, todo son igual importantes para una completa integración y su funcionamiento recíproco. Por esto es inevitable abordar el cerebro intelectual, gracias a que este conforma biológicamente el 90% de la corteza cerebral, denominada “Neocórtex” o “Neocorteza”.

Principalmente el neocórtex está conformado por el denominado cuerpo celular (somas) o materia gris, además de las dendritas de neuronas que forman parte del encéfalo.

El neocórtex involucra toda la región superior del cerebro y no está limitado a un hemisferio de este en específico. Este hace parte del llamado “cerebro triple” o “triuno” constituido por el sistema límbico y el cerebro reptilico o reptiliano. Teoría la cual fue primada por Paul MacLean desarrollada sobre los años 50.



En lo que se refiere a la capacidad del cerebro humano para distribuir en poco espacio muchos somas, podemos encontrar que es un caso un tanto único en la naturaleza haciendo posible que se pueda encontrar una gran cantidad de neuronas distribuidas a lo largo de los cerebros sobrepuestos sobre estas mismas. Esta característica supone ventajas sobre el rendimiento de nuestros procesos mentales.

Como ya se ha mencionado el neocórtex no es uniforme ya que este se encuentra distribuido en los dos hemisferios cerebrales, constituyendo parte importante de los lóbulos frontales los cuales son los encargados del procesamiento de la mayoría de información que pasa por el cerebro.

La Neocorteza está dividida en 6 capas con funciones variadas, cada una con distintas funciones y formaciones celulares.

Acerca de la manera en que se estudia el cerebro y su funcionamiento hay quienes afirman que este se comporta como si se tratase de una máquina, Según las investigaciones del profesor de psicología de la Universidad de Colorado en Boulder, Estados Unidos, Randall O'Reilly. Esta área del cerebro humano (Neocorteza) que está relacionada con nuestras habilidades intelectuales funciona de manera muy similar a un ordenador,

Según lo expuesto en su artículo denominado "*Biologically Based Computational Models of High-Level Cognition*", publicado en la revista Science, O'Reilly y sus colaboradores señalan que el estudio del cerebro por medio de la combinación de modelos mecanicistas y modelos funcionales más abstractos permiten concebir este órgano como una síntesis de funciones, unas más concretas y mecanicistas y otras más abstractas (Matínez, 2006).

Como se puede notar existen distintos puntos de vista sobre los cuales podemos basarnos para estudiar los distintos tipos de cerebro y de esta manera crear y/o rescatar las conclusiones necesarias para evaluar las respuestas fisiológicas de las cuales se encarga este estudio, aunque alguna de estas sean solo teoría, al igual que lo planteado en este documento se considera necesario una mayor investigación para sacar conclusiones precisas acerca de lo planteado.

Por el momento en cuanto a lo que concierne al proceso de aprendizaje, relacionando las funciones de la neocorteza, basándose en los objetivos de este trabajo, encontramos que es de suma importancia la variedad de funciones de las que se encarga esta área específica del cerebro, puesto que actualmente la neocorteza se considera la responsable de nuestra capacidad de razonamiento, permitiendo el pensamiento lógico y secuencial, que son parte importante al tratar de entender como el cerebro humano procesa la información de una manera reflexiva permitiendo la creación de conocimiento basados en datos obtenidos previamente.

En contraste, ya que esta sección del cerebro tiene funciones establecidas hacia el análisis y la planificación para la elección de un proceso o conducta a seguir, se debe hacer un estudio que plantee un seguimiento preciso acerca de su relación con las respuestas automáticas expresivas de una persona precisando su participación en tal proceso. Debido a que las respuestas que se planean estudiar se buscan sean las más auténticas en cuanto a su capacidad de ser involuntarias sin un proceso cognitivo consiente que las manipule.

Sin embargo, la toma de estas decisiones está ligadas a un proceso de memoria en el cual la neocorteza basa parte de su funcionamiento haciendo uso de la información almacenada instintivamente, información que puede estar basada en un proceso evolutivo, como la capacidad del ser humano para detectar la simetría en los rostros siendo respuesta de buenos genes, o información que aprendió de lo vivido. El cerebro intelectual aunque es parte indispensable en el proceso de aprendizaje, para la evaluación de las respuestas espontaneas e involuntarias no es el área más adecuada para precisar, pues este se encarga de reflexionar.

6.8.5 Aprendizaje ubicuo

En un mundo en el cual se puede llevar el internet en los bolsillos, ciertos conceptos como es el aprendizaje deben reconsiderarse. A menudo las plataformas virtuales y los diversos contenidos en la red son más accesibles para todo tipo de usuario.

Desligado al hecho de que se imparta la clase en un aula o salón, se deberá reconsiderar la forma en que se ve la formación académica, el alumno tendrá la posibilidad de acceder a los contenidos dependiendo de sus necesidades, teniendo este el control al tipo de información o estudio que desee realizar, además podrá escoger en donde y en qué momento.

Esto se podría ver de dos formas: la primera que los interesados pueden disponer de estos contenidos destinados al aprendizaje en cualquier lugar y zona en donde cuente con una conexión a internet, rompiendo las barreras como el desplazamiento a la institución, el gasto económico, de tiempo que este implica y la disponibilidad para cumplir las horarios asignados, el segundo punto de vista y quizás donde se pueda observar una problemática, es que poseerían en mayor medida el control de la información, desde cuándo la estudiará, que debe estudiar, la motivación y desempeño que estas personas tengan en dicho momento repercutirían en alguna medida al aprendizaje, además, se perdería la interacción personal con quien dicta o imparte el conocimiento, aunque no se tendrá en cuenta a la hora de realizar el proyecto. Es bien sabido que los procesos de aprendizaje incluyen una gran variedad de factores entre ellos la interacción social, este y otros factores influirán en el alumno quien ahora decide cuándo y dónde tomara sus clases.

Sin embargo, no se puede medir de manera inmediata la respuesta que el usuario expresa ante la información que se le está suministrando, pero inconscientemente esté va mostrando diversos cambios en la superficie de su rostro asociadas a diversas emociones. Si se es capaz de medir y clasificar estas emociones por medio de un sistema ubicuo el cual monitoree el movimiento superficial del rostro, obtendríamos datos que pueden ser asociados a la aceptabilidad de la información mostrando gusto o disgusto por esta.

6.9 Tecnologías OTT e IOT

Una vez realizado el proyecto se continuará con su interconexión haciendo uso del internet de las cosas o plataformas “Over The Top” y poder introducir esta tecnología en dispositivos que cuenten con acceso a internet y facilitar la toma de información para el análisis de las metodologías de aprendizajes.

Algunos de los conceptos a tener en claro son los de IoT y OTT:

Se conoce como Internet of things o internet de las cosas a los dispositivos que tienen la capacidad de conectar a internet, como el caso de relojes, gafas, electrodomésticos u otros objetos que permitan la toma de información.

Los servicios OTT son aquellos que prestan contenido multimedia, sea video audio o texto, sin la necesidad de contar con la intervención de un operador de telecomunicación, a modo de ejemplo encontramos a Netflix, WhatsApp, Skype.

6.9.1 Usabilidad

Es importante a tener en cuenta como se sintieron los usuarios cuando vivieron la experiencia, con el manejo de la aplicación móvil, y la calidad de la información durante las pruebas finales del prototipo. La definición más utilizada es la que ofrece formalmente la norma ISO 9241-11, en la cual describe la usabilidad como al alcance en el que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar metas específicas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso (Standards, 1998).

(Hussain, 2012), citado por (Enriquez & Casas, 2013) Propone un modelo, llamado mGQM (mobile Goal Question Metric), el cual define un conjunto de métricas para evaluar la usabilidad de las aplicaciones móviles. El modelo propone un conjunto de métricas objetivas y subjetivas.

Se desarrolló una encuesta subjetiva, en la cual se le pide al usuario que fuera completamente honesto a la hora de responderla, para hacer los cambios pertinentes, y que retroalimenta el producto final.

A continuación se muestra las preguntas, en la encuesta:

- ¿La calidad de los videos estuvieron?
Excelente Bueno Aceptable Mediocre Mala

- La optimización de la pantalla fue:
Excelente Bueno Aceptable Mediocre Mala

- La información suministrada por los video fueron:

Excelente Bueno Aceptable Mediocre Mala

- ¿Cómo mide su satisfacción con la aplicación?

Satisfecho Medianamente Insatisfecho

- Como considera que fue la navegabilidad en la aplicación

Excelente Bueno Aceptable Mediocre Mala

7 Metodología

Este proyecto es de carácter exploratorio debido a que constituye una primera etapa para el uso de sistemas de reconocimiento facial en la validación del aprendizaje ubicuo, ya que no hay una línea consolidada sobre este tema. Se describe el sistema de reconocimiento de emociones y como este finalmente se adapta a la plataforma OTT. Dado el alcance del proyecto se empleó un software y hardware para la elaboración final de un prototipo que será aplicado en un sistema de aprendizaje ubicuo.

7.1 Diseño

7.1.1 Diseño arquitectura software

Teniendo en cuenta los requerimientos físicos, a continuación se hace las especificaciones de los requerimientos funcionales para diseñar los módulos de la arquitectura. Primero a través de diagramas de uso, se modela escenarios para realizar un alcance del software en cada uno de los subsistemas funcionales, después se plantea la arquitectura inicial.

7.1.1.1 Requerimiento de software

Para el desarrollo de un sistema ubicuo basado en el reconocimiento de emociones que permita reforzar el proceso de aprendizaje a distancia, haciendo uso de material audiovisual. Es necesario definir requerimientos funcionales de software como:

- Se debe utilizar un sistema de inicio de sesión para usuarios, profesores y administradores.
- Una vez se inicie sesión, el sistema debe permitir agregar material audiovisual previamente evaluado desde el perfil de administrador, desplegando notificaciones previas y en el instante de su publicación.

- El usuario debe poder visualizar todo el material audiovisual agregado por el administrador, de manera que se pueda acceder al mismo desde su dispositivo móvil.
- Se debe generar automáticamente los reportes con los datos de fecha y hora durante las clases virtuales en que se generó expresiones faciales por parte del alumno.
- Es necesario incluir un sistema de respuesta en el que el administrador pueda agregar observaciones al usuario con base a los datos de las sesiones previas.
- Debe ser posible visualizar los datos obtenidos en la interfaz de usuario como de administrador.

Con base en estas características se define los requerimientos funcionales para el diseño de la arquitectura de software orientada a un sistema ubicuo basado en el reconocimiento de expresiones faciales que refuerce el aprendizaje a distancia.

7.1.1.2 Requisitos funcionales

Basados en el enfoque de la educación ubicua, es necesario tener en cuenta las funciones que tiene cada rol en este proceso, es decir, el profesor como el usuario tendrán una plataforma para la producción y recepción de la información, más precisamente las clases virtuales, en los cuales se permitan la ejecución de las siguientes funcionalidades:

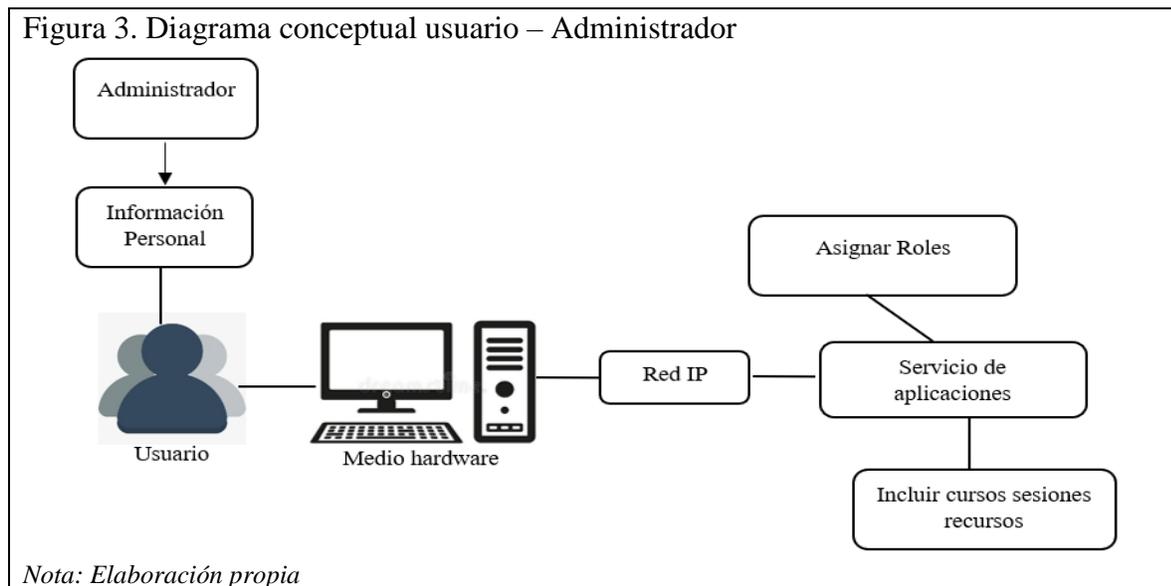
1. Inicio de sesión para profesores y estudiantes.
2. Crear clase virtual en donde se notifique a los estudiantes etiquetados la información necesaria para el ingreso la sesión como son los temas que abordar y la hora programada.
3. Visualizar la clase por parte del estudiante desde el dispositivo móvil.
4. Generar automáticamente por medios del software reportes con los datos de fecha y hora durante la clase en que se generó expresiones faciales por parte del estudiante.

5. Permitir al profesor generar observaciones a los estudiantes una vez terminada la clase en base a los reportes generados por el software.
6. Visualizar reportes y observaciones de las clases.

7.1.1.3 Roles de usuario

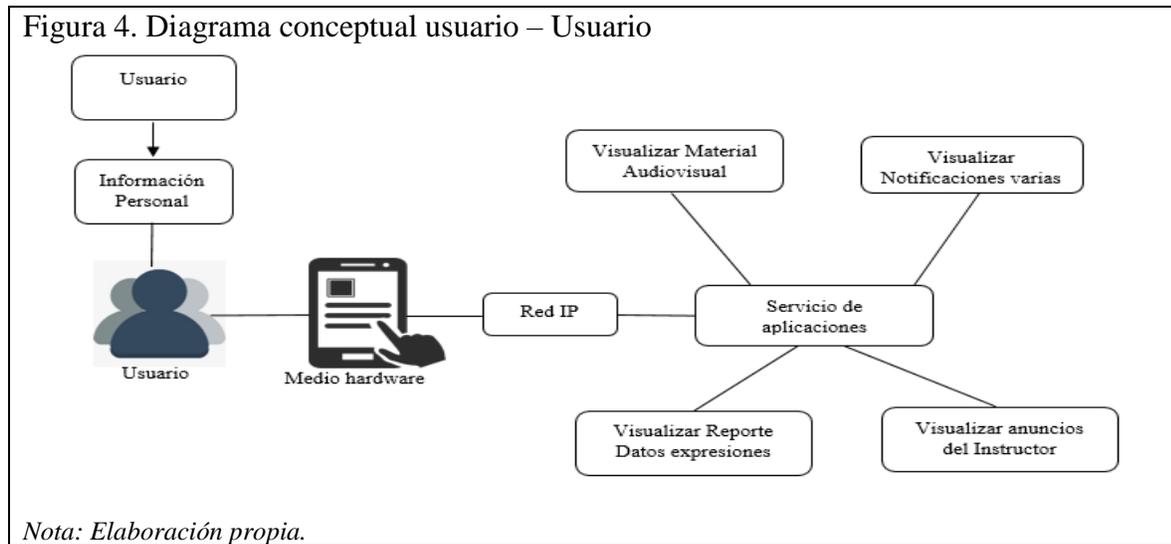
El sistema de reconocimiento de expresiones faciales para el apoyo del aprendizaje tiene los siguientes roles:

Administrador: Es el encargado de crear las sesiones y asociar la disponibilidad para profesores y usuarios. En la figura 1, se puede visualizar el diagrama conceptual del rol administrador, en el que se especifican las acciones de ingreso al sistema y configuración.

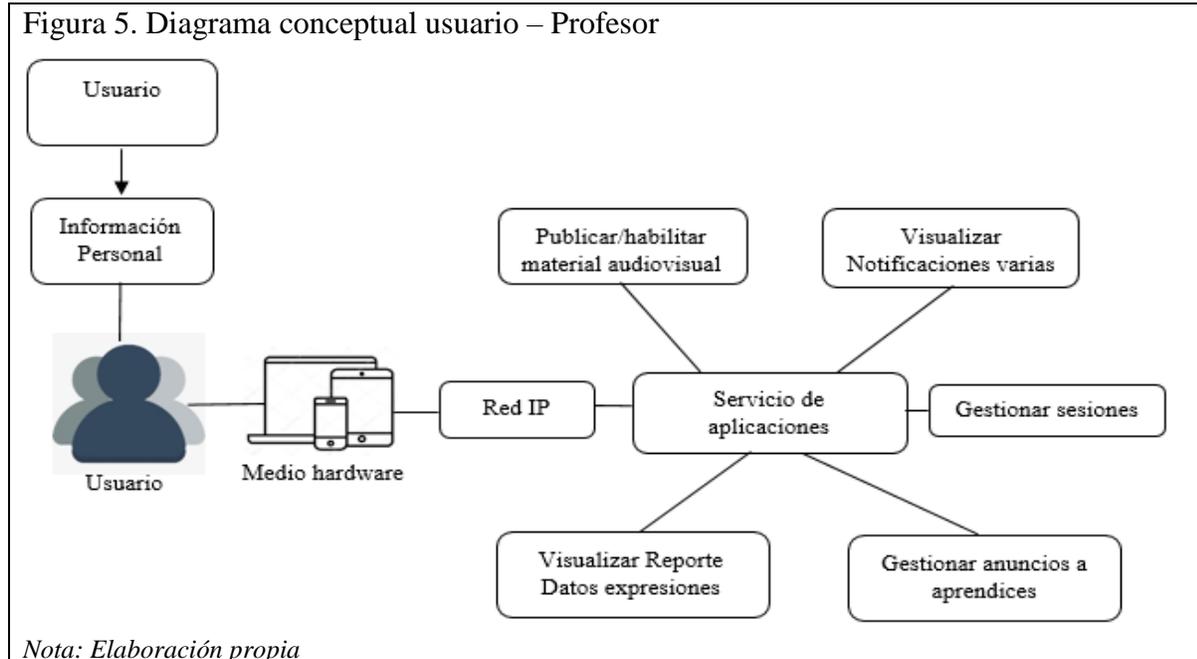


Usuario: El usuario del sistema interactuara en la sesión mediante su teléfono móvil utilizando controles diseñados en la interfaz de este, permitiendo la navegación mediante una pantalla táctil propia del dispositivo empleado.

En la figura 2, se puede visualizar el diagrama conceptual del rol estudiante, en el que se especifican las acciones de ingreso al sistema y visualización de los contenidos pedagógicos de los cursos de formación a distancia.



Profesor: Usuario del sistema encargado de publicar el material audiovisual de la sesión o curso (Materiales, Anuncios, sugerencias), interactuar con las herramientas de comunicación y tomar decisiones en base a los datos obtenidos de las expresiones. En la figura 3, se puede visualizar el diagrama conceptual del rol profesor, en el que se especifican las acciones de ingreso al sistema y registro de los contenidos audiovisual para la ejecución de los cursos de formación a distancia.



7.1.1.4 Vista de escenarios de la arquitectura de software

A continuación, se propone una vista de la arquitectura de los casos de uso con los roles definidos de cada uno de los actores presentes en el sistema, cada uno de ellos contará con sus respectivas descripciones.

Casos de uso: administrador

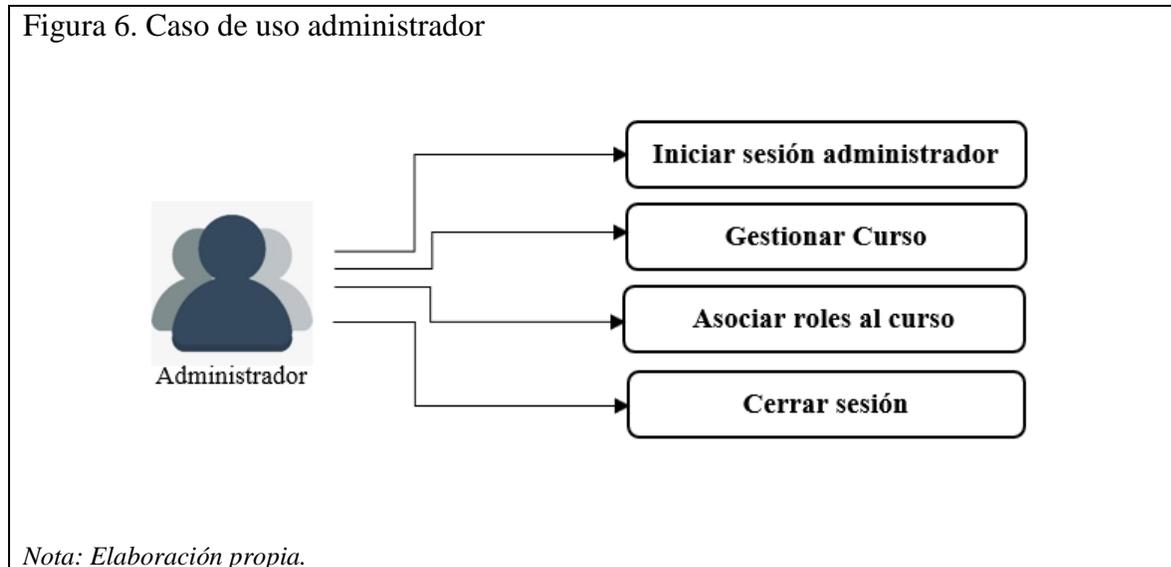
CU_01: Iniciar sesión Administrador

CU_02: Crear curso

CU_03: Asociar roles a curso

CU_04: Cerrar sesión

En la figura 7 se puede apreciar los casos de usos del administrador del sistema.



Casos de uso: iniciar sesión administrador

Tabla 3. Datos generales CU_01

ID:	CU_01
Nombre del caso de uso:	Iniciar sesión administrador
Propósito:	Ingresar al menú para crear y configurar los cursos.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema que autentifique los datos del administrador y posteriormente despliegue las listas de opciones para configurar y crear los cursos.
Actores:	Administrador.
Pre condiciones:	El administrador debe estar registrado en el sistema.
Pos condiciones de éxito:	Ingresar al menú de visualización para configurar y crear los cursos.
Pos condiciones de fracaso:	No ingresar al menú de visualización para configurar y crear los cursos.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Iniciar sesión administrador

Tabla 4. Escenario CU_01

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El administrador ingresa su nombre de usuario en el campo de texto en la interfaz de inicio.	
2. El administrador ingresa su contraseña de usuario en el campo de texto de la interfaz de inicio.	
3. El administrador da Click en el botón iniciar sesión de la interfaz de inicio.	3.1. El sistema valida que la información ingresada no es correcta. MSJ_01.
4. El sistema valida la información del administrador.	

5. El administrador ingresa al módulo de las opciones para configurar y crear los cursos.	
6. Fin de CU ingresar al inicio de sesión.	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 5. Mensaje MSJ_01.

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_01	Notificación	Usuario o contraseña incorrecta, vuelva a intentarlo.

Nota: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se visualiza cómo será la interfaz para el inicio de sesión del administrador y profesor. Como se mencionó anteriormente para que el administrador pueda ingresar a la plataforma es necesario que digite los datos de usuario y contraseña de manera correcta, además de estar registrado previamente.



La descripción de los casos de uso restantes para el administrador se encuentra descritos en los anexos.

Casos de Uso: Profesor

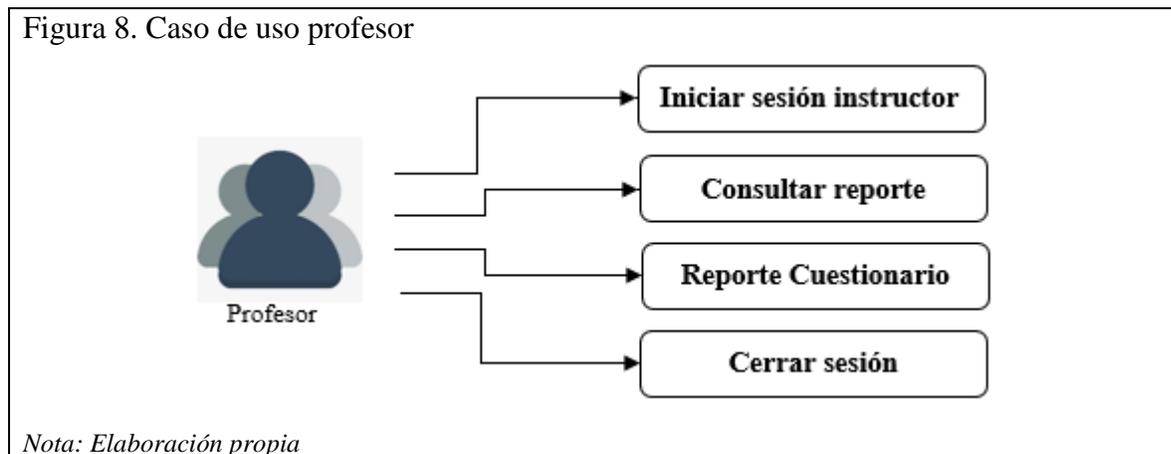
CU_05: CU Iniciar sesión profesor.

CU_06: CU Consultar reporte

CU_07: CU Reporte cuestionario

CU_08: CU Cerrar sesión

En la figura 8 se muestran los casos de uso del profesor.



Caso de uso: Iniciar sesión profesor.

Tabla 6. Datos generales CU_05

ID:	CU_05
Nombre del caso de uso:	CU iniciar sesión profesor.
Propósito:	Ingresar al menú para configurar los Servicios que se le van a desplegar a los usuarios.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema que autentifique los datos del profesor y posteriormente despliegue la lista de alistamiento para personalizar los servicios para programar las diferentes actividades.
Actores:	Profesor.
Pre condiciones:	El profesor debe estar registrado en el Sistema.
Pos condiciones de éxito:	Ingresar al menú para la configuración de las actividades.
Pos condiciones de fracaso:	No ingresar al menú para la configuración de las actividades.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 7. Mensaje MSJ_01

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_01	Notificación	Usuario o contraseña incorrecta, vuelva a intentarlo.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Ingresar a la aplicación profesor

Tabla 8. *Escenario CU_05*

Escenario principal	Escenario de extensión
7. El profesor ingresa su nombre de usuario en el campo de texto en la interfaz de inicio.	
8. El profesor ingresa su contraseña de usuario en el campo de texto de la interfaz de inicio.	
9. El profesor de Click en el botón iniciar sesión de la interfaz de inicio.	9.1. El sistema valida que la información ingresada no es correcta. MSJ_01.
10. El sistema valida la información del profesor.	
11. El profesor ingresa al módulo de las opciones para generar reportes que considere de las actividades.	
12. Fin de CU ingresar al inicio de sesión.	

Nota: Elaboración propia.

La descripción de los casos de uso restantes para el profesor se encuentra descritos los anexos.

Casos de uso: Usuario

CU_09: CU Iniciar sesión usuario.

CU_10: CU Visualizar clase.

CU_11: CU Activar cámara.

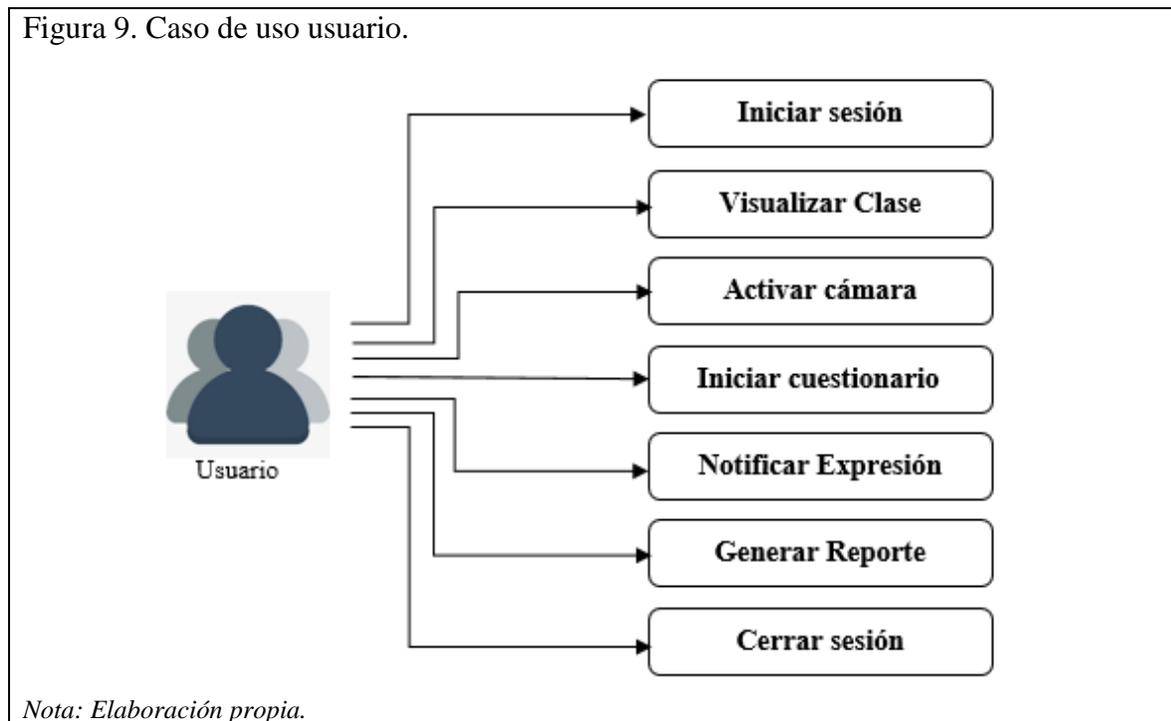
CU_12: CU Iniciar cuestionario.

CU_13: CU Notificación emoción.

CU_14: CU Generar reporte.

CU_15: CU Cerrar sesión.

En la figura 9 se muestran los casos de uso del usuario.



Caso de uso: Iniciar sesión usuario.

Tabla 9. Datos generales CU_09.

ID:	CU_12
Nombre del caso de uso:	CU iniciar sesión.
Propósito:	Ingresar al menú para visualizar la lista de actividades.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema que autentifique los datos del usuario y posteriormente despliegue la lista de alistamiento.
Actores:	Usuario.
Pre condiciones:	El usuario debe estar registrado en el Sistema.
Pos condiciones de éxito:	Ingresar al menú para visualizar las actividades.
Pos condiciones de fracaso:	No ingresar al menú para visualizar las actividades.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Ingresar a la aplicación usuario

Tabla 10. *Escenario CU_09.*

Escenario principal	Escenario de extensión
13. El usuario ingresa su nombre de usuario en el campo de texto en la interfaz de inicio.	
14. El usuario ingresa su contraseña de usuario en el campo de texto de la interfaz de inicio.	
15. El usuario de click en el botón iniciar sesión de la interfaz de inicio.	15.1.El sistema valida que la información ingresada no es correcta. MSJ_01.
16. El sistema valida la información del usuario.	
17. El usuario ingresa al módulo de las opciones para configurar y crear los cursos.	
18. Fin de CU ingresar al inicio de sesión.	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 11. *Mensaje MSJ_01.*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_01	Notificación	Usuario o contraseña incorrecta, vuelva a intentarlo.

Nota: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se visualiza cómo será la interfaz para el inicio de sesión del usuario. Como se mencionó anteriormente para que pueda ingresar a la plataforma es necesario que digite los datos de usuario y contraseña de manera correcta, además de estar registrado previamente.

Figura 10. Interfaz inicio sesión estudiante.



Nota: elaboración propia.

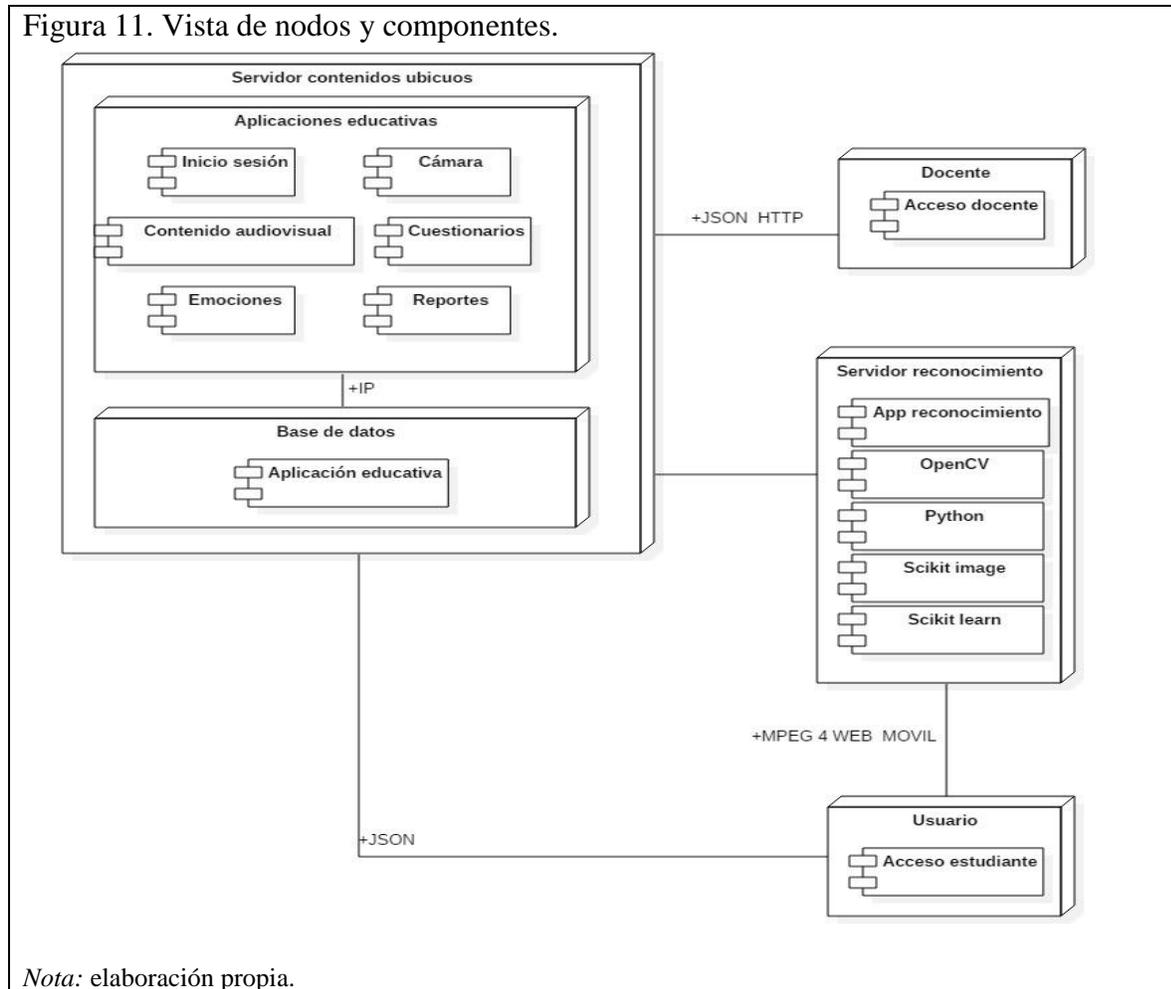
La descripción de los casos de uso restantes para el usuario se encuentra descritos los anexos.

7.1.1.5 Arquitectura propuesta

Para la arquitectura del sistema de reconocimiento de expresiones faciales en el proceso de aprendizaje con características ubicuas, se presenta un diagrama con nodos y componentes en donde se detallan los módulos y funciones asociadas a los diferentes usuarios que pueden acceder a esta. Permitiendo una completa vista de los elementos que lo conforman, agrupándolos según su funcionalidad.

Vista de despliegue de la arquitectura

En la siguiente figura se muestra el diagrama de nodos y componentes de la arquitectura del servicio de contenidos ubicuos.



A continuación se describe las funciones de cada bloque, nodo y componentes del sistema:

- Servidor contenidos ubicuos: en este servidor se encuentran los servicios prestados tanto al estudiante con al alumno, en el podemos hallar los nodos de base de datos y aplicaciones educativas.
- Nodo de aplicaciones educativas: En este nodo se encuentran todos los componentes interactivos de los contenidos por medio de un software tanto para los profesores y estudiantes.

- **Inicio de sesión**

En este módulo los usuarios o profesores ingresan los datos de usuario y contraseña que serán validados en la base de datos para el acceso a los contenidos del sistema.

- **Cámara**

En este módulo permite que se active la cámara para que el profesor pueda transmitir en vivo o grabar un nuevo contenido para los usuarios que les permite tener una apropiación de conocimientos y en consecuencia poder desarrollar apropiadamente los cuestionarios (evaluaciones), se verifica la funcionalidad de la cámara y se dispone en la activación de esta mediante la aplicación móvil automáticamente al comenzar a desarrollar el contenido de la plataforma de esta manera se da continuidad a los demás módulos.

- **Cuestionarios.**

Este módulo cuenta con la opción de cargar pruebas en las que se evalúen los temas vistos en las clases virtuales, de igual manera permite responde en línea para generar reportes.

- **Emociones.**

En este módulo se hará un seguimiento a los estudiantes mediante el software de reconocimiento de emociones en dispositivos móviles.

- **Reportes.**

En este módulo el sistema genera automáticamente reportes de las emociones durante la clase, además permite cargar observaciones del profesor hacia el usuario, el cual podrá ver desde el dispositivo móvil

- c) Nodo base de datos: este servidor contiene una base de datos donde se encuentra almacenada la información de contenidos y de los usuarios (profesores y usuarios). Lo conforma la siguiente base de datos.

- **Aplicación educativa**

Se encuentran la información referente a los usuarios, contenidos generados como lo son perfiles de los profesores, calificaciones, observaciones, cuestionarios, contenidos audiovisuales y reporte de las emociones de cada estudiante.

Este nodo se encarga de la interacción de los usuarios con los servicios que soporta la plataforma, como ver reportes o realizar cuestionarios propuestos por el docente de manera correcta, todo en conjunto con la interfaz de usuario que se implementara.

- **Acceso usuario**

Se encarga de la interacción de los estudiantes con los servicios que ofrece la plataforma, como tomar los cursos en vivos, ver reportes o realizar cuestionarios.

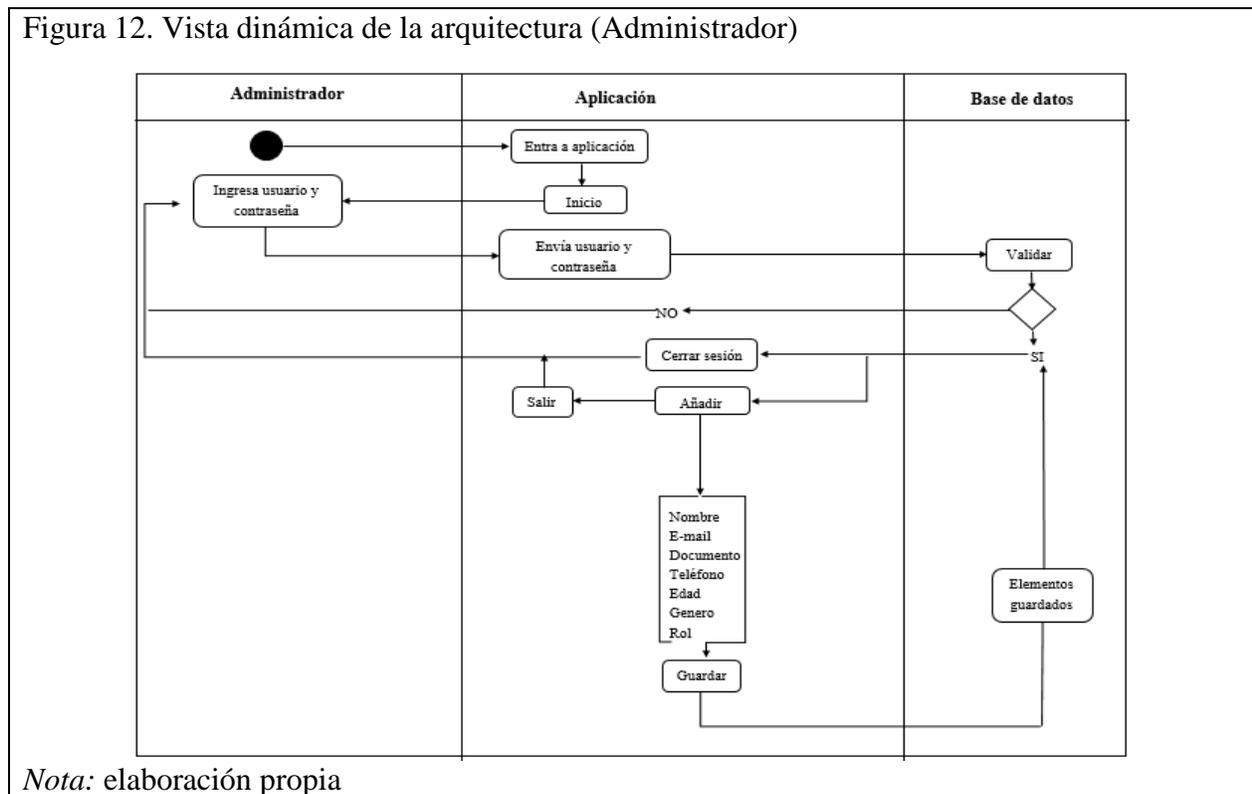
d) **Nodo docente:**

Este nodo permite la interacción de los profesores con el servidor de contenidos ubicuos para resultados de los cuestionarios y emociones presentadas durante la observación de dichos contenidos observar y generar reportes a los estudiantes asignados.

e) **Servidor reconocimiento:**

Este nodo se encargará de monitorear a los usuarios durante las sesiones mientras interactúan con los cuestionarios, para posteriormente generar un reporte de emociones que serán almacenados en la base de datos, a la cual tendrán acceso tanto los estudiantes como docentes al poder visualizar los resultados al finalizar la sesión.

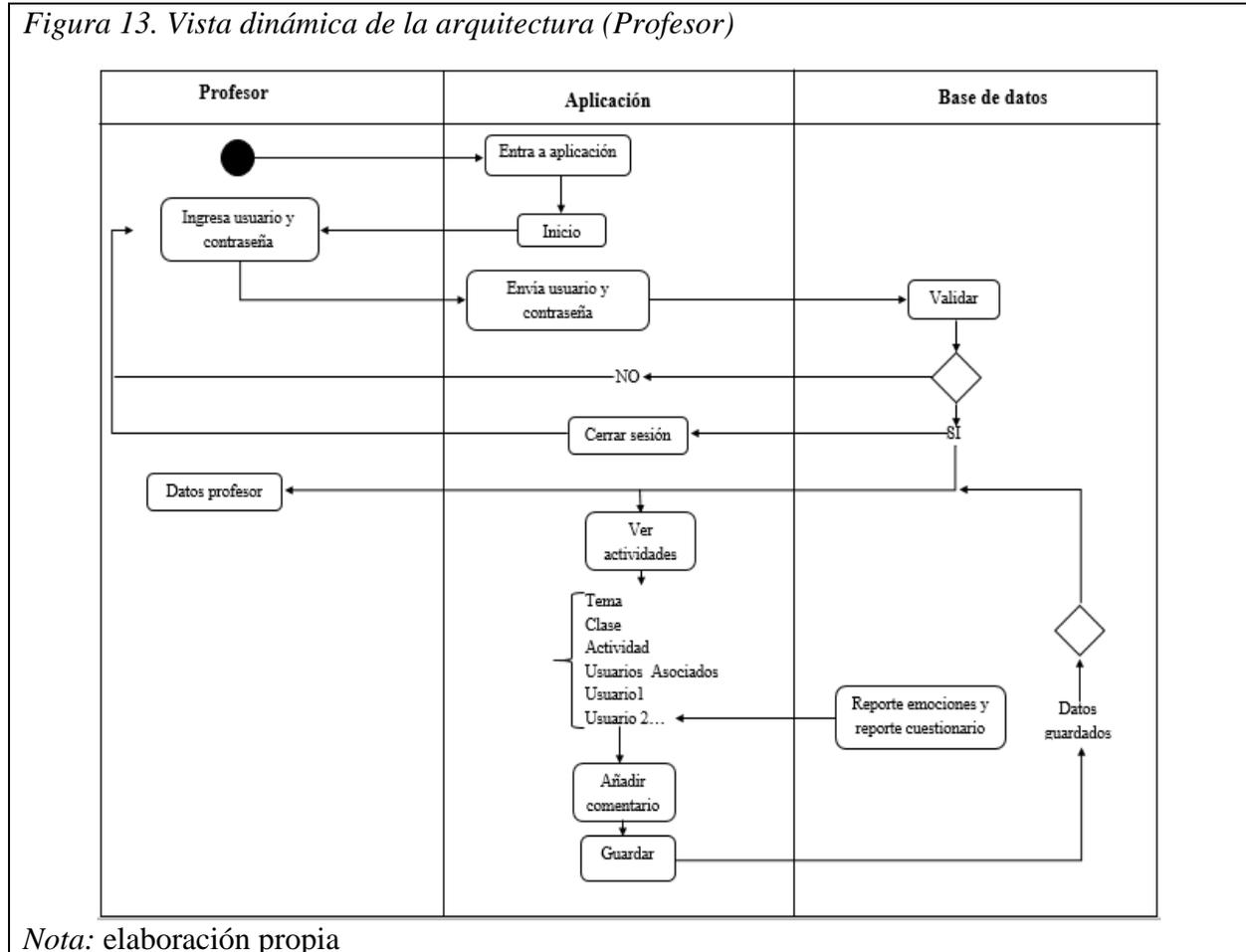
Vista dinámica de la arquitectura



En la figura 12 se describe todo el proceso para que el administrador pueda acceder a la arquitectura. Se inicia ingresando a la aplicación, posteriormente se llena en los campos con el usuario (correo electrónico) y contraseña, esta información se valida en la base de datos, en caso de que la información sea errónea, deberá corregir los datos. Una vez los datos sean correctos ingresa a la interfaz básica y puede añadir un nuevo usuario, Ingresando nombre, correo electrónico, documento de identidad, teléfono, edad, género y rol.

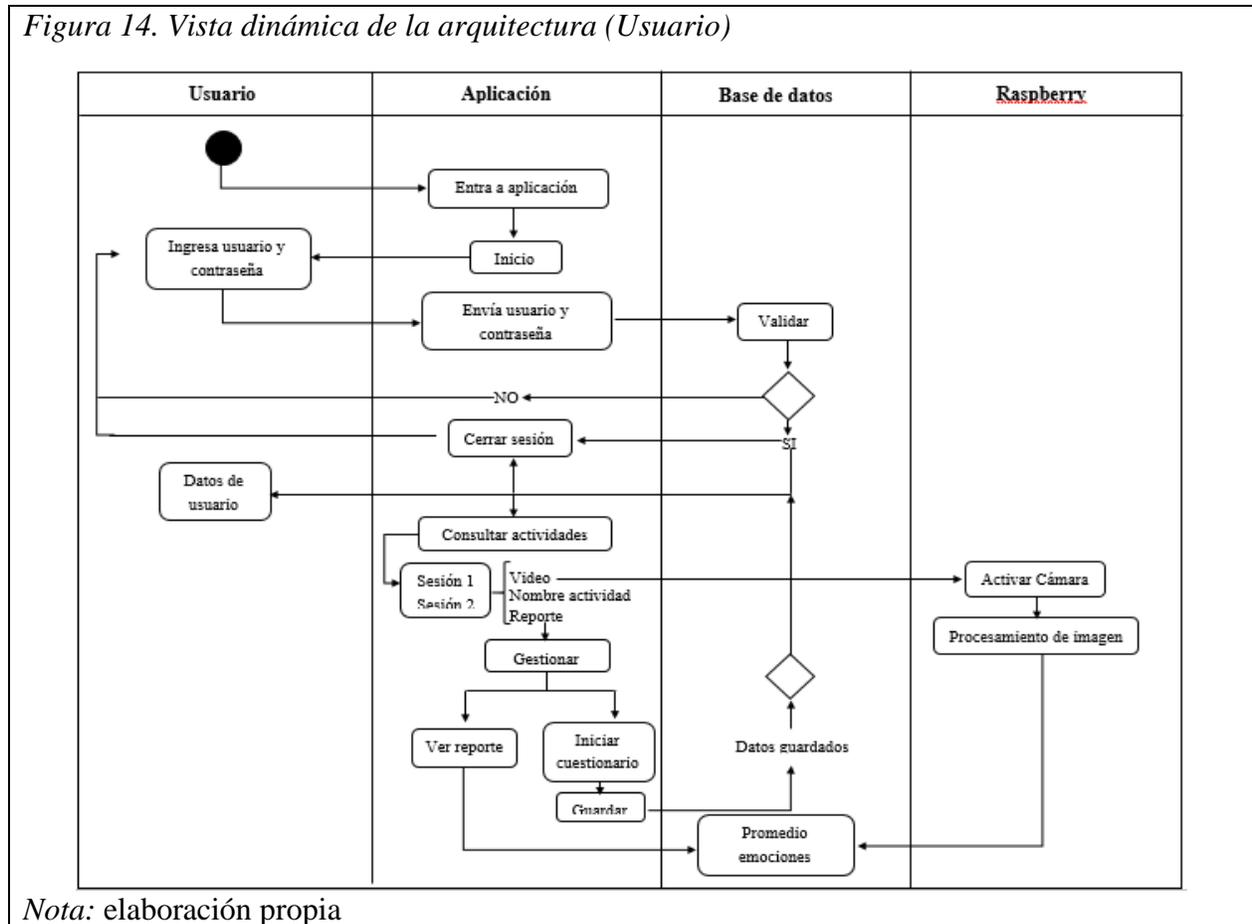
En la figura 13 al igual que con el administrador, se inicia el proceso ingresando a la aplicación, posteriormente se llena los campos con usuario (correo electrónico) y contraseña, esta información es validada en la base de datos, en caso de que la información sea errónea, deberá corregir los datos. Una vez los datos correspondan con los que están en la base de datos, se podrán observar las actividades, y dentro de ellas la información sobre tema, clase, actividad y los usuarios asociados a esta actividad. Si los usuarios ya han realizado la actividad podrá observar los reportes

de las emociones que se presentaron durante la actividad, junto con las respuesta de los cuestionarios, para añadir los comentarios que considere pertinentes. Esta información se guarda en la base de datos.



En la figura 14 se describe el proceso del usuario ingresando en la aplicación, , posteriormente se llena los campos con usuario (correo electrónico) y contraseña, esta información es validada en la base de datos, en caso de que la información sea errónea, deberá corregir los datos. Una vez los datos correspondan con los que están en la base de datos, se podrán observar las actividades disponibles en el cual podrá ver tema, actividad y clase. Se podrá reproducir el video correspondiente a dicha actividad, ver el reporte de emociones que se registraron durante el video, responder el cuestionario, y una vez el profesor haya añadido comentarios, podrá visualizarlos.

Figura 14. Vista dinámica de la arquitectura (Usuario)



7.2 Desarrollo aplicación móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil en cuanto a las interfaces de usuarios y sus funcionamientos lógicos básicos, se optó por usar el framework de Ionic en su tercera versión.

Ionic es un entorno de trabajo gratuito y open source para desarrollar aplicaciones híbridas multiplataforma (Android, IOS, Windows phone), este se destaca por su simplicidad para el diseño de interfaces utilizando HTML5, CSS (Cascading Style Sheets o Hojas de estilo en cascada) los cuales permiten al usuario una mejor experiencia en la rapidez de las aplicaciones, también incluye Córdova que permite la integración de estos y de JavaScript para generar las aplicaciones, en vez de usar APIS específicas para cada plataforma. Es uno de los framework del momento por utilizar AngularJS para gestionar las aplicaciones, lo que asegura aplicaciones rápidas y escalables.

7.2.1 Aplicación (Interfaz) para el administrador

El administrador del sistema se encarga de interactuar directamente con la base de datos de la aplicación: este permitirá la tarea de agregar o eliminar usuarios, así como asignar, modificar o visualizar sus características, teniendo el control sobre el rol y la forma en la que se relacionan el usuario y el profesor.

A continuación, se describe el procedimiento que se utilizó para realizar las tareas mencionadas, por el administrador.

7.1.2.1 Interfaz de administrador

Figura 15. Interfaz de inicio de sesión.



Nota: elaboración propia.

En la figura 15 se establece un menú básico para el inicio de sesión, contando con dos botones simples y espacios en los cuales se puede agregar la información, para una posterior autenticación.

En estos espacios se requiere el correo electrónico (formato), además de una contraseña. Esta contraseña debe ser mínimo de 6 dígitos. Una vez autenticado el usuario o profesor accederá a la interfaz que le corresponda, según el rol que le ha asignado el administrador al momento del registro.

Figura 16. Código Type script de inicio

```

    }
    iradmin() { this.navCtrl.setRoot(PerfiladminPage)}
    irdocent() {this.navCtrl.setRoot(PerfilinstructorPage)}
    iruser() {this.navCtrl.setRoot(PerfiluserPage)}

    rol(user: User) {
        this.fire.auth.signInWithEmailAndPassword(this.user.email, this.user.password)
            .then(data => {
                this.fire.authState.take(1).subscribe(data => {
                    if (data && data.email && data.uid) {
                        if(this.user.email == "7bytes11@gmail.com") {this.iruser();}
                        if(this.user.email == "cdmq095@hotmail.com"){this.iruser();}
                        if(this.user.email == "mcamilam@gmail.com"){this.iruser();}
                        if(this.user.email == "admin@admin.com"){this.iradmin();}
                        if(this.user.email == "profe@gmail.com"){this.irdocent();}
                    }
                });
            });
        .catch(error => {console.log('hubo un error', error);})
        console.log("Quieres entrar con:", this.user.email, this.user.password);
    }

```

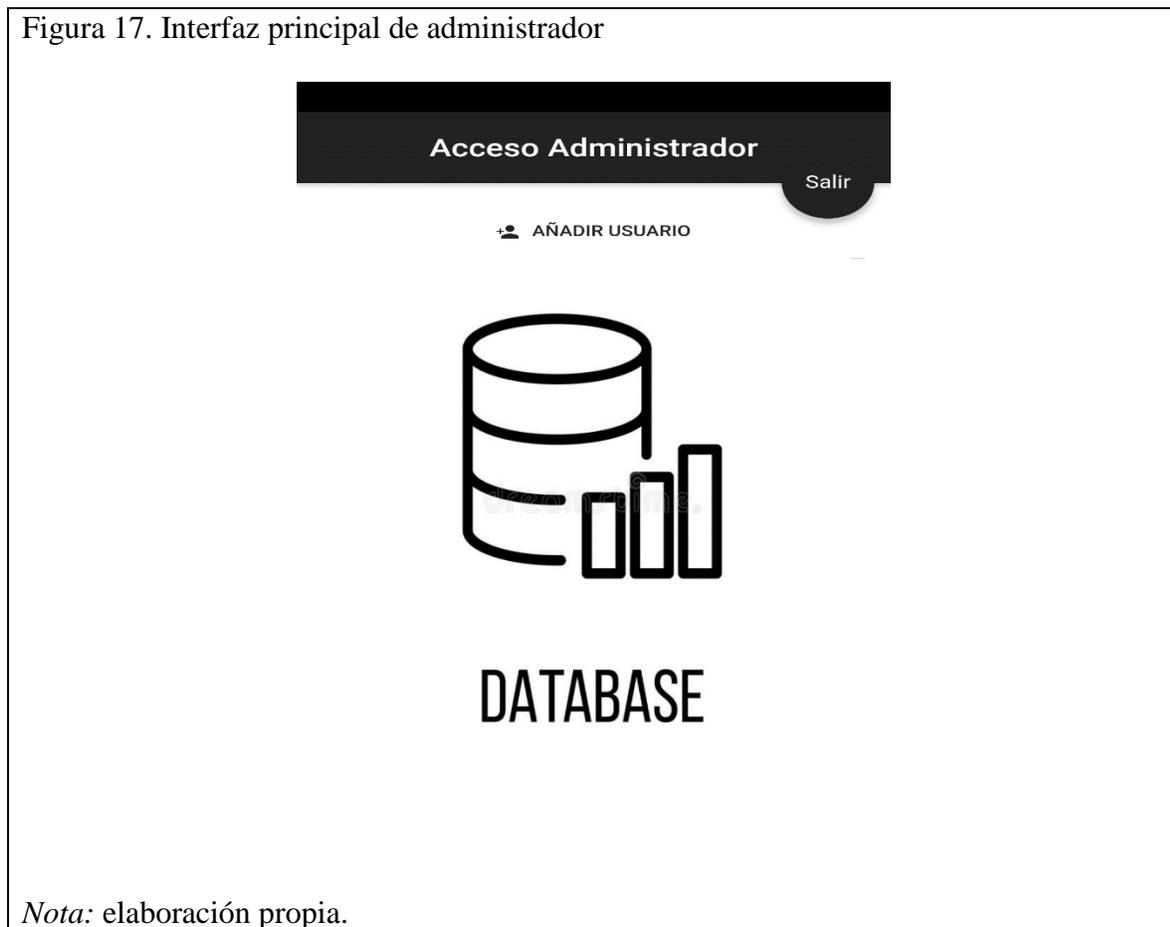
Nota: elaboración propia.

En la figura se muestra el código en type script en el que se muestra la asignación de los roles de usuario, profesor y administrador, de cinco sujetos. Una vez el usuario ingrese los datos se autenticará en la base de datos cual es el rol que le corresponde, previamente asignado por el administrador, en caso de que los datos no coincidan con los de la base de datos, no tendrá acceso a la plataforma.

Otro botón que se muestra en la interfaz es “Cerrar”, si se selecciona este botón aparecerá una ventana emergente, para confirma cerrar o no la aplicación.

A continuación se muestra la interfaz principal del administrador.

Figura 17. Interfaz principal de administrador



En la figura 17 se muestra gráficamente el resultado final de interfaz principal del administrador, en la cual se puede añadir nuevo usuario.

Figura 18. Código Type script inicio administrador

```

cerrarSesion() {
  const confirm = this.AlertCtrl.create({
    title: '¿Desea cerrar la sesion?',
    buttons: [
      {
        text: 'Aceptar',
        handler: () => {this.navCtrl.setRoot(HomePage)}
      },
      {
        text: 'Cancelar',
        handler: () => {console.log('Agree clicked');}
      }
    ]
  });
  confirm.present();
}

iradduser(){
  this.navCtrl.push(AñadiruserPage);
}

```

Nota: elaboración propia.

En la figura 18 se muestra el código en el cual surge una ventana emérgete si el administrador desea cerrar sesión, y el cual se debe seleccionar si confirma cerrar sesión o cancela la operación.

Figura 19. Interfaz principal de administrador.

← Añadir Usuario

Nombre & apellidos

Password

Documento

Telefono

Email

Genero
Femenino

Rol

GUARDAR

Nota: Elaboración propia.

En la imagen previa se muestra los campos en los que debe ingresar la información del usuario, cabe recalcar que un campo muy importante es el rol que se le asigna a cada usuario, pues dependiendo de este, podrá acceder a información o privilegios. La información suministrada de los usuarios solo será manipulada por el administrador y profesor, nadie más tendrá acceso a información personal de usuarios

Figura 20. Código type script añadir usuario.

```

async registrarUser(user: User) {
    this.fire.auth.createUserWithEmailAndPassword(this.user.email, this.user.password)
        .then(data => {
            console.log('got data', data);
            this.fire.authState.take(1).subscribe(auth => {
                this.afDatabase.object(`perfil/${auth.uid}`).set(this.perfil)
                    .then(() => this.navCtrl.push(PerfiladminPage));
                console.log('Would register user with ', this.user.email, this.user.password);
            })
        })
        .catch(error => {console.log('got an error', error);});
}
    
```

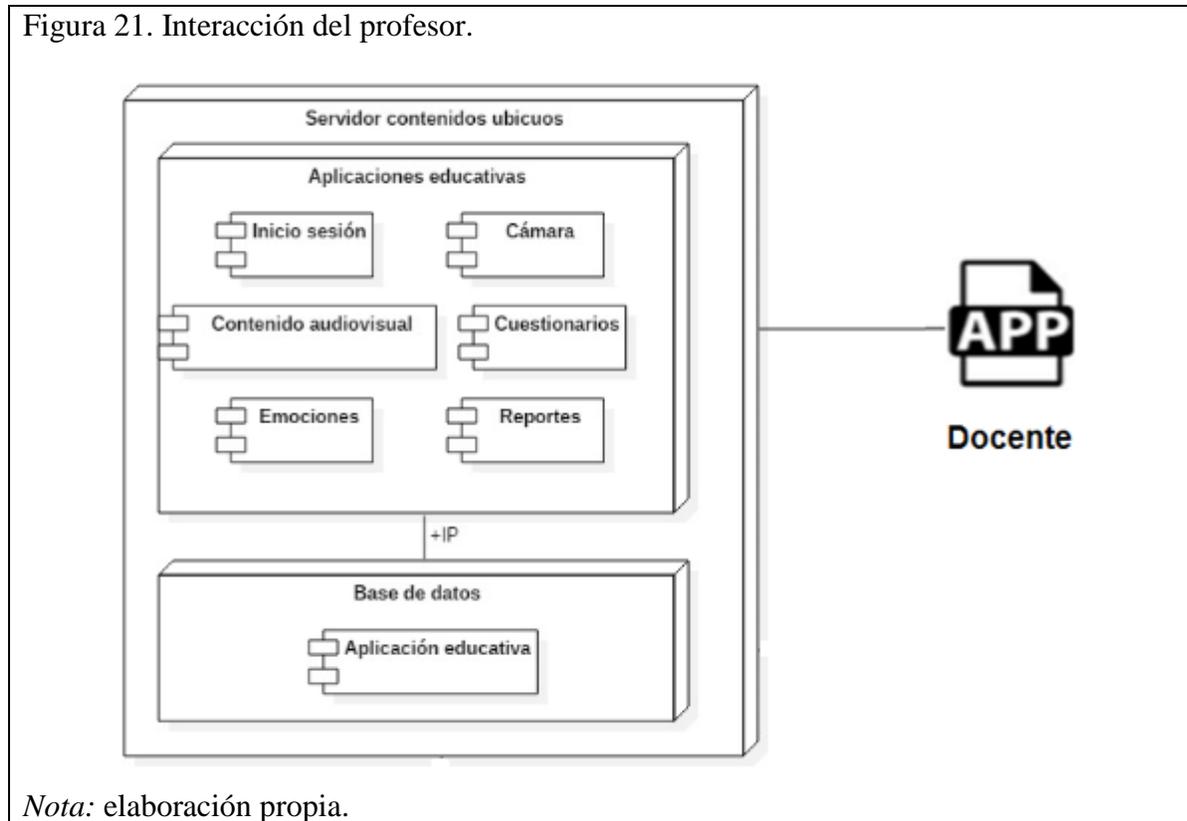
Nota: Elaboración propia.

En el código type script que se muestra en la imagen, se ven los comandos en los que confirma que con el correo y contraseña ingresada al momento del registro, podrá acceder a la plataforma con los contenidos que esta tenga disponible.

7.2.2 Aplicación (Interfaz) para el profesor:

En la aplicación el profesor se encarga de administrar el contenido audiovisual y los usuarios relacionados a la actividad, en la cual puede ver información como: número de la actividad, descripción o tema. También podrá observar el porcentaje total de las emociones registrada durante la visualización del contenido audiovisual y generar reportes para cada uno de los usuarios dando recomendaciones o la información que considere pertinente, el usuario podrá observar automáticamente estas recomendaciones.

Figura 21. Interacción del profesor.



Nota: elaboración propia.

7.2.2.1 Interfaz de profesor

El inicio de sesión en la aplicación es compartido para cada uno de los roles (ver figura 21) después de ingresar los datos, se comprueba en la base de datos, y el profesor podrá acceder a la nueva interfaz donde visualizará los datos que haya registrado en su cuenta, como son, nombre, correo y ciudad, también podrá gestionar y dar seguimiento a sus actividades.

En la figura 22 A se muestra la interfaz básica del docente, una vez se oprime el botón “ver actividades” de abre una nueva pestaña donde se despliegan las actividades que tiene disponibles. Si accede a cualquiera de esta, puede ver los usuarios asociados a esta y toda la información correspondiente.

Figura 22. Interfaz del profesor.



A: Interfaz docente (Básica).

B: Interfaz docente (actividades desplegada).

Nota: elaboración propia.

En la figura 22 se puede observar la información que es mostrada en el perfil del profesor, y la ventana emergente, en caso que decida ver las actividades.

Figura 23. Código type script interfaz profesor

```

@IonicPage()
@Component({
  selector: 'page-perfilinstructor',
  templateUrl: 'perfilinstructor.html',
})
export class PerfilinstructorPage {
  email:string;
  item: Observable<any>;
  user = {} as User

  constructor(public navCtrl: NavController,
              public navParams: NavParams,
              private fire: AngularFireAuth,
              private afDatabase: AngularFireDatabase,
              public alertController: AlertController) {

    this.fire.authState.take(1).subscribe(data => {
      if (data && data.email && data.uid) {
        this.item = this.afDatabase.object(`perfil/${data.uid}`).valueChanges();
        this.user.email = data.email;
      }
    });
  }

  cerrarSesion() {
    const confirm = this.alertCtrl.create({
      title: '¿Desea cerrar la sesion?',
      buttons: [
        {text: 'Aceptar', handler: () => {this.navCtrl.setRoot(HomePage)}},
        {text: 'Cancelar', handler: () => {console.log('Agree clicked')}}
      ]
    });confirm.present();
  }
  irmenuactividades1(){this.navCtrl.push(Menuactividades1Page);}
}
    
```

Nota: elaboración propia.

En la próxima imagen se muestra las actividades que el profesor tiene disponibles en la plataforma, con su respectivo tema, y numero de actividad. También los usuarios asociados a cada actividad. En caso que alguno haya realizado su actividad, el botón “ver” accederá a los resultados de dicha actividad, y añadir los comentarios que considere pertinentes. Todos los datos como ya se mencionó están almacenados en la base de datos.

Figura 24. Actividades



En la figura 24 se muestra el código desarrollado, para acceder a la información de cada usuario, en este caso los cinco primeros, junto con la información de cada actividad.

Figura 25. Código type script usuarios asociados a actividad

```

users.ts ●
import { Component } from '@angular/core';
import { IonicPage, NavController, NavParams } from 'ionic-angular';

import { UserreportsPage } from '../userreports/userreports'
@IonicPage()
@Component({
  selector: 'page-listauser',
  templateUrl: 'listauser.html',
})
export class ListauserPage {
  actividad = ""; tema = ""; clase = "";
  usuario = "";

  constructor(public navCtrl: NavController, public navParams: NavParams,) {
    this.tema = navParams.get("tema");
    this.clase = navParams.get("clase");
    this.actividad = navParams.get("actividad");
    console.log(this.actividad)
  }

  usersreport1() { this.usuario = "usuario1"; this.navCtrl.push(UserreportsPage,{usuario:this.usuario, actividad: this.actividad}); }
  usersreport2() { this.usuario = "usuario2"; this.navCtrl.push(UserreportsPage,{usuario:this.usuario, actividad: this.actividad}); }
  usersreport3() { this.usuario = "usuario3"; this.navCtrl.push(UserreportsPage,{usuario:this.usuario, actividad: this.actividad}); }
  usersreport4() { this.usuario = "usuario4"; this.navCtrl.push(UserreportsPage,{usuario:this.usuario, actividad: this.actividad}); }
  usersreport5() { this.usuario = "usuario5"; this.navCtrl.push(UserreportsPage,{usuario:this.usuario, actividad: this.actividad}); }
  
```

Nota: elaboración propia.

En la siguiente gráfica (figura 26), se observa la identificación del usuario, el reporte de emociones que se registraron durante el desarrollo de la actividad audiovisual, reporte de resultados del cuestionario, y el espacio disponible para añadir algún comentario sobre los resultados entregados por el usuario.

Figura 26. Actividad registro



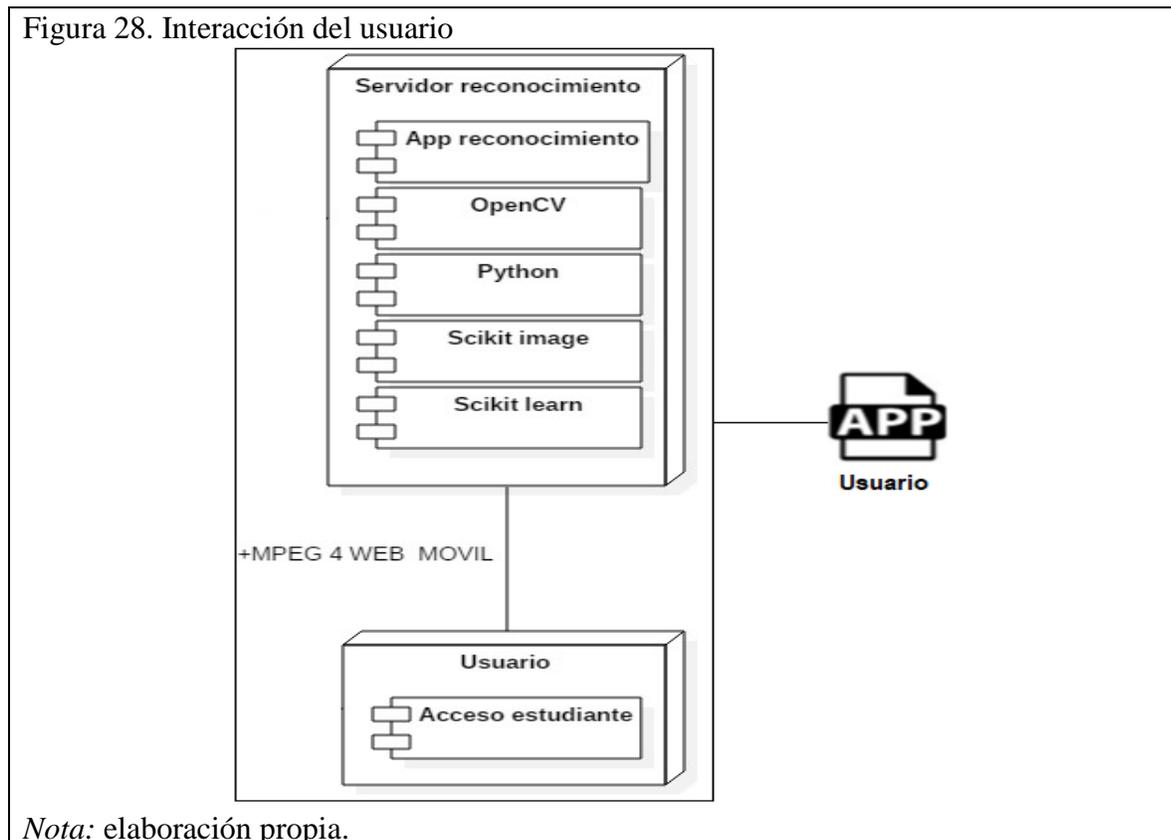
Figura 27. Código type script porcentaje de emociones y respuestas



En el grafio anterior se observa que las emociones que se registraron durante el desarrollo de la actividad y el cuestionario se intercambian por formato JSON desde la Raspberry, hasta la base de datos, para que tanto el usuario como el profesor puedan acceder a estos resultados.

7.2.3 Aplicación (Interfaz) para el usuario

En la aplicación el usuario es el que interactúa con los contenidos audiovisuales que el profesor dispone, relacionados con una actividad en particular, en la cual encontrará información como información personal y nombre de clase (actividad). Durante el desarrollo de la actividad se activará el reconocimiento de emociones. Al finalizar la actividad se generará un reporte de los cambios en las emociones, el cual el usuario podrá visualizar y enviar al profesor, para que este genere reportes. Si es el caso, también podrá realizar un cuestionario que de igual forma generará un reporte.



7.2.3.1 Interfaz del usuario

En el inicio de sesión en la aplicación es compartido para cada uno de los roles (ver figura 29), después de ingresar los datos, se comprueba en la base de datos, y el usuario podrá acceder a la nueva interfaz donde se puede visualizar sus datos: Nombre y correo electrónico, además de ver las actividades a las que está asociado.

Figura 29. Interfaz de acceso usuario



A: Interfaz usuario (Básica).

B: Interfaz usuario (ver actividades desplegado)

Nota: elaboración propia.

En la interfaz básica se pueden observar los datos de identificación del usuario. En la interfaz desplegada se muestra todas las actividades a las cuales se está asociada y solo es necesario ingresar para visualizar el contenido audiovisual que tiene dispuesto el profesor para realizar. En la interfaz desplegada, una vez terminado el contenido, es posible acceder para ver el reporte de las emociones, y si es el caso realizar el cuestionario.

Figura 30. Código type script interfaz básica usuario

```

email:string;
item: Observable<any>;
user = {} as User

constructor(
    public navCtrl: NavController,
    public navParams: NavParams,
    public AlertCtrl: AlertController,
    private fire: AngularFireAuth,
    private afDatabase: AngularFireDatabase) {

    this.value = this.afDatabase.object('/flujo');

    this.fire.authState.take(1).subscribe(data => {
        if (data && data.email && data.uid) {
            this.item = this.afDatabase.object(`perfil/${data.uid}`).valueChanges();
            this.user.email = data.email;
            if(this.user.email == "mcamilam@gmail.com"){this.detonador.usuario = "usuario1";}
            if(this.user.email == "7bytes11@gmail.com"){this.detonador.usuario = "usuario2";}
            if(this.user.email == "cdmq095@hotmail.com"){this.detonador.usuario = "usuario3";}
            this.value.set(this.detonador);
        }
    });
}
    
```

Nota: elaboración propia.

En la figura anterior se observa el código el cual siempre está disponible, para que en el momento en que el usuario inicie el video se active un “detonador” para iniciar el escaneo de emociones desde la Raspberry, y se inicie todo el proceso en conjunto.

Figura 31. Código type script menú selección

```

alert.addButton('Cancelar'),
alert.addButton({
    text: "Aceptar",
    handler: data => {
        this.testRadioResult = data;
        if (data == "Hacer") {
            this.tema = "Reciclaje y ecología";
            this.clase = "1"
            this.clasificador = "actividad1"
            this.navCtrl.push(Actividad1Page, {
                flujouser: this.flujouser, tema: this.tema,
                clase: this.clase, clasificador: this.clasificador });
        }
        if (data == "Ver") {this.clasificador = "actividad1";
            this.navCtrl.push(ReportuserPage, {flujouser: this.flujouser, clasificador: this.clasificador}); }
    }
});
    
```

Nota: elaboración propia.

En la figura 31 se muestra en código en el cual se genera una ventana emergente para seleccionar entre hacer la actividad o realizar el cuestionario.

7.3 Código de reconocimiento

Este código se encarga de fotografiar durante periodos de tiempo definidos a un usuario en específico cuando este interactúa con la aplicación dándole inicio al contenido audiovisual que se muestra en la APP comenzando el reconocimiento y procesamiento de las imágenes y posteriormente subiendo los resultados de cada usuario a la base de datos.

Etapa 1: Capturas de Imágenes:

Al hacer esta interacción se envía un dato “detonador” a la base de datos (firebase), que el programa lee apenas esta cambia para iniciar al proceso de captura durante el tiempo definido, el cual se espera coincida con la duración del contenido audiovisual, el programa durante este tiempo toma capturas en lapsos ajustables manualmente, estas capturas son guardadas con un nombre estructurado que servirá para la identificación antes de proceder a procesarlas. Este proceso es independiente del usuario en cuestión.

A continuación, se muestra el código encargada de la captura de las imágenes.

Figura 32. Captura de imágenes

```

minutes = int(argv[1])
seconds_step = int(argv[2])

time.sleep(2)
total = 1
while total * seconds_step <= 60 * minutes:
    leído, frame = cap.read()
    cv2.imwrite('h'+str(total)+'.jpg', frame)
    print '>Capturada imagen {}/{}'.format(str(total), str((minutes * 60) / seconds_step))
    total+=1
    time.sleep(seconds_step)
    leído, frame = cap.read()
global numero_imagenes
numero_imagenes = ((minutes * 60)/seconds_step)
    
```

Nota: elaboración propia

Etapa 2: Procesamiento de imagen (detección de emociones)

En esta parte del software se hace el procesamiento de las fotos capturadas mientras al usuario se le expone la información con la que se hacen las pruebas, para las posteriores conclusiones, de este documento. Las emociones que puede identificar este código son: ira, desprecio, asco, miedo, felicidad, tristeza y sorpresa, el archivo encargado de realizar este proceso, fue recuperado de (Selvapriithviraj, 2018)

Para la detección de emociones, se hace uso de la librería OpenCV que recordamos, esta se encarga de detectar los rostros que se encuentran en la imagen capturada, para esto es necesario que la imagen capturada se encuentre bajo condiciones de luz adecuadas y el rostro debe estar de manera frontal, además entre menos objetos/accesorios como: (gafas, gorras, etc.) mejor será la detención y caracterización del rostro, para un procesamiento óptimo, si estas características no se cumplen el código omitirá la imagen al no encontrar rostro alguno y pasará a la siguiente automáticamente.

Para la detección de emociones se hace por medio de la técnica análisis de componentes principales (PCA). En este caso se utilizará un archivo ya entrenado con un número definido de emociones. Esta técnica permite tomar un número muy grande de variables y reducirlo a uno menor. Este sistema tiene un porcentaje de precisión de 35% aproximadamente en cuanto al reconocimiento de las expresiones, ya que se ha entrenado con 320 imágenes. Para una mejor efectividad del sistema, es necesario agregar más imágenes en el proceso de entrenamiento.

Figura 33. Flujo de control pre procesamiento

```

landmark_path="shape_predictor_68_face_landmarks.dat"
print "Inicializando el detector de rostros dlib"
detector= dlib.get_frontal_face_detector()
print "Cargando datos de identificación de punto de referencia..."
try:
    predictor= dlib.shape_predictor(landmark_path)
except:
    print "No esta el archivo (shape_predictor_68_face_landmarks.dat) en el directorio"
    exit()
print "Cargando datos entrenados...."
try:
    classify=joblib.load("traindata.pkl")
    pca=joblib.load("pcadata.pkl")
except:
    print "No se cargaron los datos entrenados. \n Asegurese de que estos esten en el directorio (traindata.pkl) y (pcadata.pkl)"
    exit()

aborutador(sys.argv)
cantidad = 1
while cantidad <= numero_imagenes:
    Predict_Emotion()
    cantidad = cantidad + 1
    
```

Nota: elaboración propia.

El sistema hace una comparación de la imagen tomada y evalúa el nivel de cercanía de la emoción presente en la imagen y da un nivel de intensidad de la emoción para entregar un resultado.

Figura 34. Flujo de control pre procesamiento

```

def Predict_Emotion():
    print "Cargando imagen..."
    try:
        img=io.imread('t'+str(cantidad)+'.jpg')
        cvimg=cv2.imread('t'+str(cantidad)+'.jpg')
    except:
        print "No se pudo cargar el archivo"
        return

    dets=detector(img,1)
    if len(dets)==0:
        print "No se encontro rostro alguno"
        return

    for k,d in enumerate(dets):

        shape=predictor(img,d)
        landmarks=[]
        for i in range(68):
            landmarks.append(shape.part(i).x)
            landmarks.append(shape.part(i).y)

        landmarks=numpy.array(landmarks)

        print "Generando características..."
        features=generateFeatures(landmarks)
        features= numpy.asarray(features)

        print "Performing PCA Transform....."
        pca_features=pca.transform(features)

        print "Detectando emocion usandon modelo trained..."
        emo_predicts=classify.predict(pca_features)
        print "Emocion detectada usando modelo de trained es { " + emociones[int(emo_predicts[0])] + " }"
        print ""
    
```

Nota: elaboración propia.

Etapa 3: Porcentaje de emociones

En esta etapa se hace un conteo de cada emoción encontrada por cada imagen que fue tomada, en teoría debería de arrojar un total de emociones procesadas igual al número de imágenes tomadas, siempre y cuando las condiciones de iluminación fuesen las adecuadas para este proceso. En el caso de que la imagen no sea reconocible, esta no se agregara en la operación de porcentaje de cada emoción que se extrae del total de las imágenes tomadas reconocibles, versus las veces que esta misma emoción fue detectada por imagen.

Figura 35. Porcentajes de emociones

```

global Enfado, Desprecio, Asco, Miedo, Contento, Triztesa, Sorpresa
global Enfadox, Despreciox, Asciox, Miedox, Contentox, Triztesax, Sorpresax

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Enfado"):
    Enfado = Enfado + 1
    Enfadox = (Enfado/numero_imagenes)*100

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Desprecio"):
    Desprecio = Desprecio + 1
    Despreciox = (Desprecio / numero_imagenes)*100

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Asco"):
    Asco = Asco + 1
    Asciox = (Asco / numero_imagenes)*100

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Miedo"):
    Miedo = Miedo + 1
    Miedox = (Miedo / numero_imagenes)*100

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Contento"):
    Contento = Contento + 1
    Contentox = (Contento / numero_imagenes)*100

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Triztesa"):
    Triztesa = Triztesa + 1
    Triztesax = (Triztesa / numero_imagenes)*100

if (emociones[int(emo_predicts[0])] == "Sorpresa"):
    Sorpresa = Sorpresa + 1
    Sorpresax = (Sorpresa / numero_imagenes)*100
    
```

Nota: elaboración propia.

Etapas 4: Envío de emoción procesada a base de datos

Toda la información que se genera en una sesión bien sea por el profesor al momento de generar nuevas sesiones, informes, notas, entre otras. Y también por el usuario al momento del escaneo y posterior análisis de las emociones que se presentaron durante la exposición de la información, resolución de cuestionarios, entre otros. Se almacenará en la base de datos FireBase que es una plataforma gratuita que facilita la integración con la aplicación móvil que se desarrolló

en Ionic para Android y el código para la detección de emociones que se desarrolló en el lenguaje de programación Python.

Para el correcto funcionamiento y compatibilidad con Python 2.7.15 es necesario la dependencia de FireBase 1.2.

A continuación, se muestra el código que se encargará del envío de las emociones a la base de datos. Como resultado final se mostrará el porcentaje total de todas las emociones que se detectaron durante la sesión.

Figura 36. Código envío emociones a base de datos

```
firebase = firebase.FirebaseApplication('https://fb123-773b8.firebaseio.com', None)

usuario = firebase.get('/flujo','usuario')
if usuario == "usuario1":
    firebase.put('/emociones/User1', 'Enfado', Enfadox)
    firebase.put('/emociones/User1', 'Desprecio', Despreciox)
    firebase.put('/emociones/User1', 'Asco', Ascox)
    firebase.put('/emociones/User1', 'Miedo', Miedox)
    firebase.put('/emociones/User1', 'Contento', Contentox)
    firebase.put('/emociones/User1', 'Triztesa', Triztesax)
    firebase.put('/emociones/User1', 'Sorpresa', Sorpresax)
```

Nota: Elaboración propia

En este caso se hace uso de la variable usuario, en la cual se identifica al usuario que realizó el proceso. Una vez terminado la captura y procesamiento de las imágenes además del cálculo de porcentaje. Se procede a subir este último dato a la base de datos según el usuario en cuestión.

8 Resultados

8.1 Pruebas

Se definió un plan de pruebas a dos grupos de estudiantes para evaluar la hipótesis planteada. Con la aplicación de este plan fue posible comprobar la funcionalidad de todo el sistema, en el cual se analizan las emociones de los sujetos de prueba. En el plan de pruebas de validación se dividió en tres etapas para abarcar la mayor cantidad de estudiantes en un tiempo limitado.

El primer grupo son estudiantes de primer semestre de ingeniería electrónica, al cual se mostró dos videos, el primer video de contenido ambiental y el segundo más enfocado a la electrónica. El segundo grupo estudiantes son de diferentes facultades, a los cuales el primer video es el mismo del primer grupo con contenido ambiental y el segundo video correspondiente al conocimiento histórico general de Colombia.

La idea principal es que después de realizadas las pruebas encontrar una relación entre las emociones presentes en cada uno con los sujetos de prueba y la cantidad de respuestas correctas de los cuestionarios.

Primera etapa: captura.

El sujeto de prueba o usuario, debía ingresar su correo electrónico y contraseña, al iniciar las actividades, y una vez se comienza a reproducir el video, esta envía la aprobación para iniciar la captura a la Raspberry (Python) e iniciar la toma de una foto por segundo. Previamente se hizo el cálculo para determinar cuántas fotos debía capturarse para cada video.

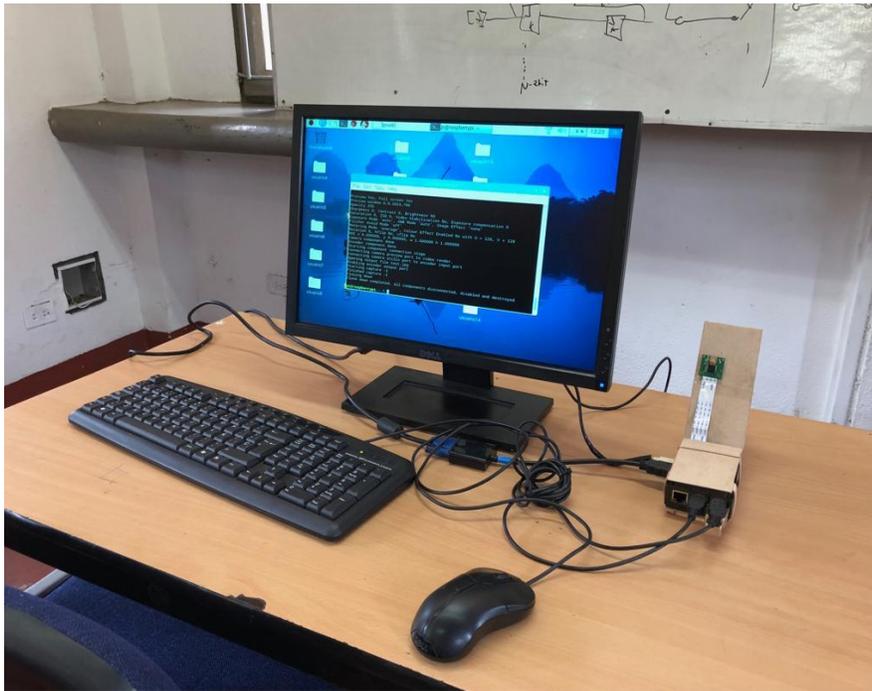
Tabla 12. *Contenido audiovisual de prueba.*

Nombre video	Duración	Cantidad de fotos
Un mes sin hacer basura	5 minutos	300
Ley de Ohm	3:30 minutos	210
¿Por qué llamaron a Colombia la patria boba?	7:30 minutos	450

Nota: elaboración propia

Las fotos capturadas se almacenan en la Raspberry, para posteriormente hacer el procesamiento.

Figura 37. Prototipo de prueba



Nota: elaboración propia

Es esta imagen se ilustra la infraestructura del sistema que se usó para la prueba, en el cual se captura, almacena y procesa las imágenes por medio de la Raspberry.

Segunda etapa: procesamiento.

Una vez finalizada las pruebas, se procesó las imágenes en la Raspberry y envió los resultados de cada usuario a la base de datos FireBase.

Tercera etapa: análisis de resultados.

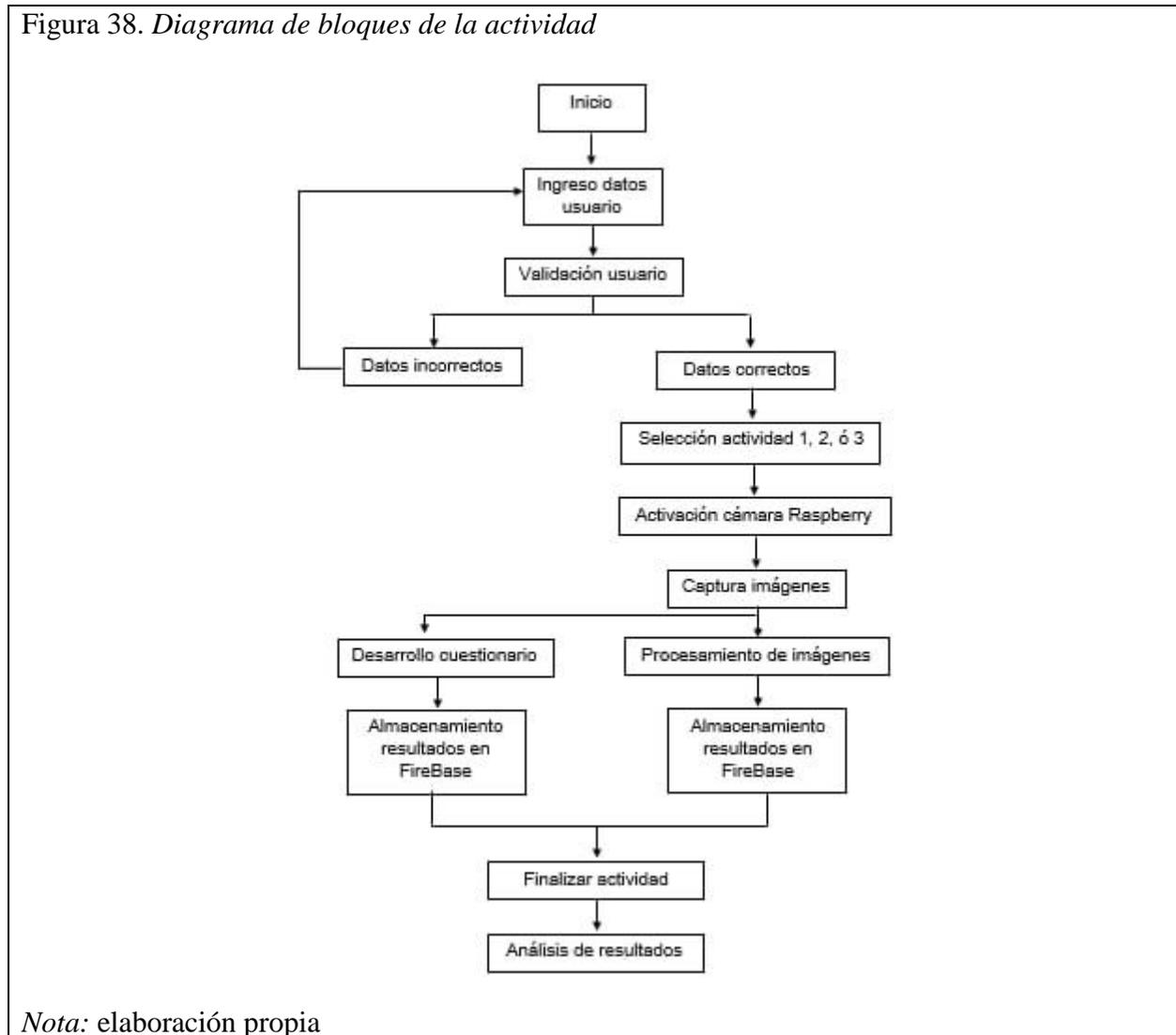
A continuación se muestra el análisis de las pruebas con tablas y figuras.

Durante el proceso de prueba, fueron necesario voluntarios los cuales estuvieron expuestos a un determinado material audiovisual mientras que se censaba cada segundo las expresiones faciales de estos durante el tiempo de duración del material seleccionado.

En un lapso de aproximadamente 20 minutos, los sujetos de prueba individualmente estuvieron navegando y cumpliendo con las actividades programadas en la APP desarrollada para el prototipo. Donde debían cumplir con 2 de las 3 actividades propuestas con diferente material

audiovisual, además de un cuestionario al final de cada actividad, relacionado con el contenido del material audiovisual (video) de esta.

Figura 38. Diagrama de bloques de la actividad



Actividad 1:

Esta actividad consiste en un video educativo acerca de la limpieza y el reciclaje. Los sujetos de prueba, debían ver el video y cumplir con las siguientes preguntas consignadas en el cuestionario en la aplicación.

Tabla 13. *Pregunta 1 actividad 1*

Pregunta 1			
¿Cómo califica la calidad del contenido?			
A: "Excelente"	B: "Bueno"	C: "Regular"	D: "Malo"

Nota: elaboración propia

Tabla 14. *Pregunta 2 actividad 1*

Pregunta 2			
¿Qué tan interesante le pareció el contenido?			
A: "Muy Interesante"	"Medianamente interesante"	"Regularmente interesante"	Nada Interesante"

Nota: elaboración propia

Tabla 15. *Pregunta 3 actividad 1*

Pregunta 3	
¿Está de acuerdo con la información presentada?	
A: "Totalmente de acuerdo"	B: "No está de acuerdo"

Nota: elaboración propia

Tabla 16. *Pregunta 4 actividad 1*

Pregunta 4	
¿Es consciente que desde la ingeniería electrónica hay formas de reducir la contaminación en el medio ambiente?	
A: "Si, soy consciente"	B: "No sé"

Nota: elaboración propia

Tabla 17. *Pregunta 5 actividad 1*

Pregunta 5	
¿Si no sabía sobre las diferentes formas de reducir la contaminación desde la ingeniería electrónica, ahora se encuentra interesado en el tema?"	
A: "Si, estoy interesado"	B: "No estoy interesado"

Nota: elaboración propia

Tabla 18. *Pregunta 6 actividad 1*

Pregunta 6	
¿Aplica métodos de reciclaje donde se encuentre?	
A: "Si "	B: "No"

Nota: elaboración propia

Tabla 19. *Pregunta 7 actividad 1*

Pregunta 7	
¿Cambiaría sus hábitos al momento de comprar productos, para reducir la producción de basura?	
A: "Si "	B: "No"

Nota: elaboración propia

Actividad 2:

Esta actividad consiste en un video educativo acerca de la ley de ohm, ampliamente aplicada en la electrónica. Los sujetos de prueba, debían ver el video y cumplir con las siguientes preguntas consignadas en el cuestionario en la aplicación. Cabe destacar que 7 de los sujetos de prueba contaban con previo conocimiento acerca del tema que se trataba en el cuestionario.

Tabla 20. *Pregunta 1 actividad 2*

Pregunta 1			
¿Cómo califica la calidad del contenido?			
A: "Excelente"	B: "Bueno"	C: "Regular"	D: "Malo"

Nota: elaboración propia

Tabla 21. *Pregunta 2 actividad 2*

Pregunta 2			
¿Si se desea hallar el voltaje en una resistencia, cuál de las siguientes operaciones se debería efectuar?			
A: "corriente * voltaje"	B: "corriente / resistencia"	C: "resistencia * voltaje"	D: "corriente * resistencia"

Nota: elaboración propia

Tabla 22. *Pregunta 3 actividad 2*

Pregunta 3	
¿Según la ley de Ohm a que equivale el voltaje sobre la corriente?	
A: "Potencia"	B: "Resistencia"

Nota: elaboración propia

Tabla 23. *Pregunta 4 actividad 2*

Pregunta 4	
¿Qué tan importante considera esta ley?	
A: "Muy importante "	B: "Nada importante"

Nota: elaboración propia

Tabla 24. *Pregunta 5 actividad 2*

Pregunta 5	
¿Este video resolvió sus dudas acerca de esta ley?	
A: "Si "	B: "No"

Nota: elaboración propia

Tabla 25. *Pregunta 6 actividad 2*

Pregunta 6	
¿Considera que este tipo de videos, mejora su experiencia de aprendizaje?	
A: "Si "	B: "No"

Nota: elaboración propia

Actividad 3:

Esta actividad consiste en un video educativo acerca la historia de Colombia y se titula como “la patria boba”, en este se intervienen temas de carácter histórico de una forma humorística presentada en la animación colombiana denominada “doctor super O”. Los sujetos de prueba, debían ver el video y cumplir con las siguientes preguntas consignadas en el cuestionario en la aplicación.

Tabla 26. *Pregunta 1 actividad 3*

Pregunta 1			
¿En qué periodo de tiempo se llevó a cabo la denominada patria boba?			
A: "1990-1930"	B: "1811-1821"	C: "1810-1816"	D: "1785-1800"

Nota: elaboración propia

Tabla 27. *Pregunta 2 actividad 3*

Pregunta 2			
llamaron a Colombia la patria boba debido a:			
A: "Guerra con Venezuela"	B: "Indecisión política por el poder"	C: "Perdida de Panamá"	D: Perdida marítima

Nota: elaboración propia

Tabla 28. *Pregunta 3 actividad 3*

Pregunta 3			
¿Cuáles grupos políticos protagonizaron las disputas durante este periodo?			
A: “M19 y Conservadores”	B: "Centralistas y federalista"	C: "Conservadores y liberales"	D: “Centralistas y conservadores"

Nota: elaboración propia

Tabla 29. *Pregunta 4 actividad 3*

Pregunta 4			
¿Cuántos presidentes hubo en este periodo?			
A: "16"	B: "20"	C: "3"	D: "6"

Nota: elaboración propia

Tabla 30. *Pregunta 5 actividad 3*

Pregunta 5			
¿Debido a quien llamaron a Colombia la patria boba?			
A: "Camilo Torres"	B: "Francisco de Paula"	C: "Gustavo Rojas Pinilla"	D: "Antonio Nariño"

Nota: elaboración propia

Tabla 31. *Información usuario 4.*

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Felipe Bolaños	4	andresfelipebolanos346@gmail.com	felipe123

Nota: elaboración propia

Tabla 32. *Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 4*

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	0.6688	
Tristeza	8.0267	
Sorpresa	0	
Enfado	4.6822	
Miedo	10.0334	
Asco	76.2541	
Desprecio	0	

Nota: elaboración propia

Tabla 33. *Validación de respuestas actividad 1, usuario 4*

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predominó como emoción de asco seguido de miedo, tristeza y enfado y por último felicidad. No se reportaron emociones de desprecio ni sorpresa. Tener en cuenta que la mayoría de las respuestas fueron positivas en contraste con las sensaciones de felicidad y sorpresa.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"B: No"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia

Tabla 34. *Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 4*

EMOCIONES-ACTIVIDAD 2		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	0.4761	
Tristeza	12.3809	
Sorpresa	0.9523	
Enfado	11.4285	
Miedo	2.3809	
Asco	70.4761	
Desprecio	1.9047	

Nota: elaboración propia

Tabla 35. Validación de respuestas actividad 2, usuario 4

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"B: Bueno"	--	Basándose en las emociones obtenidas durante el proceso, se hace una relación con las preguntas de única respuesta, donde predomino la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de tristeza y enfado. No se encontró relación alguna, Teniendo en cuenta que la mayoría de las respuestas fueron positivas en contraste con las sensaciones de felicidad y sorpresa. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	
5	"A: Si"	--	
6	"A: Si"	--	

Nota: elaboración propia

Tabla 36. Información usuario 5

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Nicolas Domínguez	5	nicoladominguez2000@hotmail.com	nicolas123

Nota: elaboración propia

Tabla 37. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 5

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	1.0033	
Tristeza	0.3344	
Sorpresa	0	
Enfado	1.0033	
Miedo	8.0267	
Asco	89.6321	
Desprecio	0	

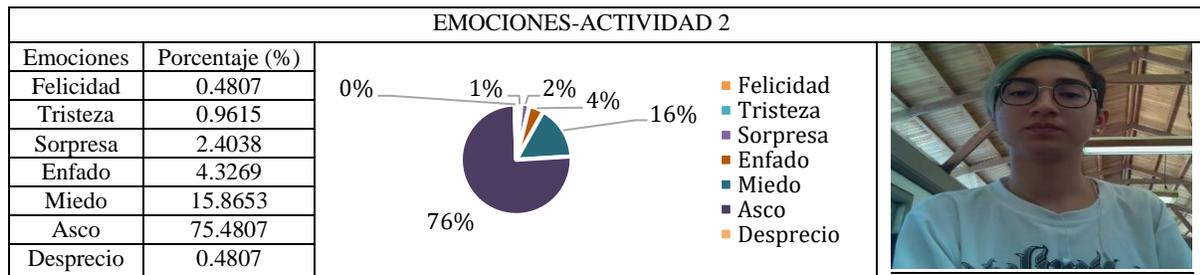
Nota: elaboración propia

Tabla 38. Validación de respuestas actividad 1, usuario 5

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"A: Excelente"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido de miedo. No se reportaron emociones de desprecio o sorpresa además se obtuvieron pocas muestras de enfado y felicidad. No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Medianamente interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"A: Si"	
7	"B: No"	

Nota: elaboración propia

Tabla 39. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 5



Nota: elaboración propia

Tabla 40. Validación de respuestas actividad 2, usuario 5

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"A: Excelente"	--	Basándose en las emociones obtenidas durante el proceso, se hace una relación con las preguntas de única respuesta, donde predomino la emoción de asco/neutralidad con un 75 % seguido por sentimiento de miedo que obtuvo 15.8 %.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	
5	"B: No"	--	
6	"A: Si"	--	

No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.

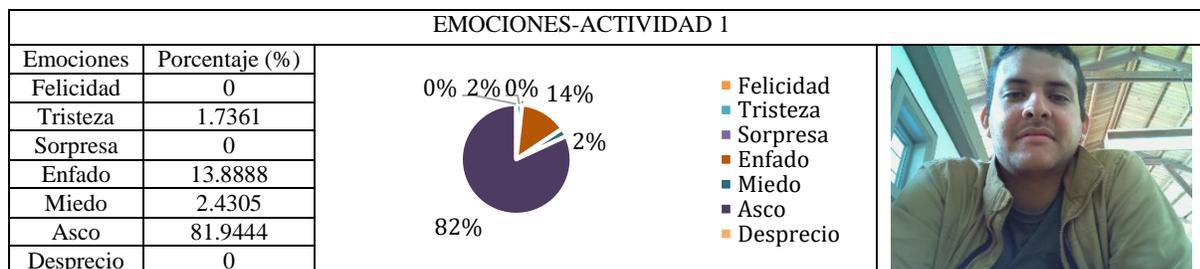
Nota: elaboración propia.

Tabla 41. Información usuario 6

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Elías Ladino	6	saiferr@hotmail.com	elias123

Nota: elaboración propia.

Tabla 42. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 6



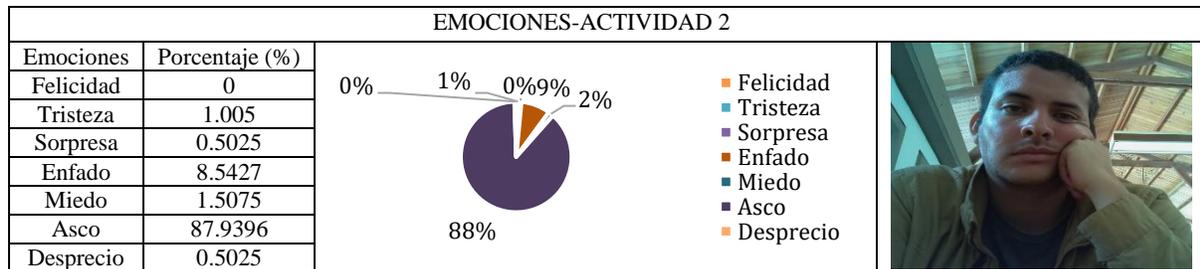
Nota: elaboración propia.

Tabla 43. Validación de respuestas actividad 1, usuario 6

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido de enfado y miedo, de manera marcada en particular de este usuario. No se reportaron emociones de desprecio, sorpresa o felicidad. No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Medianamente interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"A: Si"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 44. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 6



Nota: elaboración propia.

Tabla 45. Validación de respuestas actividad 2, usuario 6

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"C: Regular"	--	Se encontró en predominio la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de enfado. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	
5	"A: Si"	--	
6	"A: Si"	--	

Nota: elaboración propia.

Tabla 46. Información usuario 7

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Adrián Márquez	7	marquezminacarlos@gmail.com	adrian123

Nota: elaboración propia.

Tabla 47. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 7

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	0	
Tristeza	0.33783	
Sorpresa	0	
Enfado	0	
Miedo	25.3378	
Asco	74.3243	
Desprecio	0	

Nota: elaboración propia.

Tabla 48. Validación de respuestas actividad 1, usuario 7

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"C: Regular"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de asco/neutralidad seguido de miedo y tristeza. No se reportaron emociones de desprecio, sorpresa, enfado o felicidad.
2	"B: Medianamente interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
6	"A: Si"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 49. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 7

EMOCIONES-ACTIVIDAD 2		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	0	
Tristeza	0	
Sorpresa	0.5	
Enfado	0	
Miedo	50	
Asco	49.5	
Desprecio	0	

Nota: elaboración propia.

Tabla 50. Validación de respuestas actividad 2, usuario 7

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"A: Excelente"	--	Se reporta predominio de la emoción de miedo/neutralidad con un 50 % seguido por sentimiento de asco con un 49.5 % diferencia mínima. No se reportaron emociones de felicidad, tristeza, enfado o desprecio.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
5	"A: Si"	--	
6	"A: Si"	--	

Nota: elaboración propia.

Tabla 51. Información usuario 8

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Sebastián Mercado	8	Mercadocorreasebastian6@gmail.com	sebastian123

Nota: elaboración propia.

Tabla 52. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 8

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1				
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio 	
Felicidad	0.7692			
Tristeza	0.7692			
Sorpresa	0			
Enfado	0			
Miedo	5.3846			
Asco	93.0769			
Desprecio	0			

Nota: elaboración propia.

Tabla 53. Validación de respuestas actividad 1, usuario 8

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"A: Excelente"	Durante el proceso de pruebas predominó la emoción de asco/neutralidad contundentemente con un 93 % seguido de miedo, de manera marcada en particular de este usuario. No se reportaron emociones de desprecio, sorpresa, o enfado.
2	"B: Medianamente interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"B: No"	No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 54. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 8

EMOCIONES-ACTIVIDAD 2				
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio 	
Felicidad	1.4285			
Tristeza	0.9523			
Sorpresa	0.4761			
Enfado	0			
Miedo	15.238			
Asco	81.9047			
Desprecio	0			

Nota: elaboración propia.

Tabla 55. Validación de respuestas actividad 2, usuario 8

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"A: Excelente"	--	Predominó la emoción de asco/neutralidad seguido por sentimiento de miedo. No se reportaron emociones de enfado y desprecio. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	
5	"B: No"	--	
6	"B: No"	--	

Nota: elaboración propia.

Tabla 56. Información usuario 9

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Sebastián Henao	9	juanh@hotmail.com	sebastian123

Nota: elaboración propia.

Tabla 57. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 9

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	4.1044	<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Tristeza	13.0597	
Sorpresa	0.7462	
Enfado	1.1194	
Miedo	74.6268	
Asco	5.9701	
Desprecio	0	



Nota: elaboración propia.

Tabla 58. Validación de respuestas actividad 1, usuario 9

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predominó la emoción de miedo/neutralidad seguido de tristeza y asco, No se reportaron emociones de desprecio.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Sí, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
6	"B: No"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 59. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 9

EMOCIONES-ACTIVIDAD 2			
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Felicidad	0.9523		
Tristeza	10.4761		
Sorpresa	2.3809		
Enfado	2.8571		
Miedo	61.4285		
Asco	20.9523		
Desprecio	0		



Nota: elaboración propia.

Tabla 60. Validación de respuestas actividad 2, usuario 9

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"A: Excelente"	--	Predominó la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de asco y tristeza. No se reportaron sentimientos de desprecio.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
5	"B: No"	--	
6	"B: No"	--	

Nota: elaboración propia.

Tabla 61. Información usuario 10

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 2	Lizardo López	10	david117@hotmail.com	lizardo123

Nota: elaboración propia.

Tabla 62. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 10

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1			
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Felicidad	0		
Tristeza	0.4761		
Sorpresa	0		
Enfado	33.3333		
Miedo	1.4285		
Asco	64.2857		
Desprecio	0.4761		



Nota: elaboración propia.

Tabla 63. Validación de respuestas actividad 1, usuario 10

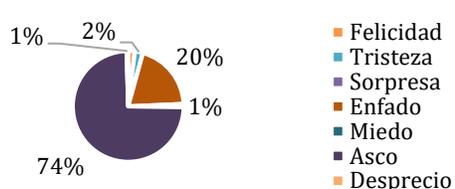
RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predominó la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido de enfado. No se reportaron emociones de sorpresa. Se alcanzó bajos niveles de tristeza y desprecio.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	

4	"A: Si, soy consciente"	No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"A: Si"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 64. Total emociones registradas durante actividad 2, usuario 10

EMOCIONES-ACTIVIDAD 2	
Emociones	Porcentaje (%)
Felicidad	1.9047
Tristeza	2.3809
Sorpresa	0
Enfado	20
Miedo	0.9523
Asco	74.2857
Desprecio	0.4761



- Felicidad
- Tristeza
- Sorpresa
- Enfado
- Miedo
- Asco
- Desprecio



Nota: elaboración propia.

Tabla 65. Validación de respuestas actividad 2, usuario 10

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"A: Excelente"	--	Predomino la emoción de asco/neutralidad seguido enfado. Comportamiento característico del usuario, relación asco y enfado. No se reportan sentimiento de sorpresa.
2	"D: (corriente) x (resistencia)"	Correcto	
3	"B: Resistencia"	Correcto	
4	"A: Muy importante"	--	No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
5	"B: No"	--	
6	"A: Si"	--	

Nota: elaboración propia.

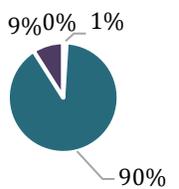
Tabla 66. Información usuario 11

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 3	Sofía Montaña	11	sofia@gmail.com	sofia123

Nota: elaboración propia.

Tabla 67. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 11

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1	
Emociones	Porcentaje (%)
Felicidad	0.3333
Tristeza	0.3333
Sorpresa	0
Enfado	0.3333
Miedo	90
Asco	9
Desprecio	0



- Felicidad
- Tristeza
- Sorpresa
- Enfado
- Miedo
- Asco
- Desprecio



Nota: elaboración propia.

Tabla 68. Validación de respuestas actividad 1, usuario 11

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido de asco, de manera marcada en particular de este usuario. No se reportaron emociones de desprecio o sorpresa. Niveles iguales de 0.33 % en emociones como felicidad, tristeza y enfado. No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"B: No está de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"B: No"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 69. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 11

EMOCIONES-ACTIVIDAD 3		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	0.2222	<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Tristeza	0.2222	
Sorpresa	0	
Enfado	0.2222	
Miedo	56.6666	
Asco	42.6666	
Desprecio	0	

Nota: elaboración propia.

Tabla 70. Validación de respuestas actividad 3, usuario 11

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"C: 1810-1816"	Correcto	Predomino la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de asco. No se encontró relación alguna, Teniendo en cuenta que la mayoría de las respuestas fueron correctas al igual que otros usuarios con emociones opuestas. No se reportaron emociones de sorpresa o desprecio. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Indecisión política por el poder"	Correcto	
3	"B: Centralistas y federalista"	Correcto	
4	"A: 16"	Correcto	
5	"D: Antonio Nariño"	Correcto	

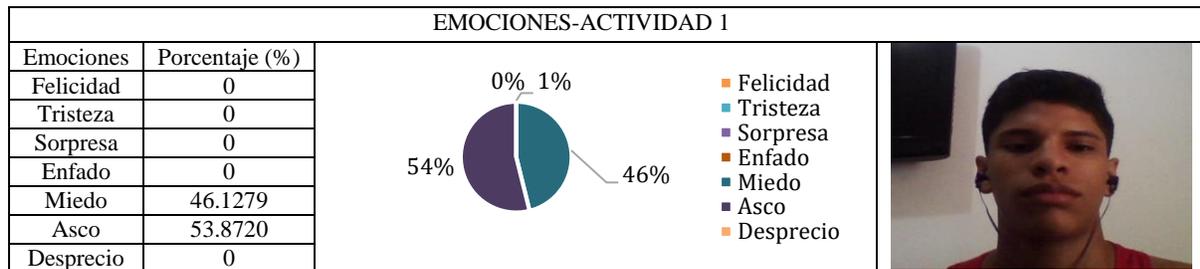
Nota: elaboración propia.

Tabla 71. Información usuario 12

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 3	David Montaña	12	david@gmail.com	david123

Nota: elaboración propia.

Tabla 72. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 12



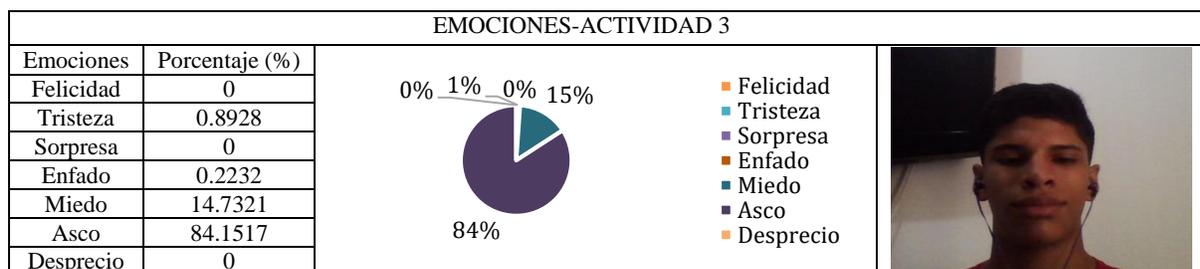
Nota: elaboración propia.

Tabla 73. Validación de respuestas actividad 1, usuario 12

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de asco/neutralidad con un 53 % seguido de miedo con 53 %, este usuario se caracteriza por no reportar más de dos emociones durante la actividad 1, No se reportaron emociones de desprecio, sorpresa, enfado, felicidad o tristeza.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"B: No estoy interesado"	
6	"B: No"	
7	"A: Si"	
		No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.

Nota: elaboración propia.

Tabla 74. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 12



Nota: elaboración propia.

Tabla 75. Validación de respuestas actividad 3, usuario 12

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"C: 1810-1816"	Correcto	Predominó la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de miedo. A diferencia con la actividad uno este usuario siguió la tendencia del grupo. No se reportaron emociones de felicidad, sorpresa o desprecio. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Indecisión política por el poder"	Correcto	
3	"B: Centralistas y federalista"	Correcto	
4	"A: 16"	Correcto	
5	"D: Antonio Nariño"	Correcto	

Nota: elaboración propia.

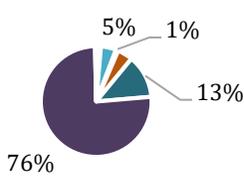
Tabla 76. Información usuario 13

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 3	Yenny Miramag	13	yenny@gmail.com	yenny123

Nota: elaboración propia.

Tabla 77. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 13

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1	
Emociones	Porcentaje (%)
Felicidad	1.3698
Tristeza	4.4520
Sorpresa	0.6849
Enfado	4.4520
Miedo	12.6712
Asco	76.0273
Desprecio	0.3424



- Felicidad
- Tristeza
- Sorpresa
- Enfado
- Miedo
- Asco
- Desprecio



Nota: elaboración propia.

Tabla 78. Validación de respuestas actividad 1, usuario 13

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido de miedo y tristeza. Este usuario se caracteriza por registrar todas las emociones incluidas en este test aun con niveles bajos.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"B: No está de acuerdo"	
4	"B: No sé"	
5	"A: Si estoy interesado"	No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
6	"B: No"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 79. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 13

EMOCIONES-ACTIVIDAD 3			
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Felicidad	2.4719		
Tristeza	4.4943		
Sorpresa	0		
Enfado	1.3483		
Miedo	22.9213		
Asco	68.7640		
Desprecio	0		



Nota: elaboración propia.

Tabla 80. Validación de respuestas actividad 3, usuario 13

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"C: 1810-1816"	Correcto	Predominó la emoción de asco/neutralidad seguido por sentimiento de miedo. Se destaca emociones tendencias, pero con respuestas incorrectas en este test, se confirma falta de relación o patrón.
2	"B: Indecisión política por el poder"	Correcto	
3	"B: Centralistas y federalista"	Correcto	
4	"D: 6"	Incorrecto	No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
5	"C: Gustavo Rojas Pinilla"	Incorrecto	

Nota: elaboración propia.

Tabla 81. Información usuario 14

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 3	Valeria Mena	14	valeria@gmail.com	valeria123

Nota: elaboración propia.

Tabla 82. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 14

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1			
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Felicidad	6.2283		
Tristeza	0		
Sorpresa	0.3460		
Enfado	1.0380		
Miedo	77.8546		
Asco	14.5328		
Desprecio	0		



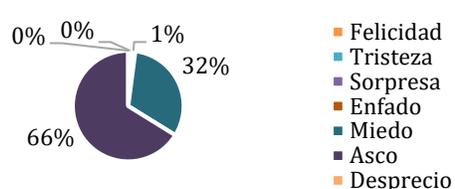
Nota: elaboración propia.

Tabla 83. Validación de respuestas actividad 1, usuario 14

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido de asco y felicidad. Usuario con mayor nivel de felicidad y comportamiento tendencia en pruebas, No se reportaron emociones de desprecio o tristeza. No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"A: Muy Interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"A: Si"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia.

Tabla 84. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 14

EMOCIONES-ACTIVIDAD 3		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	0.5882	 <ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Tristeza	0	
Sorpresa	0.2941	
Enfado	1.1764	
Miedo	31.7647	
Asco	66.1764	
Desprecio	0	



Nota: elaboración propia.

Tabla 85. Validación de respuestas actividad 3, usuario 14

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"C: 1810-1816"	Correcto	Predomino la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de miedo. No se reportaron sentimientos de tristeza o desprecio. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Indecisión política por el poder"	Correcto	
3	"B: Centralistas y federalista"	Correcto	
4	"A: 16"	Correcto	
5	"D: Antonio Nariño"	Correcto	

Nota: elaboración propia.

Tabla 86. Información usuario 15

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 3	Gloria Guevara	15	gloria@gmail.com	gloria123

Nota: elaboración propia.

Tabla 87. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 15

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	2.6615	
Tristeza	0	
Sorpresa	0.7604	
Enfado	0	
Miedo	70.3422	
Asco	26.2357	
Desprecio	0	

Nota: elaboración propia.

Tabla 88. Validación de respuestas actividad 1, usuario 15

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"B: Bueno"	Durante el proceso de pruebas predomino la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido de asco, de manera marcada en particular de este usuario. No se reportaron emociones de desprecio, tristeza, enfado y muy bajos niveles de felicidad. No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Medianamente interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"A: Si"	
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia

Tabla 89. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 15

EMOCIONES-ACTIVIDAD 3		
Emociones	Porcentaje (%)	
Felicidad	5.7071	
Tristeza	0	
Sorpresa	0	
Enfado	0	
Miedo	60.2977	
Asco	33.0024	
Desprecio	0.9925	

Nota: elaboración propia

Tabla 90. Validación de respuestas actividad 3, usuario 15

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"C: 1810-1816"	Correcto	Predomino la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de asco. Sujeto de prueba con resultados en cuanto a emociones un poco desfasado del común, pero con respuestas muy comunes. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Indecisión política por el poder"	Correcto	
3	"B: Centralistas y federalista"	Correcto	
4	"A: 16"	Correcto	
5	"D: Antonio Nariño"	Correcto	

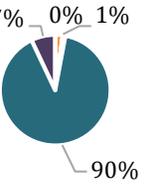
Nota: elaboración propia

Tabla 91. Información usuario 16

Numero Actividad	Nombre	Usuario	Acceso	Contraseña
1 & 3	Gustavo Jiménez	16	gustavo@gmail.com	gustavo123

Nota: elaboración propia

Tabla 92. Total emociones registradas durante actividad 1, usuario 16

EMOCIONES-ACTIVIDAD 1			
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Felicidad	2.2140		
Tristeza	0		
Sorpresa	0		
Enfado	0.7380		
Miedo	90.0369		
Asco	7.0110		
Desprecio	0		



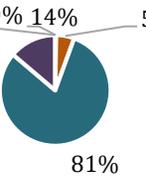
Nota: elaboración propia

Tabla 93. Validación de respuestas actividad 1, usuario 16

RESPUESTAS CUESTIONARIO		
Numero Pregunta	Respuesta	Validación
1	"C: Regular"	Durante el proceso de pruebas predominó la emoción de miedo/ <i>neutralidad</i> seguido de asco y tristeza. Segundo usuario con un determinante porcentaje de miedo. No se reportaron emociones de desprecio, sorpresa, tristeza.
2	"B: Medianamente interesante"	
3	"A: Totalmente de acuerdo"	
4	"A: Si, soy consciente"	
5	"A: Si estoy interesado"	
6	"A: Si"	No se puede hacer una relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
7	"A: Si"	

Nota: elaboración propia

Tabla 94. Total emociones registradas durante actividad 3, usuario 16

EMOCIONES-ACTIVIDAD 3			
Emociones	Porcentaje (%)		<ul style="list-style-type: none"> ■ Felicidad ■ Tristeza ■ Sorpresa ■ Enfado ■ Miedo ■ Asco ■ Desprecio
Felicidad	0		
Tristeza	0.2652		
Sorpresa	0		
Enfado	5.3050		
Miedo	80.6366		
Asco	13.7931		
Desprecio	0		



Nota: elaboración propia

Tabla 95. Validación de respuestas actividad 3, usuario 16

RESPUESTAS CUESTIONARIO			
# Pregunta	Respuesta	Validación	Validación
1	"B: 1811-1821"	Incorrecto	Predomino la emoción de asco/ <i>neutralidad</i> seguido por sentimiento de miedo. Aunque el usuario cumplió con la tendencia, fallo en una respuesta en contraste con otros usuarios con un comportamiento cercano. No se halla relación directa entre las respuestas obtenidas y las emociones presentadas por el usuario durante el proceso de pruebas.
2	"B: Indecisión política por el poder"	Correcto	
3	"B: Centralistas y federalista"	Correcto	
4	"A: 16"	Correcto	
5	"D: Antonio Nariño"	Correcto	

Nota: elaboración propia.

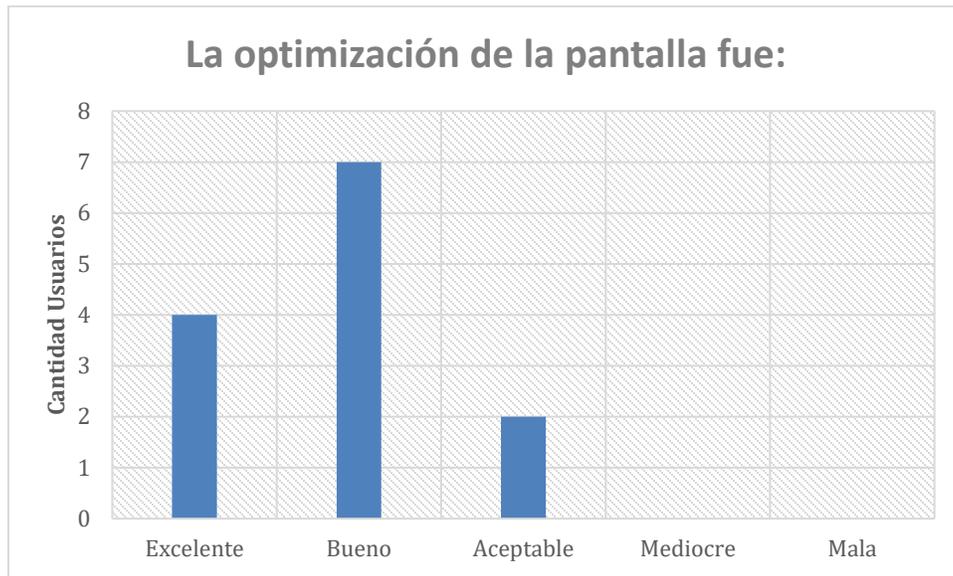
A continuación se muestran los resultados obtenidos de la prueba de usabilidad, para mejorar la calidad de la experiencia del usuario con la plataforma desarrollada.

Figura 39. Primera pregunta encuesta usabilidad



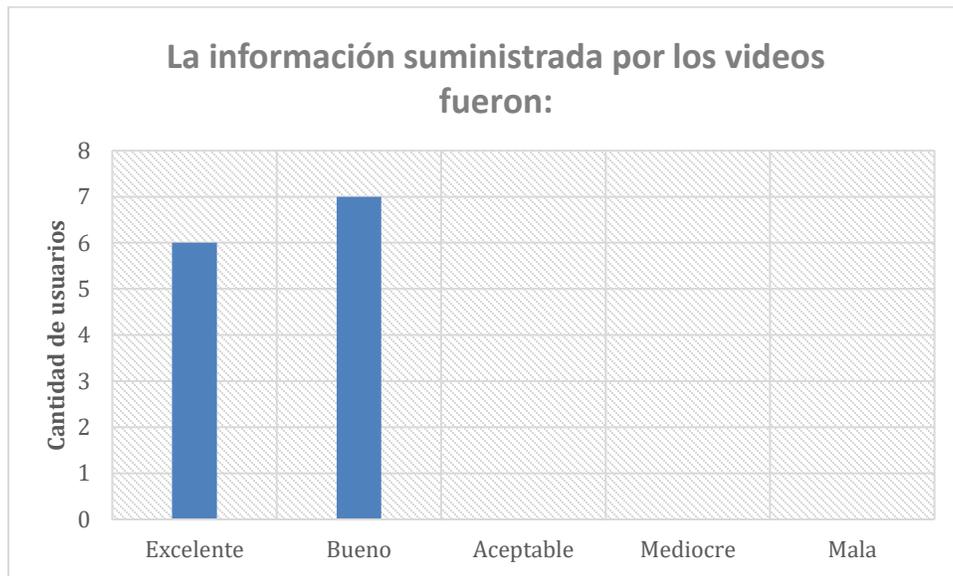
Nota: elaboración propia

Figura 38. Segunda pregunta encuesta usabilidad



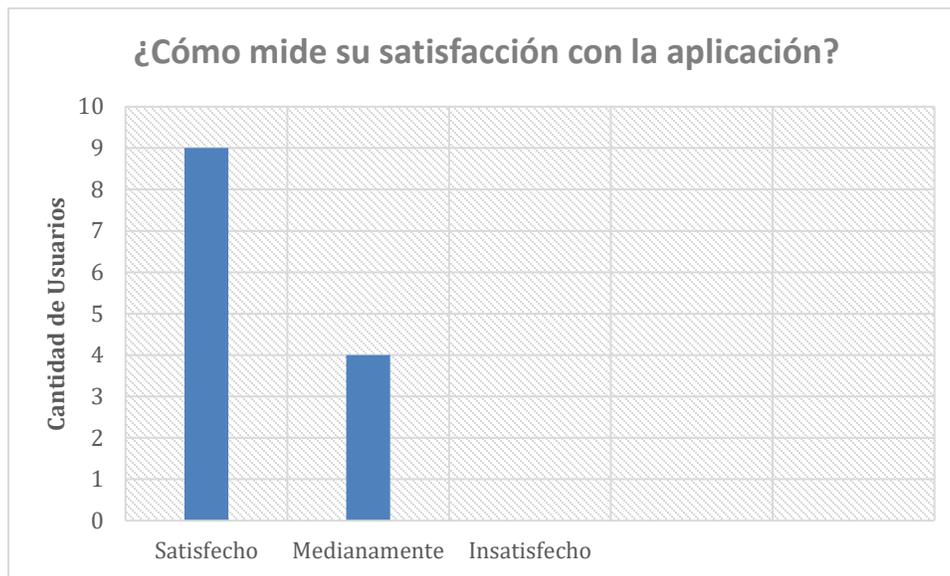
Nota: elaboración propia

Figura 39. Tercera pregunta encuesta usabilidad



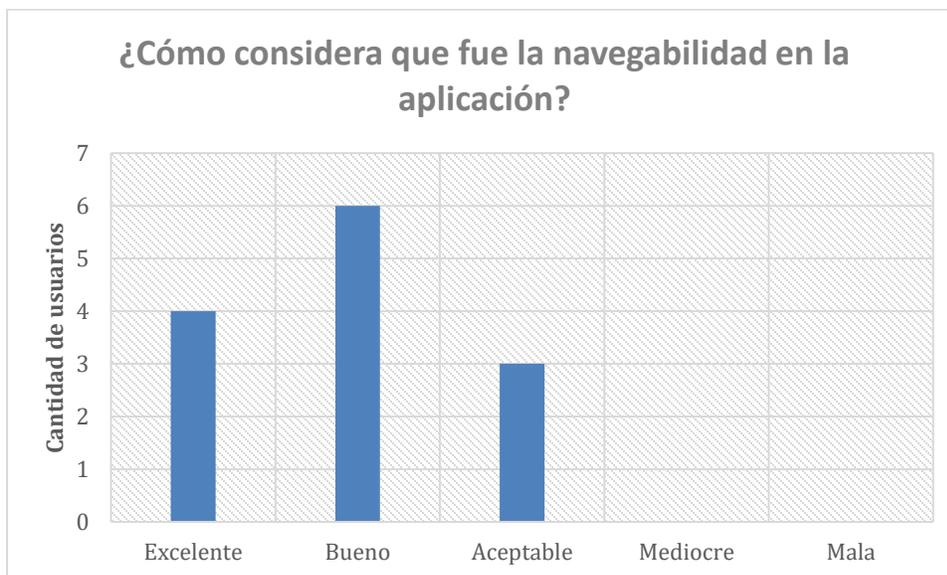
Nota: elaboración propia

Figura 40. Cuarta pregunta encuesta usabilidad



Nota: elaboración propia

Figura 41. Cuarta pregunta encuesta usabilidad



Nota: elaboración propia

Con los resultados obtenidos se puede identificar que la calidad de la experiencia de los usuarios, resulta siendo buena, pero es necesario hacer pequeños cambios en la interfaz de la aplicación para

que sea más intuitiva, y lo correspondiente a la calidad del contenido dependerá exclusivamente de lo que considere el docente.

9 Discusión

Como se había detallado anteriormente las emociones no son un factor predominante para determinar el aprendizaje de una persona, esta ayuda a crear lazos o vínculos con las experiencias, es decir, agrega una connotación especial a los sucesos, una relación entre recuerdos y sentimientos, esto ayuda a que no sean olvidados tan rápidamente.

A la hora de realizar el reconocimiento de las emociones se debe tener en cuenta que las personas no reaccionan de la misma manera, pues estas están condicionadas por las vivencias que se presentan en el entorno social donde ha convivido, por lo tanto obtener un patrón donde se pueda llegar a conclusiones es complejo, hay personas más o menos expresivas, además de las condiciones que disparan las emociones varían de persona a persona, en los datos obtenidos se pueden observar poca variación los resultados, entre quienes mostraban felicidad tristeza o sorpresa, sin encontrar una relación entre esos estados de ánimo y las respuestas obtenidas en los cuestionarios, por ejemplo en la actividad 3 un usuario registro 4,5 % de felicidad y aun así respondió mal 2 de las 5 preguntas asignadas a ese video, mientras que algunas registraron más niveles por debajo al 1% de felicidad y contestaron correctamente las preguntas, lo mismo ocurre con la emoción tristeza.

Otro factor a analizar en la hipótesis es el aprendizaje, este es un campo demasiado extenso que involucra muchos aspectos y procesos, como se puede ver en las pruebas se toman datos referentes a la calidad y al contenido de los videos, uno de esos son las preguntas que evalúan la capacidad de retentiva de los usuarios, en las pruebas no se hacen inferencia del contenido de los videos, con el cual se pudiese comprobar si estas personas realizaron una comprensión del tema mostrado, y aun así faltarían muchos factores para poder determinar si una persona aprende en base a sus emociones.

Al momento de realizar las pruebas se tuvo en cuenta los factores que pueden alterar los resultados del programa de reconocimiento, como son las condiciones de luz, las posición del usuario, objetos que este puede utilizar, como lentes o sombreros que ocultan las líneas de expresión, así mismo que la persona puede tapar su rostro con sus brazos, esto es importante resaltar ya que el sistema está destinado a estudiantes que optaron por clases a distancia, en donde no se podrán regular estos factores que pueden alterar los resultados.

Puesto que este proyecto sugiere un aporte al proyecto en desarrollo “Modelo conceptual, tecnológico y metodológico para soportar procesos de enseñanza-aprendizaje ubicuos, integrando aspectos del IoT y las arquitecturas de servicios OTT para mejorar las competencias ciudadanas del suroccidente colombiano en el uso y desarrollo de tecnologías de la información” es necesario también tener en cuenta la mejora del software de reconocimiento facial, así como la integración de este con el aplicativo destinado a compartir los contenidos audiovisuales.

10 Conclusiones

Para el desarrollo de las pruebas fue necesario crear una aplicación móvil que simula un entorno de aprendizaje a distancia, el cual cuenta con los roles de estudiante, docente y administrador, permite crear actividades con su respectivo contenido audiovisual y sus evaluaciones, además de visualizar los resultados obtenidos, esto para evidenciar la relación que pudiese guardar las emociones de los usuarios con el contenido audiovisual mostrado.

Debido a las características en software (Android/IOS) en cuanto a la sección correspondiente a la captura de las imágenes en smartphones, no se puede activar de forma efectiva la cámara frontal en segundo plano mientras se ejecutan otros procesos en primer plano. Pues es necesario que mientras esta esté activa, el usuario se encuentre desarrollando las actividades en la aplicación, por tal motivo la toma de imágenes y el análisis de las emociones se llevan a cabo en otra plataforma que garantice su correcto funcionamiento.

Con las características de hardware el programa se puede implementar en cualquier plataforma que soporte Python y las dependencias mencionadas en la sección de desarrollo de software, es por esto que se optó por el microprocesador Raspberry Pi 3.

Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de que no es posible determinar si una persona comprende la información suministrada solo teniendo en cuenta el análisis de las emociones, ya que no se encontró una relación entre las respuestas de los cuestionarios con las emociones que se registraron cuando el usuario recibió la información.

No se puede concluir si una persona aprende mediante el análisis de sus emociones al momento de recibir un contenido audiovisual, puesto que las expresiones faciales están ligadas a procesos socio-culturales en donde las experiencias dan forma a las reacciones de cada individuo, es decir, la forma de reaccionar de cada personas está ligada a sus vivencias y el contexto en el que sucedieron estos hechos, por tal motivo no se puede caracterizar la repuesta emocional ante la información dada.

Para llegar a un resultado determinante con el cual se puedan relacionar emociones y respuestas de manera eficiente, se requiere un sistema de reconocimiento de emociones que cumpla con un porcentaje por lo menos 99 %, además de una población extensa, la cual se encuentre ignorante al proceso de reconocimiento de emociones, evitando posibles comportamientos voluntarios controlados o inhibidos.

El aprendizaje una persona no solo depende del análisis intelectual y emocional sino de múltiples factores entre ellos el estímulo del cerebro emocional, sensorial, intelectual y motor, además de la manera en cómo han sido criados en su infancia hasta la edad actual, esto es un determinante a la hora de que una persona responda a estímulos de cualquier contenido en este caso audiovisuales.

11 Recomendaciones

La generación de usuarios del sistema desarrollado, se realiza de manera semiautomática, pues desde la aplicación se genera un nuevo usuario y queda guardada en la base de datos, pero es necesario que desde el código en Ionic se añada de manera manual, de modo que coincida tanto en la base de datos como en el código de la aplicación, y poder acceder a la información. Se recomienda que la generación de usuarios sea completamente automática.

El profesor, solo puede monitorear y dar recomendaciones a los usuarios. Pues las actividades están fijas en la aplicación y estas no puedan ser editadas, solo visualizadas para que los usuarios puedan interactuar. Se recomienda que el profesor pueda generar nuevas actividades, contenidos y añadir automáticamente los usuarios para que estos puedan acceder a nuevas actividades.

El administrador solo puede añadir nuevos usuarios a la base de datos, se recomienda que el administrador además de lo anterior se pueda editar cualquier dato de un usuario y que se generen cambios automáticamente en la aplicación.

Debido a que la precisión del archivo que se obtuvo previamente entrenado con base en la técnica de reconocimiento de expresiones PCA es de entre 30% y 40%. Se recomienda generar un nuevo archivo con una precisión más adecuada al tema en cuestión, debido a la importancia de este en el proyecto.

Se recomienda que el programa encargado de la detección de las emociones se ejecute desde un Smartphone, de manera que todo el sistema sea más compacto.

Referencias

- Beaudry Bellefeuille, I. (2006). Un trastorno en el procesamiento sensorial es frecuentemente la causa de problemas de aprendizaje, conducta y coordinación motriz en niños. *Boletín del pediatra*, 200-203.
- Araya vargas, G. A., & Salazar Rojas, W. (2001). Inteligencia y rendimiento deportivo: un estudio sobre la inteligencia emocional. *Dialnet*, 50-56.
- Ashton, K. (2009). That 'Internet of Things' Thing In the real world, things matter more than ideas. *RFID Journal*, 1. Obtenido de <https://www.rfidjournal.com/articles/view?4986>
- Báez, M., Borrego, Á., Cordero, J., Cruz, L., González, M., Hernández, F., . . . Zapata, Á. (2013). *Introducción a Android*. Madrid: E.M.E.
- Balcázar Guevara, J. (2012). *Interpretación de emociones basado en el análisis de expresiones faciales como complemento a los métodos de evaluación de usabilidad (Tesis de Pregrado)*. Cali: Universidad San Buenaventura. Obtenido de https://bibliotecadigital.usbcali.edu.co/bitstream/10819/1448/1/Interpretaci%C3%B3n_Emociones_Faciales_Balc%C3%A1zar_2012.pdf
- Bianco, M. F. (2017). Los derechos de explotación del contenido audiovisual y la entrada de las plataformas Over The Top (OTT): estudio caso Netflix. *Icade*, 1-20. Obtenido de <http://revistas.upcomillas.es/index.php/revistaicade/article/view/8027>
- C5N. (20 de Agosto de 2011). Los enigmas del cerebro: cebero motor. *Los enigmas del cerebro: cebero motor*.
- Cabero Almenara, J. (2012). Tendencias para el aprendizaje digital: de los contenidos cerrados al diseño de materiales centrado en las actividades. El Proyecto Dipro 2.0. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 1-27. Obtenido de <https://www.um.es/ead/red/32/cabero.pdf>
- Cataño Rodríguez, Y., & Peña T, G. (2006). *Una introducción a la psicología*. Caracas: Universidad Católica Andre Bello. Obtenido de <https://books.google.com.co/books?id=EmbcGNMuK5sC&pg=PA91&dq=la+percepcion+es+la+organizacion,+interpretacion,+ analisis+e+integracion&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwivpdTBrcjeAhUK1lkKHRaNAyUQ6AEINzAD#v=onepage&q=la%20percepcion%20es%20la%20organizacion%2C%20in>
- Enriquez, J. G., & Casas, S. I. (2013). Usabilidad en aplicaciones móviles. *Dialnet*, 25-47.

- Española, R. A. (Octubre de 2014). *Diccionario de la lengua española (23. ed.)*. Obtenido de Diccionario de la lengua española sito web: <http://dle.rae.es/srv/fetch?id=EjXP0mU>
- Gartner. (29 de Mayo de 2018). *Gartner*. Obtenido de <https://www.gartner.com/newsroom/id/3876865>
- Goicoechea, E. R. (20001). Antropología compleja de las emociones humanas. *Isegoría*, 177-200.
- Habilidades comunicativas. (12 de Septiembre de 2016). *Los secretos del lenguaje corporal (Canal Historia) [Archivo de vídeo]*. Recuperado el 14 de Agosto de 2017, de <https://www.youtube.com/watch?v=8g32IbT3zDI>
- Hussain, A. (2012). *Metric based evaluation of mobile devices: Mobile goal question metric (mGQM)*. Manchester: Universidad Salford.
- Lopez Perez, N., & Toro Agudelo, J. J. (2012). *Técnica de biometría basadas en patrones faciales del ser humano (Tesis de Pregrado)*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira. Obtenido de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/2738>
- Matínez, Y. (2006). La actividad intelectual del cerebro funciona como un ordenador. *Tendencias 21*. Obtenido de www.tendencias21.net/La-actividad-intelectual-del-cerebro-funciona-como-un-ordenador_a1170.html
- Selvaprithiviraj, A. (26 de Julio de 2018). *GitHub [Software de computacion]*. Obtenido de <https://github.com/adithyaselv/face-expression-detect/blob/master/EmoDetect.py>
- Standards, I. I. (1998). *ISO 9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs.) - Part 11: Guidance on usability*. Obtenido de http://www.usabilitynet.org/tools/r_international.htm#9241-1x

Anexos

Descripción de los casos de uso Administrador

Caso de uso: Crear curso

Tabla 96. *Datos generales CU_02*

ID:	CU_02
Nombre del caso de uso:	CU crear curso
Propósito:	Permitir la disponibilidad de cursos para usuarios y profesores.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema que permita crear cursos de formación a distancia para que puedan ser utilizados por usuarios y profesores.
Actores:	Administrador
Pre condiciones:	El administrador debe iniciar sesión previamente.
Pos condiciones de éxito:	Visualizar la información del curso creado exitosamente.
Pos condiciones de fracaso:	Visualizar información en la que se indique que el curso no fue creado.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Crear curso.

Tabla 97. *Escenario CU_02*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El administrador selecciona la opción crear cursos	
2. El administrador ingresa la información del curso relacionada con el id, nombre del curso, cantidad de participantes, disponibilidad, fecha, etc.	
3. El administrador da CLICK en el botón crear curso de la interfaz Administración de los cursos.	3.1. El Sistema validó que la información para crear el curso no es correcta. MSJ_02.
4. El Sistema valida la información ingresada por el Administrador para crear los cursos.	4.1. El sistema validó que el curso no se pudo crear porque ya se encuentra registrado uno con el mismo id.
5. Fin CU Crear curso	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 98. *Mensaje MSJ_02*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_02	Notificación	El curso no pudo ser creado

Nota: Elaboración propia.

Caso de uso: Asociar roles al curso.

Tabla 99. *Datos generales CU_03*

ID:	CU_03
Nombre del caso de uso:	CU asociar roles al curso
Propósito:	Permitir la asociación de los cursos a un grupo de usuario y a un profesor
Descripción:	En este módulo se permite añadir usuario y un profesor a un curso.
Actores:	Administrador
Pre condiciones:	El administrador debe iniciar sesión previamente.
Pos condiciones de éxito:	Visualizar la información del profesor y usuarios que se asociaron a un nuevo curso.
Pos condiciones de fracaso:	Visualizar información donde se identifique que el profesor y los usuarios no fueron asociados aun curso.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 100. *Escenario CU_03*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El administrador selecciona la opción asociar roles al curso.	
2. El administrador determina por medio del id el curso al cual se van a asociar el profesor y los usuarios.	2.1. El sistema valida que el cursos esté disponible o no exista.
3. El administrador añade a los usuarios al nuevo curso por medio de su documento de identidad.	3.1. El sistema valida que el usuario pueda o no añadirse al curso.
4. El administrador añade al profesor al nuevo curso por medio de su documento de identidad.	4.1. El sistema valida que el profesor pueda o no añadirse al curso.
5. El administrador da Click en el botón asociar roles al curso.	5.1. El sistema valida que la información suministrada para añadir a los usuarios y profesores no es correcta. MSJ_03
6. El sistema valida la información suministrada por el administrador para asociar roles	
7. Fin CU asociar roles al curso.	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 101. *Mensaje MSJ_03*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_03	Notificación	No se puedo asociar roles al curso.

Nota: Elaboración propia.

Caso de uso: Cerrar sesión administrador

Tabla 102. *Datos generales CU_04*

ID:	CU_04
Nombre del caso de uso:	CU Cerrar sesión
Propósito:	Asegurar que el administrador pueda cerrar sesión, para respaldar la seguridad del sistema.
Descripción:	En este módulo se permite que el administrador culmine la sesión.
Actores:	Administrador
Pre condiciones:	El administrador debe tener la sesión iniciada previamente.
Pos condiciones de éxito:	El administrador quedara en la página de inicio del sistema.
Pos condiciones de fracaso:	

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Cerrar sesión administrador

Tabla 103. *Escenario CU_04*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El administrador selecciona el botón cerrar sesión.	
2. El sistema valida la petición.	
3. El sistema cambio el rol del administrador a uno anónimo para que se autentique de nuevo.	3.1. El sistema atiende la petición. MSJ_04.
4. Fin del CU cerrar sesión.	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 104. *Mensaje MSJ_04*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_04	Notificación	Sesión finalizada

Nota: Elaboración propia.

Descripción de los casos de uso profesor.

Caso de uso: consultar reporte.

Tabla 105. *Datos generales CU_06*

ID:	CU_08
Nombre del caso de uso:	CU consultar reporte
Propósito:	Permitir al profesor recibir reportes.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema que permita al profesor recibir reportes de los cambios de emociones que presentaron los usuarios durante el video.
Actores:	Profesor
Pre condiciones:	El profesor debe iniciar sesión previamente.
Pos condiciones de éxito:	Interactuar con el módulo que permite el ingreso de contenidos.
Pos condiciones de fracaso:	No interactuar con el módulo que permite el ingreso de contenidos

Nota: Elaboración propia.

Escenario: consultar reporte

Tabla 106. *Escenario CU_06*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El profesor ingresa a la opción que permite visualizar contenidos	
2. El profesor desde el navegador da clic en la interfaz web da clic en el sobre el id del usuario que desea consultar	
3. El profesor visualiza el reporte de los estados de ánimo del usuario.	
4. Fin CU consultar reporte	

Nota: Elaboración propia.

Caso de uso: Reporte cuestionario.

Tabla 107. *Datos generales CU_07*

ID:	CU_09
Nombre del caso de uso:	CU Reporte cuestionario
Propósito:	Permitir al profesor recibir reportes.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema que permita al profesor recibir el reporte de los resultados de la evaluación.
Actores:	Profesor
Pre condiciones:	El profesor debe iniciar sesión previamente.

Pos condiciones de éxito:	Interactuar con el módulo que permite el ingreso de contenidos.
Pos condiciones de fracaso:	No interactuar con el módulo que permite el ingreso de contenidos

Nota: Elaboración propia.

Escenario: reporte cuestionario

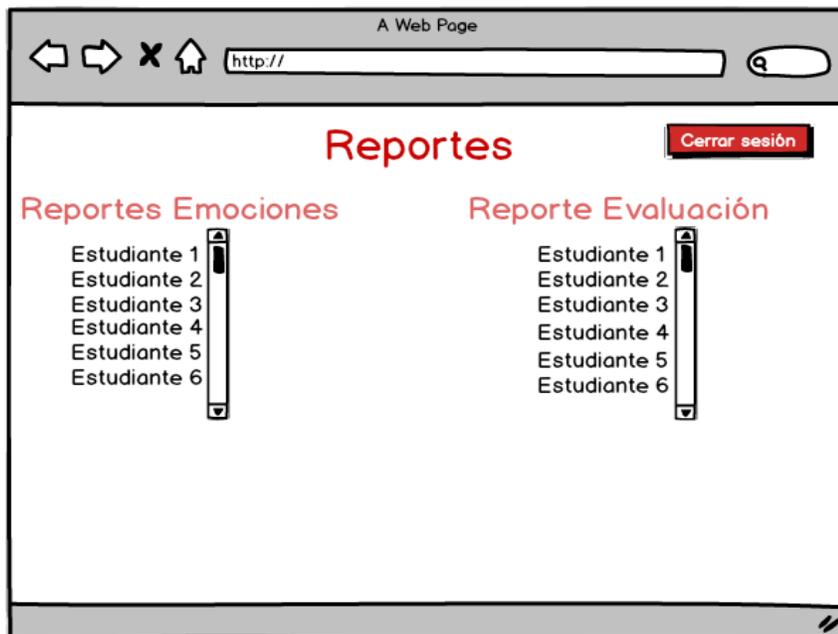
Tabla 108. *Escenario CU_07*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El profesor ingresa a la opción que permite visualizar contenidos	
2. El profesor desde el navegador da clic en la interfaz web da clic en el sobre el id del usuario que desea consultar	2.1. El usuario seleccionado no está disponible el reporte. MSJ_11.
3. El profesor visualiza el reporte de la evaluación del usuario.	
4. Fin CU consultar reporte	

Nota: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se puede visualizar cómo será la interfaz cuando el docente quiera ver los reportes de las emociones y los cuestionarios generados por los estudiantes, dando clic sobre el tipo de reporte del usuario que quiera verificar.

Figura 42. *Interfaz reporte de emociones y cuestionarios.*



Nota: elaboración propia.

Caso de uso: Cerrar sesión.

Tabla 109. *Datos generales CU_08*

ID:	CU_10
Nombre del caso de uso:	CU Cerrar sesión
Propósito:	Asegurar que el profesor pueda cerrar sesión, para respaldar la seguridad del sistema.
Descripción:	En este módulo se permite que el profesor culmine la sesión.
Actores:	Profesor
Pre condiciones:	El profesor debe tener la sesión iniciada previamente.
Pos condiciones de éxito:	El profesor quedara en la página de inicio del sistema.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Cerrar sesión profesor.

Tabla 110. *Escenario CU_08*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El profesor selecciona el botón cerrar sesión.	
2. El sistema valida la petición.	
3. El sistema cambio el rol del profesor a uno anónimo para que se autentique de nuevo.	3.1. El sistema atiende la petición. MSJ_04.
4. Fin del CU cerrar sesión.	

Nota: Elaboración propia.

Descripción de los casos de uso usuario.

Caso de uso: visualizar clase.

Tabla 111. *Datos generales CU_10*

ID:	CU_13
Nombre del caso de uso:	CU Visualizar clase
Propósito:	Le permite al usuario visualizar contenidos disponibles.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema permita al usuario acceder a todos los contenidos que dispuso el profesor para la nueva clase
Actores:	Usuario
Pre condiciones:	El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema
Pos condiciones de éxito:	Video disponible para la visualización. Cuestionario disponible.
Pos condiciones de	No está disponible video. No está disponible cuestionario

Nota: Elaboración propia

Escenario: visualizar clase.

Tabla 112. *Escenario CU_10*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El usuario ingresa a la opción que permite visualizar contenidos	
2. El sistema despliega al usuario la información de los anuncios.	
3. El sistema despliega al usuario la información sobre el perfil del profesor.	
4. El sistema despliega al usuario los videos y cuestionarios.	4.1. No está disponible los contenidos para esta clase.
5. Fin CU visualizar clase	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 113. *Mensaje MSJ_13*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_14	Notificación	Los contenidos no están disponibles.

Nota: Elaboración propia.

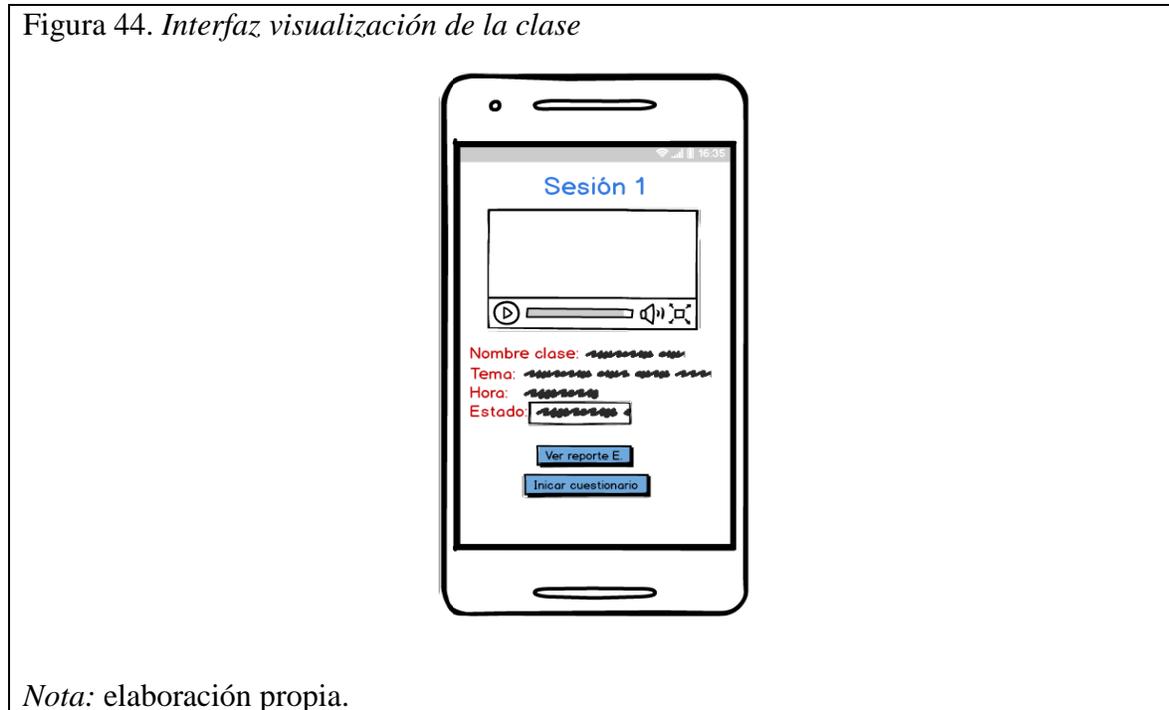
Para que el estudiante pueda acceder a la visualización de la clase es necesario ingresar a la sesión que el profesor ha asociado previamente, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 43. *Interfaz de sesiones asociadas*



Nota: elaboración propia.

Una vez el usuario haya dado clic en una de la sesiones asociadas podrá visualizar el contenido audiovisual, la generación del reporte de los cambios emocionales durante la visualización de este y por último la solución del cuestionario, todo esto compartido por el profesor previamente, también el usuario podrá visualizar los cambios de sus emociones durante la visualización del contenido audiovisual.



Caso de uso: Activar cámara.

Tabla 114. *Datos generales CU_11*

ID:	CU_14
Nombre del caso de uso:	CU Activar cámara
Propósito:	Le permite al usuario habilitar la cámara.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema permita al usuario grabar los cambios de las emociones que se presentan durante visualiza la trasmisión del contenido audiovisual y durante el cuestionario
Actores:	Usuario
Pre condiciones:	El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema
Pos condiciones de éxito:	Video disponible para la transmisión. Publicación del video exitoso.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Activar cámara.

Tabla 115. *Escenario CU_11*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. Se activara automáticamente la cámara del dispositivo móvil.	1.1. El servicio de cámara no está disponible. MSJ_13.
2. El sistema verifica la disponibilidad de la cámara.	
3. El sistema envía reporte de los cambios de emoción que se registraron durante la visualización del video y el cuestionario.	3.1. El reporte de los cambios de emociones no pudo ser enviado. MSJ_14.
4. Fin CU activar cámara.	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 116. *Mensaje MSJ_12*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_12	Notificación	El servicio de cámara no está disponible.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 117. *Mensaje MSJ_13*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_13	Notificación	El reporte no pudo ser enviado.

Nota: Elaboración propia.

Caso de uso: iniciar cuestionario.

Tabla 118. *Datos generales CU_12*

ID:	CU_15
Nombre del caso de uso:	CU iniciar cuestionario.
Propósito:	Le permite al usuario resolver el cuestionario (evaluación de la clase).
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema permita al estudiante dar solución a el cuestionario de la clase.
Actores:	Usuario
Pre condiciones:	El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema
Pos condiciones de éxito:	Cuestionario disponible.
Pos condiciones de	Cuestionario no disponible.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: iniciar cuestionario.

Tabla 119. *Escenario CU_12*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El usuario ingresa a la opción que permite visualizar contenidos.	
2. El sistema despliega al usuario hacer la resolución del cuestionario.	
3. El sistema genera un reporte.	3.1. No se puede generar el reporte. MSJ_14.
4. El sistema envía el reporte se la solución del cuestionario.	4.1. No se puede enviar el reporte. MSJ_15.
5. Fin CU Ingresar a la Aplicación usuario	

Nota: Elaboración propia.

Tabla 120. *Mensaje MSJ_15*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_15	Notificación	Error al generar el reporte.

Nota: Elaboración propia.

Tabla 121. *Mensaje MSJ_16*

ID MSJ	Tipo	Mensaje
MSJ_16	Notificación	Error al enviar el reporte.

Nota: Elaboración propia.

Una vez el usuario da clic sobre iniciar cuestionario de la interior imagen, podrá acceder al cuestionario hecho por el profesor y por ultimo enviarlo, para posteriormente ser calificado por el profesor y enviar recomendaciones si es el caso.

Figura 45. *Interfaz cuestionario*



Nota: elaboración propia.

Caso de uso: notificación emoción.

Tabla 122. *Datos generales CU_13*

ID:	CU_16
Nombre del caso de uso:	CU Notificación emoción.
Propósito:	Le permite al estudiante visualizar los cambios de emoción.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema permita al usuario visualizar los cambios de emoción que se generan durante la visualización de los contenidos.
Actores:	Usuario
Pre condiciones:	El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema
Pos condiciones de éxito:	
Pos condiciones de	

Nota: Elaboración propia

Caso de uso: generar reporte

Tabla 123. *Datos generales CU_14*

ID:	CU_17
Nombre del caso de uso:	CU generar reporte
Propósito:	Le permite al usuario generar un reporte.
Descripción:	Se requiere un módulo del sistema permita al usuario generar un reporte de emociones y cuestionario.
Actores:	Usuario
Pre condiciones:	El usuario debe haber iniciado sesión en el sistema
Pos condiciones de éxito:	Reporte emociones. Reporte cuestionario.
Pos condiciones de	Reporte emociones no disponible. Reporte cuestionario no disponible.

Nota: Elaboración propia

Escenario: generar reporte

Tabla 124. *Escenario CU_14*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El sistema genera un reporte.	1.1. No se puede generar el reporte. MSJ_15.
2. El sistema envía el reporte .	2.1. No se puede enviar el reporte. MSJ_16.
3. Fin CU generar reporte	

Nota: Elaboración propia.

Caso de uso: Cerrar sesión.

Tabla 125. *Datos generales CU_15*

ID:	CU_18
Nombre del caso de uso:	CU Cerrar sesión
Propósito:	Asegurar que al usuario pueda cerrar sesión, para respaldar la seguridad del sistema.
Descripción:	En este módulo se permite que al usuario culmine la sesión.
Actores:	Usuario
Pre condiciones:	El usuario debe tener la sesión iniciada previamente.
Pos condiciones de éxito:	El usuario quedara en la página de inicio del sistema.

Nota: Elaboración propia.

Escenario: Cerrar sesión estudiante

Tabla 126. *Escenario CU_15*

Escenario principal	Escenario de extensión
1. El estudiante selecciona el botón cerrar sesión.	
2. El sistema valida la petición.	
3. El sistema cambio el rol del usuario a uno anónimo para que se autentique de nuevo.	4.2. El sistema atiende la petición. MSJ_04.
4. Fin del CU cerrar sesión.	

Nota: Elaboración propia.