

**DON DAVID: DIAGNÓSTICO DE EXPERIENCIA DE USUARIO EMPLEANDO VISIÓN
ARTIFICIAL ASOCIADA A INTERFACES MÓVILES DE SOLUCIONES IOT EN EL
SECTOR DE LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES.**

MARIA FERNANDA MANTILLA ARANGO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
SEMILLERO AGRIOT
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA, COLOMBIA
2023**

**DON DAVID: DIAGNÓSTICO DE EXPERIENCIA DE USUARIO EMPLEANDO
VISIÓN ARTIFICIAL ASOCIADA A INTERFACES MÓVILES DE SOLUCIONES
IOT EN EL SECTOR DE LOS PEQUEÑOS AGRICULTORES.**

MARIA FERNANDA MANTILLA ARANGO

TRABAJO DE GRADO

DIRECTORA

PHD. MARÍA ALEXANDRA ESPINOSA CARREÑO

CODIRECTOR

CRISTIAN DAVID PARRA MUÑOZ

ASESOR

MIGUEL EUGENIO JURADO GARCÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

SEMILLERO AGRIOT

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

BUCARAMANGA, COLOMBIA

2023

RESUMEN

DON DAVID es una herramienta de diagnóstico de experiencia de usuario que permite evaluar las emociones generadas por los pequeños agricultores campesinos al interactuar con interfaces de soluciones móviles asociadas a soluciones IoT de riego por medio de la herramienta YOLO (You only Look Once) con el fin de determinar las reacciones al momento de interactuar con estas y así diagnosticar los elementos funcionales de las interfaces y aquellos que se deberían cambiar, permitiendo mejorar la adaptación tecnológica en función de los usuarios finales. Para ello se realizaron entrevistas empleando muestreo por conveniencia a pequeños agricultores pertenecientes a Colombia en modo remoto. Los participantes, debían disponer de computador, conexión a internet y cámara para participar en la prueba. Las cámaras se mantuvieron encendidas durante todo el proceso de validación de las interfaces móviles, permitiendo grabar sus expresiones y la interacción con algunas partes de la aplicación. Se contrastó dos mockups pertenecientes a la interfaz AGRORIEGO (elaborada por la compañía ThinkLink) y Sprinkles (proyecto de grado del estudiante Sebastián Moya), ambas orientadas a el empleo de soluciones IoT en riego. Se evaluaron factores como tamaño, diseño, imágenes, iconos, estilo y tamaño de letra, junto con la estructura de los diferentes componentes de cada interfaz, permitiendo así identificar cuales factores pueden ser del agrado del usuario y en cuales momentos se presentaron incomodidad, desaprobación, confusión identificando los elementos a modificar.

DON DAVID, es un proyecto vinculado con AGRIOT, que busca el desarrollo de un modelo de transferencia y apropiación de tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) para los agricultores colombianos de pequeña escala. Da inicio tras la firma del contrato de financiamiento de recuperación contingente No. 80740-200-2019, entre Minciencias y la Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB.

PALABRAS CLAVE: IA, Computación Afectiva, Experiencia de Usuario, Identificación de emociones

ABSTRACT

DON DAVID is a user experience diagnosis tool that allows evaluating the emotions generated by small farmers when interacting with interfaces of mobile solutions associated with IoT irrigation solutions through the YOLO (You Only Look Once) tool in order to determine the reactions when interacting with them and thus diagnose the functional elements of the interfaces and those that should be changed, allowing improving the technological adaptation according to the end users. For this purpose, interviews were conducted using convenience sampling with small farmers in Colombia in remote mode. Participants had to have a computer, internet connection and camera to participate in the test. The cameras were kept on during the whole validation process of the mobile interfaces, allowing to record their expressions and interaction with some parts of the application. Two mockups belonging to the AGRORIEGO interface (developed by the company ThinkLink) and Sprinkles (undergraduate project of the student Sebastián Moya), both oriented to the use of IoT solutions in irrigation, were contrasted. Factors such as size, design, images, icons, style and font size were evaluated, along with the structure of the different components of each interface, thus allowing to identify which factors may be to the user's liking and in which moments there was discomfort, disapproval, confusion, identifying the elements to be modified.

DON DAVID, is a project linked to AGRBIOT, which seeks the development of a model for the transfer and appropriation of Internet of Things (IoT) technologies for small-scale Colombian farmers. It starts after the signing of the contingent recovery financing contract No. 80740-200-2019, between Minciencias and the Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB.

KEY WORDS: IA, Affective Computing, User Experience, Emotion Identification.

AGRADECIMIENTOS

Para iniciar quiero agradecer a mi directora de trabajo de grado, la doctora María Alexandra Espinosa Carreño, por haber creído y puesto toda su fe en que podía hacer este tema de proyecto de grado, aun cuando tenía mis dudas y haberle comentado que nunca había trabajado con Inteligencia Artificial (AI), al igual que permitirme ser parte de este gran proyecto de AgrIoT que tienen una meta muy importante, por su paciencia y acompañamiento en este proceso, mil gracias profe.

Continuando quisiera agradecer a mi codirector Cristian que me ayudó a iniciar en todo esto de la AI, por su paciencia al explicarme y corregirme, junto con todo el tiempo dedicado a este proyecto, por apoyarme y continuar conmigo en la culminación de este proceso. Gracias Camilo por la paciencia, ayuda y atención en este proceso.

También quisiera agradecer a mi familia; a mis padres, Leonardo y Claudia, que me enseñaron que el mejor camino del éxito y crecimiento es la educación, a mi hermana, Silvia Juliana, que siempre me ha apoyado y continuado a mi lado dándome ánimos de terminar y cumplir una meta más en mi vida que me permita y nos permita cumplir todos los sueños a futuro, a mis abuelas, Bertha, Rosita, Rosalba y María Antonia que siempre me han visto como un futuro esperanzador y como la culminación de los sueños y sacrificios, por su apoyo y fuerzas, a mis tíos, tías, primas y primos que siempre me apoyaron y siguieron creyendo que podía continuar y terminar este gran proyecto, que me inspiraron a seguir creciendo cada día más.

Agradezco también a mis amigos Rosa Ballesteros y Sebastián Moya que me ayudaron con los ánimos de aceptar y terminar el proyecto sin importar los obstáculos, ayudándome siempre con consejos y alientos de continuar y terminar juntos para finalizar en compañía este largo camino de trabajo, por las risas, alegrías, tristezas y enfados en este recorrido, gracias.

Por último, pero no menos importante a la inspiración del nombre, mi abuelo David Mantilla que me enseñó que todas las personas son importantes y que debo continuar mis sueños cueste de lo que cueste, ayudando a los demás a seguir creciendo, comprendiendo que si yo crezco los demás pueden hacerlo conmigo, por los mil y un consejos, millones de gracias, mi Don David.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de la crisis sanitaria actual, ocasionada por la propagación del virus COVID-19, se hace imperativo la transformación industrial del campo, por lo que se debe plantear estrategias que permitan generar tecnologías acordes al contexto y necesidades actuales de los pequeños productores agrícolas y que cumpla los requerimientos productivos y logísticos que satisfagan los requerimientos regionales.

Acorde a lo expuesto por Sandra Ziegler (Ziegler et al., 2021), las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), han demostrado ser una herramienta que favorece la competitividad y la productividad en el entorno donde son incorporadas. No es una coincidencia su uso paulatino ya sea en forma de celulares, tabletas, computadores, inclusive aplicaciones que optimizan el recurso tiempo al automatizar procesos y centralizar información que puede ser empleada por un grupo de trabajo. La adopción de las TIC en zonas rurales ayuda a aumentar no solo a la productividad sino a la competitividad de los alimentos, según un estudio realizado para la unión europea demostró que la implementación de las TIC simples o complejas en un porcentaje muy bajo (en una proporción del 1% según el estudio *Facing the Digital Transformation: are Digital Skills Enough?*(2020)) ayuda a aumentar la productividad laboral casi un 2,5%, implementando TIC simple y un 3,7% implementando TIC complejas, es decir que al implementar estas tecnologías se puede lograr alternativas para los problemas y desafíos presentes en las zonas rurales (Ziegler et al., 2021).

No obstante, la implementación de tecnología en zonas rurales se debe a que la formulación de interfaces no considera el contexto del campo, ni sus necesidades, ni la paupérrima infraestructura física con la que cuentan las poblaciones alejadas del contexto urbano: solo el 71% de América latina posee conectividad básica en su área urbana, es decir que meramente el 37% de las personas de la ruralidad lo poseen (Ziegler et al., 2021), y aunque se cuenta con un 92% de servicios básicos en la mayoría del territorio colombiano (radiografía de la desigualdad), el 50% de los campesinos terminan quinto primaria y al menos 210000 son analfabetas (Pol, 2020), por lo cual la probabilidad de uso de estas herramientas se reduce, impidiéndoles competir contra mercados que ya la tienen implementada estas tecnologías, aumentando la brecha digital.

Sin embargo, a pesar que la implementación de las TIC es importante para la tecnificación de la agricultura, se identifican barreras de implementación, representadas en poca infraestructura física que permita la incorporación de sistemas digitales, (como la conexión banda ancha a internet), la falta de dispositivos que permitan la conexión a internet (como celulares, tabletas o computadores) y el problema de la alfabetización digital (Ziegler et al., 2021). Este hecho se puede evidenciar en la Figura 1. extraída del documento *Habilidades digitales en la ruralidad: un imperativo para reducir brechas en américa latina y el caribe*, se puede evidenciar que la principal razón del no uso del internet, es el no saber usarlo

(37,6%). El estudio no profundiza las razones de esta respuesta, por lo que no se puede definir si está supeditado a un nivel de complejidad, la incorrecta formulación de interfaces, o alguna otra causa que amerite una investigación adicional.

Figura 1. Principales razones para no usar internet en zonas rurales



Fuente: (Ziegler et al., 2021)

Desde los años 70 existe la inquietud sobre cómo elaborar programas ofimáticos que no solo elevaran la productividad empresarial, sino que mantuvieran a un usuario complacido por su uso (NNgroup, 2016). Los estudios de experiencia de usuario, se caracterizaron como una herramienta capaz de validar esta información, de tal forma que se establecieron estándares de diseño en las interfaces empleadas por estos programas: desde uso, posición y colores de los diferentes elementos, hasta tamaño de letra, lenguaje empleado y virtualización del entorno mediante imágenes: El cambio paulatino de elementos de uso diaria como los celulares, que antes tenían un uso específico de comunicación por llamadas, la radio en cuanto a su simplicidad hoy en día a comparación del tamaño de hace 20 o 30 años o los relojes que ya no solo nos permiten ver la hora, sino que tienen otras herramientas adjuntas, ejemplos de cambios que representan la importancia de una experiencia de usuario el tener en cuenta lo que los usuarios desean y más que todo necesitan.

Si bien existen iniciativas que reconocen la necesidad de identificar los requerimientos en comunidades rurales (como, por ejemplo, Misión por Colombia y el plan vive digital del 2014-2018 en la subsección del campo conectado (*Plan Vive Digital Colombia, 2018*)), no se detecta desde la academia estudios de experiencia de usuario que permitan clarificar conceptos relacionados con imágenes, colores y demás factores que puedan ser integrados a las interfaces empleadas en soluciones agrícolas, aumentando la resistencia de adopción tecnológica¹, representando un gran limitante en la transformación digital en

¹ Las barreras determinadas en la apropiación de tecnologías digitales se manifiestan en una intensión de desconocimiento de la tecnología. Según el estudio desarrollado por IICA (América &

zonas agrícolas, perjudicando planes de gobierno que orienta al sector de agricultura como un reactivador económico en Colombia.

Para ello, DON DAVID sugiere un estudio de experiencia de usuario por medio de la validación del pequeño campesino, al interactuar con interfaces asociada a un sistema de riego IoT, AGRORIEGO (elaborada por la compañía ThinkLink) y Sprinkles (proyecto de grado del estudiante Sebastián Moya), empleando visión artificial. Esta investigación plantea una relación entre los sentimientos generados por el campesino al explorar los diferentes elementos de las interfaces, como los colores, texturas, tamaño de letra, imágenes, etc. en búsqueda de aquellos elementos que le sean visualmente atractivos y fácilmente comprensibles.

Este libro de proyecto se divide en 11 capítulos principales, donde algunos de ellos cuentan con subcapítulos que permiten la simplificación de su lectura, encontrando una tabla de contenido al inicio del documento donde se puede ver los capítulos presentes con sus títulos y paginas asignadas que le permitirá el fácil desplazamiento entre ellos, junto con una tabla de figuras e ilustraciones también con asignación de página.

Inicialmente se presenta el capítulo presentado donde se dio la justificación de la razón de abortar el proyecto junto con las razones de ponerlo en ejecución, de igual manera se presenta una descripción de lo que se encontrara durante la lectura del libro de proyecto.

El capítulo 2 presenta los objetivos que se tuvieron en cuenta durante el desarrollo de todo el proyecto, contando con un objetivo general y 4 objetivos específicos, Para a mejor comprensión del desarrollo del proyecto se desarrolló el capítulo 3 de marco teórico que presenta los conceptos esenciales que giran en torno a el libro, de igual manera para el cumplimiento de los objetivos se desarrolló una metodología explicada en el capítulo 4, por ello se realizó la partición de las fases metodológicas en capítulos, es decir la fase 1 de identificación se encuentra en el capítulo 5 en conjunto con un subcapítulo que explica la manera en la que se identificó el problema y los antecedentes del proyecto, continuando con el capítulo de 6 de la fase 2 de contextualización que muestra el desarrollo realizado para obtener los resultados de búsqueda con RSL Dandelion junto con la revisión de literatura obtenida por esta metodología.

En el capítulo 7 se presenta todo el desarrollo presentado para la obtención , limpiado y utilización del dataset, junto con el modelado que presenta el desarrollo y entrenamiento del modelo, presente también la instalación de los elementos necesarios, en cuanto al siguiente capítulo 8: de investigación en experiencia de usuario (UX) presenta las metodologías que se investigaron y utilizaron a la par de la elaboración de las pruebas

El, 2021), el 37.6% no sabe cómo usarlas y el 12.4% no le interesa, por lo que se puede decir que casi el 50% de la población no usa las aplicaciones, por un problema de adaptación tecnológica, que, aunque el software sea funcional para el objetivo de diseño, el no ser empleadas por la población genera una falsa percepción de desuso, no genera retorno de la inversión, y muchos de los proyectos son abandonados por ello.

junto con la caracterización de los usuarios y los requerimientos para su participación junto con el desarrollo de estas pruebas y la puesta en producción analizando con Don David.

DON DAVID, es un proyecto vinculado con AGRIOT, que busca el desarrollo de un modelo de transferencia y apropiación de tecnologías del Internet de las Cosas (IoT) para los agricultores colombianos de pequeña escala. Da inicio tras la firma del contrato de financiamiento de recuperación contingente No. 80740-200-2019, entre Minciencias y la Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB.

Espero que este trabajo sea de su agrado.

TABLA DE CONTENIDO

PÁG

1. OBJETIVOS.....	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2. MARCO TEÓRICO	16
2.1 DIAGNÓSTICO DE EXPERIENCIA DE USUARIO.....	16
2.2 VISIÓN ARTIFICIAL.....	16
2.3 INTERFACES MÓVILES.....	16
2.4 SOLUCIONES IOT.....	16
2.5 AGRICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA.....	17
2.6 MÉTODO DE MUESTREO	18
3. METODOLOGÍA	19
3.1 FASE 1: IDENTIFICACIÓN.....	24
3.1.1 ANTECEDENTES.....	24
3.2 FASE 2: CONTEXTUALIZACIÓN	25
3.2.1 ESTADO DEL ARTE Y/O REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	25
3.2.2 ECUACIONES DE BÚSQUEDA.....	27
3.2.3 RESULTADOS DE BÚSQUEDA DE ECUACIONES EN BASES DE DATOS 28	
3.2.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	28
3.2.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	28
3.2.6 CRITERIOS DE CALIDAD.....	29
3.2.7 RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LITERATURA CON LA METODOLOGÍA DANDELION	32
3.3 FASE 3: DISEÑO	34
3.3.1 GENERACIÓN DE DATASET	34
3.3.2 OBTENCIÓN DEL DATASET.....	34

3.3.3	LIMPIEZA	35
3.3.4	ETIQUETADO	35
3.3.5	MODELADO	37
3.3.6	DESARROLLO	38
3.3.7	ENTRENAMIENTOS	38
3.4	FASE 4: INVESTIGACIÓN EN EXPERIENCIA DE USUARIO UX.....	44
3.4.1	ELABORACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES UX	44
3.4.2	CARACTERIZACIÓN DE USUARIO	46
3.4.3	PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN EN UX.....	47
3.4.4	DESARROLLO	47
3.4.5	PUESTA EN PRODUCCIÓN	48
3.4.6	RESULTADOS PUESTA EN PRODUCCIÓN.....	48
4.	DISCUSIÓN.....	52
5.	CONCLUSIONES	54
6.	TRABAJO FUTURO	55
7.	BIBLIOGRAFIA.....	56

TABLA DE FIGURAS

PÁG

Figura 1. Principales razones para no usar internet en zonas rurales.....	7
Figura 2. Metodología empleada para el desarrollo de DON DAVID	19
Figura 3. Metodología ASUM-DM	20
Figura 4. Mapa 1 VOSViewer, donde se muestran palabras claves encontradas en las bases de datos con sus ecuaciones claves y la relación entre ellas	26
Figura 5. gráfico de porcentaje de publicaciones con información obtenida por publish or perish	26
Figura 6. mapa de resultados de VOSviewer utilizando los datos obtenidos de publish or perish con la ecuación número 5 del idioma Ingles	29
Figura 7. gráfico de porcentajes utilizando la ecuación 5 de inglés en publish or perish	30
Figura 8. mapa de resultados de VOSviewer utilizando los datos obtenidos de publish or perish con la ecuación número 4 del idioma español	31
Figura 9. gráfico de porcentajes utilizando la ecuación 4 de español en publish or perish	31
Figura 10. Línea de tiempo de los artículos con especificaciones de aspectos claves	32
Figura 11. Imagen y parámetros de código relacionado con la imagen IA que representa el porcentaje de emoción	36
Figura 12. Superposicion con el estudio de kaggles	37
Figura 13. Imagen con variación	41
Figura 14. Variaciones en Roboflow.....	42
Figura 15. Resultado entrenamiento sin variaciones.....	42
Figura 16. Resultado entrenamiento con variaciones	43

TABLA DE ILUSTRACIONES

PÁG

Tabla 1.Actividades y resultados del objetivo 1.....	21
Tabla 2.Actividades y resultados del objetivo 2.....	21
Tabla 3.Actividades y resultados del objetivo 3.....	22
Tabla 4.Actividades y resultados del objetivo 4.....	23
Tabla 5.Tabla de ecuaciones para ambos idiomas (inglés y español)	27
Tabla 6.Tabla de numero de resultados de cada ecuación con las diferentes bases de datos escogidos.....	28
Tabla 7.Tabla de criterios de inclusión escogidos para cada idioma (inglés, español)	28
Tabla 8.Tabla de criterios de exclusión escogidos para cada idioma (inglés, español)	29
Tabla 9.Recolección de documentos para la revisión de literatura	33
Tabla 10.Metodologías a utilizar en pruebas.....	45
Tabla 11.Resultado entrevista usuario 1	49
Tabla 12.Resultado entrevista usuario 2	49
Tabla 13.Resultado entrevista usuario 3	50
Tabla 14.Resultado entrevista usuario 4.....	50

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un prototipo de diagnóstico de experiencia de usuario que, mediante visión artificial, evalúe interfaces móviles empleadas en soluciones IoT de agricultura de pequeña escala.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Identificar los diferentes modelos de visión artificial empleados en la computación afectiva.
3. Identificar las diferentes metodologías empleadas en investigación de experiencia de usuario que pueda ser implementadas en entornos rurales.
4. Desarrollar un prototipo que permita la evaluación de experiencia de usuario del pequeño productor agricultor con respecto al uso de una aplicación agrícola.
5. Evaluar la experiencia de usuario de una aplicación agrícola asociada a una solución IoT.

2. MARCO TEÓRICO

Algunos de los conceptos básicos que se tuvieron presentes en el momento de desglosar el problema a estudiar fueron clasificados en 6 apartados principales:

2.1 DIAGNÓSTICO DE EXPERIENCIA DE USUARIO

La experiencia de usuario es la herramienta base para identificar los factores y elementos que complacen a los usuarios finales, es el estudio que nos permite determinar si las interfaces, herramientas y experiencias utilizadas son aptas para el público al que se va a presentar, es decir son las respuestas de las personas ante todos los aspectos que van desde la interacción de los usuarios finales, hasta el servicio y producto brindado (Devin, 2016; Don Norman & Nielsen, n.d.).

2.2 VISIÓN ARTIFICIAL

Antes de poder hablar de la visión artificial, es necesario comprender la inteligencia artificial de donde deriva VA, La inteligencia Artificial es la búsqueda de realización de máquinas o la implementación de técnicas informáticas que permiten la adquisición o el poder de imitación de los comportamientos humanos o inteligentes, en cuanto a “aprender” o “razonar” como nosotros (Martínez Martínez, n.d.), ahora bien teniendo en cuenta esto podemos hablar sobre la visión artificial la cual es una disciplina que permite la interpretación de las imágenes o videos en tiempo real que se encuentran en el entorno permitiendo el análisis de una gran variedad de datos que determina el usuario (Alvear-Puertas et al., 2017; Pino Diez et al., 2001).

Sin embargo, una parte importante de la visión artificial y de la inteligencia artificial es el apartado de la computación afectiva es el área que permite el desarrollo de dispositivos y sistemas que permitan o tengan la capacidad de reconocer, interpretar y procesar las emociones humanas presentadas por imágenes o videos (Baldassarri Santalucía, 2016).

2.3 INTERFACES MÓVILES

Las interfaces de usuarios es todo aquello con lo que el usuario puede interactuar o ver, con diferentes componentes como botones, listas desplegables, mapas, y demás funciones prácticas que ayudan a los usuarios a acceder, interactuar y obtener información. (developers, n.d.).

2.4 SOLUCIONES IOT

Primeramente antes de poder hablar de las soluciones IOT que se puedan presentar debemos comprender el concepto del internet de las cosas, el cual es la capacidad de conexión entre dispositivos con el internet, o en otras palabras la interconectividad entre

objetos y servicios de interconexión (físico y virtual) junto con la interacción humana, con el fin de dar soluciones y ayudas en diversas áreas como en los campos de estudio, empleo, cotidianidad y agricultura.(Alvear-Puertas et al., 2017).

2.5 AGRICULTURA DE PEQUEÑA ESCALA

Inicialmente es necesario conocer que los campesinos o agricultores no son todos aquellos que vivan en el campo y en el mundo rural, sino que es necesario varias definiciones que en conjunto determinan a los campesinos, es decir son aquellas personas que trabajan la tierra para el consumo y la comercialización de los productos generados de la tierra y la naturaleza pero que al mismo tiempo tiene historia y culturización de antepasados campesinos, pero que al mismo tiempo debe identificarse como campesino (*Encuesta Nacional de Calidad de Vida ECV 2019, 2020; Insumo & Dane, 2017*).

Al mismo tiempo es necesario saber quién o qué es un productor agropecuario, se dice de productor aquella persona natural² o jurídica³ que dirige la UPA⁴ y tiene el poder de decisión sobre la producción, el uso y la venta de los productos agropecuarios, esta persona no puede ser el administrados, capataz, agregado o el mayordomo que tenga o no remuneración.(Felipe & Lombo, n.d.).

Comprendiendo las definiciones tanto de campesino como de productor agropecuario podemos definir la agricultura de pequeña escala, y es que en este caso no se tiene una sola definición, pues hay factores que interactúan y varían el significado de esta misma.

En el caso de FAO (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación) es considerado al pequeño agricultor aquel que posea menos de dos hectáreas.(Berdegué & Fuentealba, 2013; FAO, 2017; Graeub et al., 2016).(FAO, 2017; Graeub et al., 2016).

Para el Ministerio de Desarrollo rural y Agricultura, junto con FINAGRO, se define como pequeño productor aquel que cuenta con la característica de poseer activos que no superen los 248 salarios mínimos vigentes y que a su vez deba estar obteniendo no menos de dos terceras partes de sus ingresos de la actividad agropecuaria o que el 75% de sus activos invertidos pertenezcan al sector agropecuario (Decreto 691 de 2018, Ley 16 de 1990).

Al mismo tiempo según el Comité de Seguridad Alimentaria Mundial define a la agricultura de pequeña escala como aquella que es practicada por familias, donde pueden figurarse

² grupo o personas físicas que tienen el poder de decisión sobre la Unidad Productora Agropecuaria (UPA), al mismo tiempo que son los responsables de enfrentar los riesgos, toma de créditos, ganancias o las pérdidas económicas, todo con el respaldo de su patrimonio

³ Empresa o institución, correspondiente a una forma de sociedad comercial ya prevista en la ley colombiana

⁴ Unidad Productora Agropecuaria, formada por un conjunto de predios (finca, tierra o posesión inmueble) que produce bienes agrícolas, forestales, pecuarios, acuícolas, posee un único productor, natural o jurídico, que asume riesgos y responsabilidad, al igual que posee por lo menos un medio de producción

uno o más hogares, utilizando mayormente la mano de obra familiar, que a través de esto obtienen una parte considerable de sus ingresos (en especie o dinero), al igual que por medio de sus actividades agrícolas obtiene una parte de los alimentos consumidos, por medio de intercambio, autoabastecimiento o intercambios de mercado o no monetarios, sin embargo los miembros de la familia también realizan trabajos fuera de las actividades agrícolas.(HLPE et al., 2013).

Para el caso del proyecto se ha decidido tomar la definición presentada por la FAO, junto con la definición presente por FINAGRO y el Ministerio de Desarrollo rural y Agricultura.

2.6 MÉTODO DE MUESTREO

Para la realización de encuestas, entrevistas y otras formas de recolección de información es necesario la información de un grupo de personas, denominado población. Al considerar la dificultad que involucra recolectar la información sin la información de todo un grupo de población, se lleva a cabo la recolección por muestreo, que ayuda a realizar afirmaciones o generalización de los resultados sobre la población elegida.

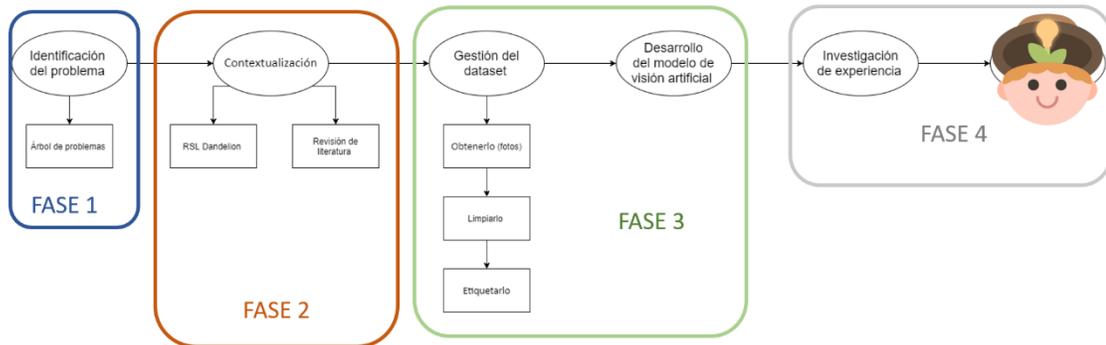
Por ello se encuentran diferentes métodos de realización de muestreo, como los no probabilísticos; que no se basan en el azar, sino que él mismo investigador define por diversos factores la muestra y los probabilísticos; que realiza su proceso de selección de forma aleatoria o al azar y sus unidades son conformadas precisamente por la aleatoriedad. (Abascal & Grande, 2005).

Un muestreo no probabilístico, específicamente por la clase de un muestre de conveniencia, se considera por la obtención de una muestra teniendo en cuenta la conveniencia del investigador, considerando una población accesible, teniendo en cuenta que tras estos parámetros se complica la cuantificación representativa de la muestra.(Casal & Mateu, 2003).

3. METODOLOGÍA

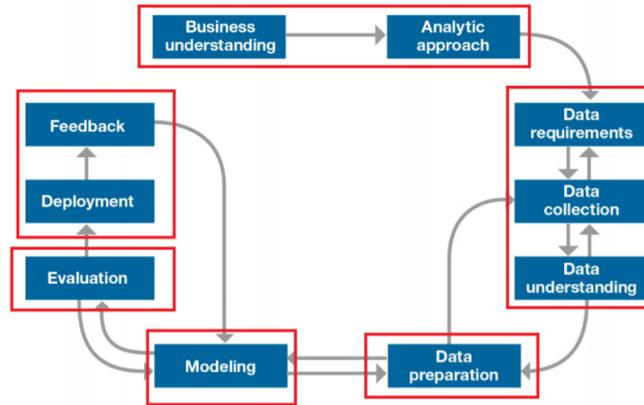
Con la finalidad de ejecutar y cumplir con los objetivos planteados se utilizaron una serie de recursos y procedimientos, organizados de manera cronológica que permitió el cumplimiento de las metas establecidas, dividiéndose en 4 fases; las cuales pueden leerse en la figura 2.

Figura 2. Metodología empleada para el desarrollo de DON DAVID



Esta metodología se inspiró en un modelo de ASUM-DM presentada en la figura 3 (Caoba, 2017), el cual permite el desarrollo de las fases presentadas en la figura 2, que vendría hacer la metodología implementada, donde la fase 1 y 2 del modelo de ASUM-DM que comprende la contextualización del problema, en este caso en la fase 1 de la metodología implementada, dando paso a la fase 3 que referencia a las fases 2,3 y 4 del modelo de ASUM-DM, en la que se debe realizar la especificación de los datos, finalizando con la fase 4, que va en conjunto con la misma fase de la metodología de inspiración.

Figura 3. Metodología ASUM-DM



Para la ejecución de la metodología expuesta anteriormente se consideró la realización de diversas actividades conjuntas con los objetivos, presentados en el capítulo 2, que permitió evaluar y determinar la evolución y desarrollo del proyecto en función de los cumplimientos de objetivos, todo con el apoyo de la metodología en ejecución.

Tabla 1. Actividades y resultados del objetivo 1

Objetivo 1: Identificar los diferentes modelos de visión artificial empleados en la computación afectiva.	Actividades	Resultados
	Desarrollo de protocolo RSL DANDELION cuyo propósito sea identificar los diferentes modelos de visión artificial relacionado con el análisis de sentimientos	Protocolo RSL DANDELION
	Ejecución el protocolo	Mapas bibliométricos con las Ecuaciones de búsqueda en idioma inglés y español conjunto a Principios de exclusión, inclusión y calidad acompañado del conjunto de artículos seleccionados
	Evaluación del contenido de los artículos adquiridos con la pertinencia del proyecto	Matriz de valoración de las técnicas de visión artificial

Tabla 2. Actividades y resultados del objetivo 2

Objetivo 2: Identificar las diferentes metodologías empleadas en investigación de experiencia de usuario que pueda ser implementadas en entornos rurales.	Actividades	Resultados
	Investigación de metodologías de experiencia de usuario	Tabla con descripción de metodología, medición, variables y posible eficiencia
	Ejecución de las diferentes metodologías utilizadas para evaluación y determinación de importancia	Cuadros comparativos entre metodologías Cuadro de pros y contras al momento de implementarlas Puntuación de las metodologías en una escala de 1 a 10
	Selección de metodologías a emplear	Justificación de determinación apoyada por cuadros empleados en la ejecución, al igual que las puntuaciones otorgadas y realización de pruebas de metodología

Tabla 3. Actividades y resultados del objetivo 3

Obj 3: Desarrollar un prototipo que permita la evaluación de experiencia de usuario del pequeño productor agricultor con respecto al uso de una aplicación agrícola.	Actividades	Resultados
	Identificar los diferentes elementos del prototipo	Cuadro donde se presentes las variables de estudio en orden de desarrollo, junto con los requerimientos necesarios, conjunto a esto unas columnas de relevancia de variables, dificultad y tiempo de ejecución
	Implementar los elementos conjuntos que sean coherentes con el estudio de experiencia de usuario ya determinada	Determinar en un cuadro de importancia o relevancia las características propias de la experiencia de usuario para poder desarrollar prototipos prueba
	Escoger población de estudio	Selección de población por medio de la determinación del proyecto AgriIOT
	Extracción de imágenes y videos a poblaciones similares a la del estudio o la misma, para alimentar la base de datos	Carpeta de Almacenamiento disponible en drive estudiantil junto con tabla donde presente un número de identificación de foto (se crear), los nombres de la persona (si es posible), lugar donde se tomó o recolecto la foto, población, sentimiento que representa (para más adelante determinar si se predijo de forma correcta) y observaciones (como si lleva sombrero, entre otras cosas que sean deterministas)
	Ejecutar la base de datos de imágenes y video, conjunto con base de datos de almacenamiento de información de variables y datos	Archivo de base de datos
	Etiquetar base de datos	Imágenes etiquetadas
	Llevar a cabo el prototipo en Yolo	Programa de yolo donde se implementen todas las características ya mencionadas

Tabla 4. Actividades y resultados del objetivo 4

Obj 4: Evaluar la experiencia de usuario de una aplicación agrícola asociada a una solución IoT	Actividades	Resultados
	Selección de la aplicación a evaluar	Dialogo con responsables de la App Documento de prestación de la App Aplicación a evaluar y objetivos de la App
	Implementar el prototipo Don David en App	Capturas de pantalla e imágenes de la implementación de esta en la App
	Escoger usuarios a los que se les realizara la evaluación	Datos arrojados por el prototipo Imágenes con la utilización del equipo junto donde se evidencie la Aplicación, al igual que fotografías tomadas de video del desarrollo de prueba de los usuarios para después realizar comparación
	Examinar los datos arrojados	Cuadro comparativo con la imagen de la aplicación, al igual que la fotografía, comparara si hubo similitud entre la emoción detectada contra la que arroja el estudio
	Evaluación de datos arrojados	por medio de la comparativa ya presente, realizar una determinación con porcentajes de acercamiento

El desarrollo de cada una de las actividades se ve presente en las fases de la metodología, que se explicaran en los apartados siguientes y durante todo el documento.

3.1 FASE 1: IDENTIFICACIÓN

Para la fase de identificación se realizó teniendo en cuenta el problema general del proyecto; La inexistencia de metodologías de investigación de experiencia de usuario para comunidades rurales campesinas, dando así las razón de la investigación en las problemáticas que se tiene por la poca infraestructura tecnológica, la reducción de inversiones para la agricultura, y aunque se tienen diversas causas del porque la baja adquisición tecnológica o tecnificación en zonas rurales , fue uno de los factores que permitieron realizar el problema y encontrar la problemática explicada en el capítulo uno , por ello se buscaron antecedentes que tuvieran relación con el proyecto.

3.1.1 ANTECEDENTES

Al hacer un proyecto escrito a AGRIOT “Desarrollo de un modelo de transferencia y apropiación de tecnologías del internet de las cosas para los agricultores colombianos de pequeña escala” financiado por MINCIENCIAS, tiene antecedentes de proyectos ya presentados por en este mismo ámbito como los son los siguientes proyectos:

Framework para la evaluación de interfaces en soluciones IOT implementado en zonas rurales santandereanas: Apoyando la transferencia tecnológica desde la perspectiva desde usabilidad, por la estudiante Mery Dayahna Caro Meza (CARO MEZA, 2020).

Sin embargo se pudieron encontrar otros proyectos, trabajos o tesis que tiene similitudes en ámbitos de desarrollo del proyecto presentes en el mismo país, Colombia, como el artículo de investigación “uso de patrones de reconocimiento de las emociones para apoyar la didáctica de enseñanza aprendizaje” de la universidad libre de Barranquilla Colombia (Mancilla Monsalve, 2019) el cual permite conocer por medio de dispositivos de visión artificial o cámaras en el aulas las cuales captan las reacciones faciales que determinan las emociones.

Al mismo tiempo el artículo “Estudio del atributo satisfacción en pruebas de usabilidad, mediante técnicas de análisis de sentimientos” de Colombia (G et al., 2019) la cual por medio de la computación afectiva se puede evaluar las pruebas de usabilidad presentada en el artículo.

3.2 FASE 2: CONTEXTUALIZACIÓN

Para esta fase se tuvo en cuenta parte del desarrollo del objetivo 1 y 2; Donde se realizó una revisión sistemática de literatura utilizando la metodología DANDELION, que usa la minería de texto y técnicas bibliométricas para ayudar a la identificación de los tópicos de estudio para consiguiente determinar el tópico de interés, explicado detalladamente en los siguientes apartados, junto con una revisión de literatura y/o estado del arte que dan respuesta a lo planteado en los capítulos anteriores.

3.2.1 ESTADO DEL ARTE Y/O REVISIÓN DE LA LITERATURA

Para la elaboración del estado del arte se decidió implementar la metodología DANDELION (Espinosa C. et al., 2020) que es una revisión sistemática de literatura (RSL) empleando técnicas bibliométricas y de minería de texto para la búsqueda, consolidación y análisis de la información. Permite la consulta de archivos, libros y demás documentos a través de una ecuación de palabras claves, desde la forma más genérica a la más específica que lanza resultados que permiten obtener información base para la elaboración del proyecto, información que después es recolectada en Excel, donde permita conocer datos claves de los documentos como; las fechas de publicaciones, títulos, autores, base de datos y otros factores importantes que nos ayudan a determinar los documentos relevantes para el proyecto.

Como lo sugiere DANDELION, se inicia con una búsqueda inicial de información, en la cual se emplean tres bases de datos: Google Scholar (por medio del software Publish Or Perish), LENS y Dimension. Ellos generan una búsqueda de metadatos con la ecuación de búsqueda.

De ahí se obtiene un conjunto de bases de datos, palabras claves y fechas de búsqueda que será implementado en el desarrollo de los criterios de inclusión.

Figura 4. Mapa 1 VOSViewer, donde se muestran palabras claves encontradas en las bases de datos con sus ecuaciones claves y la relación entre ellas

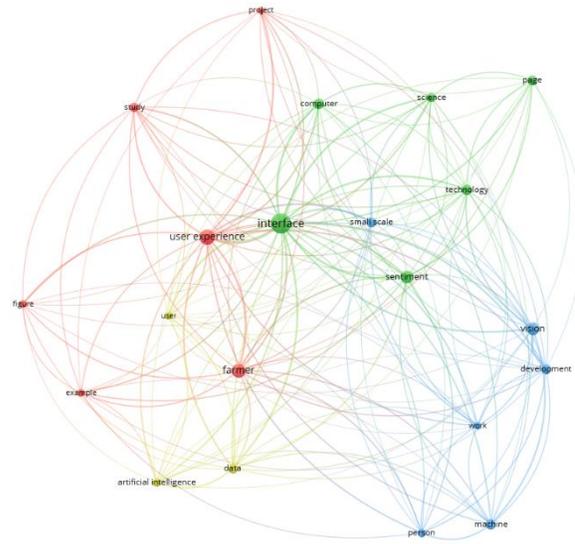
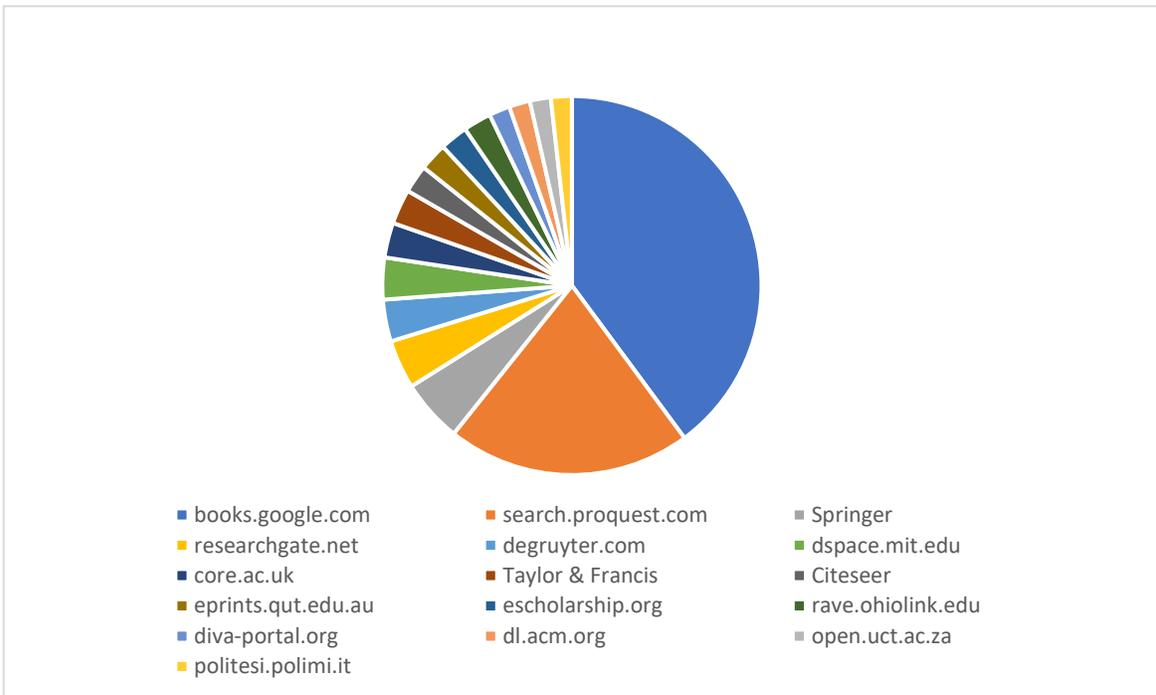


Figura 5. gráfico de porcentaje de publicaciones con información obtenida por publish or perish



El gráfico y mapa generado presentados anteriormente se realizaron antes de la ejecución y la búsqueda de las palabras claves para la buena generación de las ecuaciones de búsqueda.

El protocolo generado para la búsqueda de información relacionada evaluación de heurísticas de interfaces móviles empleando visión artificial fue el siguiente.

3.2.2 ECUACIONES DE BÚSQUEDA

En este subcapítulo se encuentran las ecuaciones tanto en inglés como en español utilizadas para la búsqueda de documentos.

Tabla 5. Tabla de ecuaciones para ambos idiomas (inglés y español)

Español	Ec1	((detector OR reconocimiento) AND (emociones OR gestos)) AND (visión AND artificial))
	Ec2	((detención OR reconocimiento OR distinción) AND (emociones OR gestos OR sentimientos) AND (visión AND artificial) AND yolo)
	Ec3	(detector OR reconocimiento) AND (emociones OR gestos OR sentimientos) AND (computación AND afectiva)
	Ec4	(detector OR reconocimiento) AND (emociones OR gestos OR sentimiento) AND (visión AND artificial) AND (pequeño AND agricultor)
	Ec5	"computación afectiva" AND experiencia de usuario
Ingles	Ecl1	((affective computing) OR (vision artificial OR AI)) AND recognition AND face emotion)
	Ecl2	(gesture OR emotion OR face) AND recognition AND (AI OR artificial vision)
	Ecl3	(gesture OR recognition OR emotion OR face) AND (AI OR affective computing)
	Ecl4	((affective computing) OR (vision artificial OR AI)) AND recognition AND face emotion) AND smallholder AND (ux OR user experience)
	Ecl5	"affective computing" AND user experience

Todo esto en conjunto con métricas donde se plantearon y se consideraron algunos criterios de inclusión y exclusión, en conjunto con criterios de calidad que ayudaron a la selección de los documentos necesarios.

3.2.3 RESULTADOS DE BÚSQUEDA DE ECUACIONES EN BASES DE DATOS

En la tabla 6, presentada a continuación se puede presentar los resultados de búsqueda de las ecuaciones, presentadas anteriormente, en las diversas bases de búsquedas escogidas, antes de realizar los criterios de exclusión, inclusión y de calidad.

Tabla 6. Tabla de numero de resultados de cada ecuación con las diferentes bases de datos escogidos

	#	Google Scholar	IEEEExplore	Core	Scopus	Taylor & Francis	ResearchGate	Dimensions	ACM	LENS
Español	1	0	0	0	1	2	si	28,293	0	21
	2	0	0	45	0	0	si	12	0	2
	3	900	0	3,174	0	2	si	411	0	184
	4	270	0	1,874	0	0	si	297	1	103
	5	412	0	6	0	0	si	27	0	15
Ingles	1	980	817	-	448	42,201	si	474,327	154	16,614
	2	981	3,071	-	1,478	28,84	si	1.498,292	153	87,637
	3	980	6,078	-	4,224	320,623	si	2.530,539	186	436,927
	4	2	0	-	0	108	si	12,251	0	84
	5	890	136	-	287	238	si	21,007	20	1,406

3.2.4 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Se realizaron diferentes criterios de inclusión para los idiomas de inglés y español, presentados en la siguiente tabla.

Tabla 7. Tabla de criterios de inclusión escogidos para cada idioma (inglés, español)

Idioma	Español	Ingles
Palabras claves	reconocimiento, emociones, gestos, sentimientos, visión artificial, distinción, detector, computación afectiva, pequeño agricultor, experiencia de usuario	Gesture recognition, recognition, emotion recognition, AI, artificial vision, face emotion, affective computing, smallholder, ux, user experience.
Área de estudio	Neuromarketing, medicina, ingeniería, psicología	Neuromarketing, medicine, engineering
Tipo de documento	Artículos, tesis, libros, conferencias	Articles, theses, books, conferences
Fecha de publicación	2012 en adelante	2010 onwards
Base de datos	Google Scholar, Scopus, Demonsion, IEEEExplore, ACM, Taylor & Francis, LENS, Core.	Google Scholar, Scopus, Demonsion, IEEEExplore, ACM, Taylor & Francis, LENS.
Ecuación de búsqueda	(detector OR reconocimiento) AND (emociones OR gestos OR sentimiento) AND (visión AND artificial) AND (pequeño AND agricultor)	"affective computing" AND user experience

3.2.5 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Se realizaron diversos criterios de exclusión diferentes para los idiomas español e inglés, presentados en la tabla a continuación.

Tabla 8. Tabla de criterios de exclusión escogidos para cada idioma (inglés, español)

Idioma	Español	Inglés
Área de estudio	Robótica, cine	Robotic
Palabras claves	ICT (intermolecular transfer)	
Tipo de documento	literatura gris, documentación no valida	gray literature, invalid documentation
Fecha de publicación	2012 para atrás	2010 backwards
Base de datos	Cambridge University Press, springer.	Cambridge University Press, springer.

3.2.6 CRITERIOS DE CALIDAD

En cuanto a los criterios de calidad se decidieron 3 criterios bases que ayudaron a descartar documentos:

- Que el Título o resumen tenga información sobre el interés de investigación
- Que no tenga que ver con robótica
- Aplicación donde fueron desarrolladas no sea IOS

Comprendiendo todos los apartados anteriores en cuanto a los criterios de inclusión, exclusión y de calidad se determinó la utilización de la ecuación número de 4 en el idioma español y la ecuación número 5 en el idioma inglés por los motivos de los resultados obtenidos en la tabla presente en el apartado anterior, resultados de búsqueda de ecuaciones en bases de datos, es decir ya que se encontraron menores resultados de búsquedas con documentos más relevantes y una proporción de resultados en las bases de datos.

Figura 6. mapa de resultados de VOSviewer utilizando los datos obtenidos de publish or perish con la ecuación número 5 del idioma Ingles

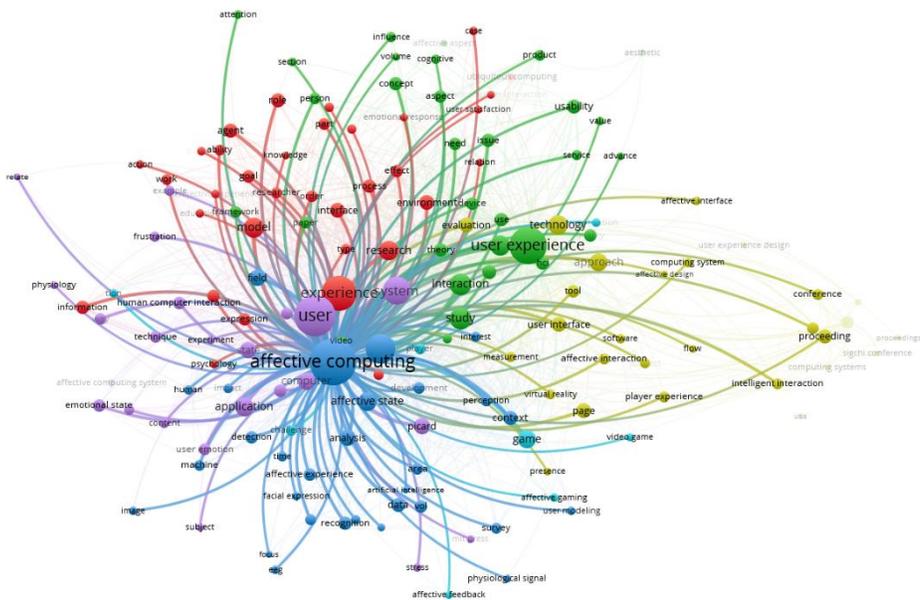


Figura 7. gráfico de porcentajes utilizando la ecuación 5 de inglés en publish or perish

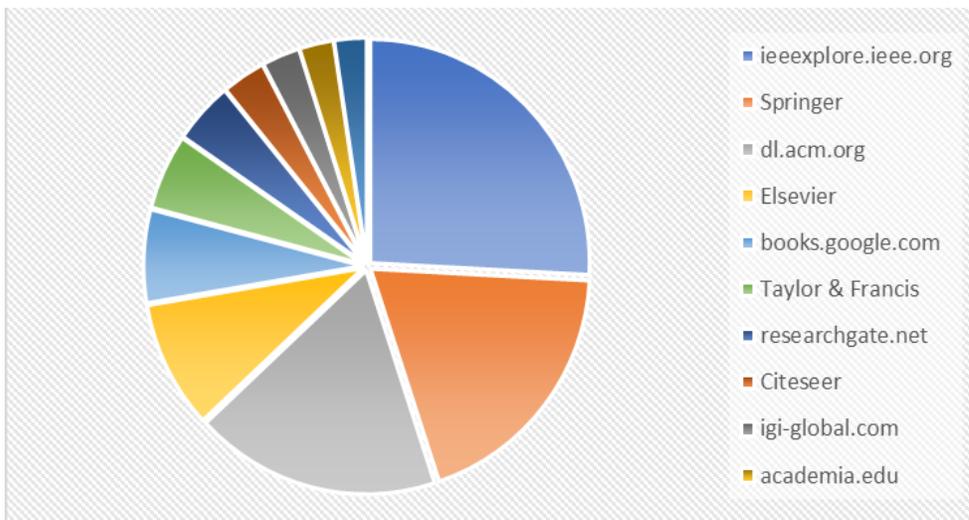


Figura 8. mapa de resultados de VOSviewer utilizando los datos obtenidos de publish or perish con la ecuación número 4 del idioma español

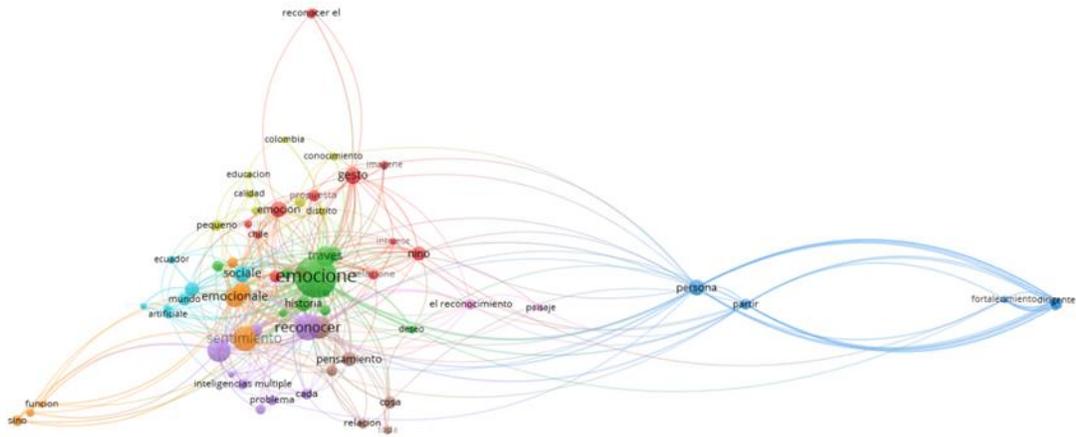
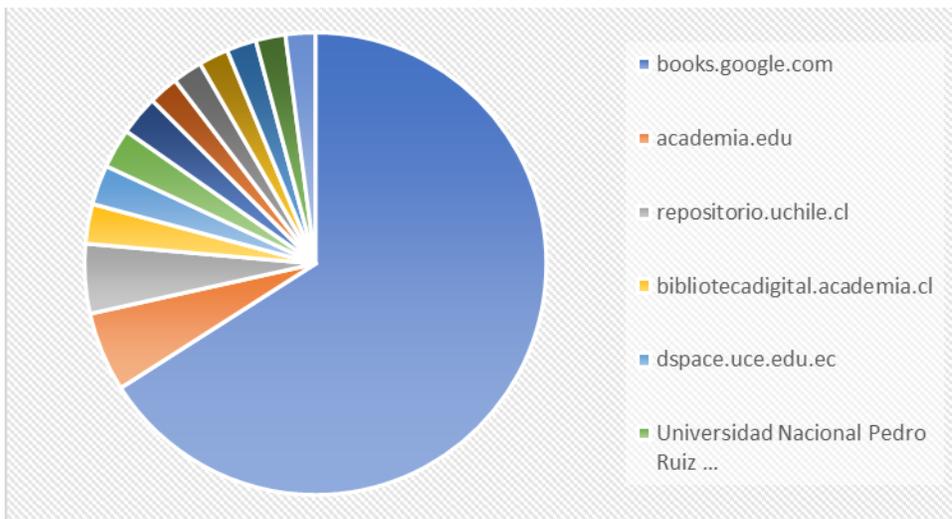


Figura 9. gráfico de porcentajes utilizando la ecuación 4 de español en publish or perish



3.2.7 RESULTADOS DE LA REVISIÓN DE LITERATURA CON LA METODOLOGÍA DANDELION

Para ello se realizaron 2 formas de recolección una tabla, presentada al final del apartado (tabla 9), donde se presenta la información del título del documento, autores, año de publicación, ciudad o país y la solución que se implementó, también se presenta una línea de tiempo (figura 10) con los nombres de los autores, el año de publicación y los aspectos importante que tienen relación con el proyecto de cada artículo.

Figura 10. Línea de tiempo de los artículos con especificaciones de aspectos claves

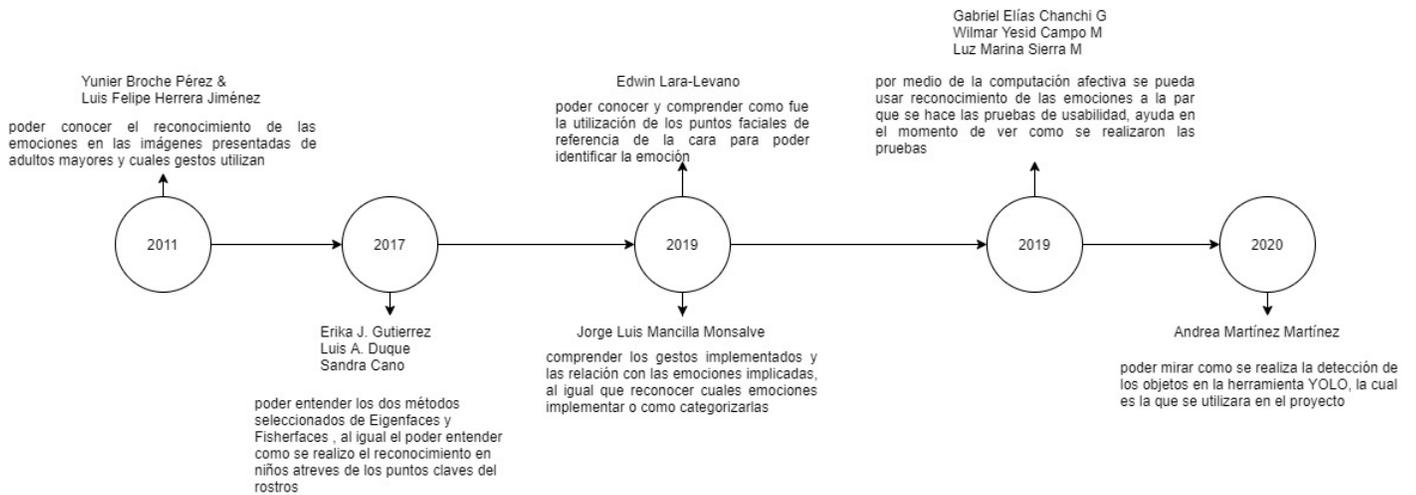


Tabla 9.Recolección de documentos para la revisión de literatura

#	Nombre del artículo	Autores	País	Año	cuál es la solución planteada
1	Memoria de rostros y reconocimiento emocional: Particularidades en adultos mayores institucionalizados y que conviven con sus familiares	Yunier Broche Pérez & Luis Felipe Herrera Jiménez	Cuba	2011	
2	Midiendo la Experiencia de Usuario en Niños a Través del Reconocimiento de las Emociones	Erika J. Gutierrez Luis A. Duque Sandra Cano	Colombia	2017	mirar la detención de tres emociones bases por medio de dos métodos Eigenfaces y Fisherfaces en niños de edad de 5 a 9 años
3	Propuesta de un Método para Detección de Emociones en E-Learning	Laura Aballay, Silvana Aciar, Eliseo Reategui		2015	por medio de los softwares cogidos hacer la detención de palabras claves para determinar qué tipo de emoción están presentando
4	Uso de patrones de reconocimiento de las emociones para apoyar la didáctica de enseñanza aprendizaje	Jorge Luis Mancilla Monsalve	Barranquilla, Colombia	2019	por medio de visión artificial o cámaras en el aula se pueda conocer con los gestos las emociones presentadas en las aulas de clase
5	Sistemas de reconocimiento de gestos faciales captados a través de cámaras para analizar el nivel de satisfacción de clientes en restaurantes	Edwin Lara-Levano	Lima, Perú	2019	un sistema que, por medio de histograma de gradientes, orientados a la detección del rostro dentro de la imagen y demás factores que permitieron conocer por medio de las cámaras la mayoría de los sentimientos presentados
6	Estudio del atributo satisfacción en pruebas de usabilidad, mediante técnicas de análisis de sentimientos	Gabriel Elías Chanchi G Wilmar Yesid Campo M Luz Marina Sierra M	Colombia	2019	por medio de la computación afectiva se pueda usar reconocimiento de las emociones a la par que se hace las pruebas de usabilidad
7	Estudio práctico de técnicas AI para reconocimiento de objetos	Andrea Martínez	Cartagena, Colombia		por medio de la herramienta YOLO poder mostrar la manera en la que se hace la detección de los objetos

3.3 FASE 3: DISEÑO

En los siguientes subcapítulos se explicará la manera en que se ejecutaron las especificaciones de los datos, la forma de obtención, los procedimientos y métodos que permitieron la captura de fotos e imágenes necesarias para la creación y alimentación del dataset, en conjunto con la explicación y lista de los procesos necesarios para la instalación del framework en conjunto con los componentes adicionales, adicionando las modificaciones necesarias en cada elemento.

3.3.1 GENERACIÓN DE DATASET

Luego de diferentes análisis y consultas se determinó que lo mejor para la creación del dataset era dejar atrás la generalización de rostros de solo campesinos colombianos, seleccionando imágenes y fotos de rostros mundiales, sin discriminación de razas, edades y etnias⁵, dado que no se podía determinar que todos los campesinos a estudiar tuvieran las mismas cualidades, al mismo tiempo se realizaron algunas variaciones a los datos recolectados junto con la limpieza de este.

3.3.2 OBTENCIÓN DEL DATASET

Para la obtención del dataset se tuvo como primera instancia utilizar páginas que contuvieran dataset de rostros humanos que presentaran las emociones ya clasificadas, al igual que se buscaron aquellos que ya vinieran con un archivo *.txt*⁶, que determinaba la etiqueta de estas imágenes, no obstante, se encontraron bancos de imágenes las cuales no contenían las etiquetas y en algunos casos no se encontraban clasificadas por emociones, es decir por etiquetas que demostraran la emoción a la que correspondía o separadas en carpetas con el nombre de la emoción.

Razón por la cual las imágenes que formaron parte de la creación de dataset fueron seleccionadas de páginas de carácter libre o donde se pudo obtener el registro de origen que dan paso a los derechos de autor, algunas de las páginas utilizadas fueron kaggles, Pexels, Freepik, Pixabay, Unsplash y la Mediabase de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

A su vez se agregaron imágenes generadas por inteligencia artificial y redes neuronales que hacían creación de rostros de personas con emociones determinadas o al azar, encontradas en páginas como This Person Does not Exist y el repositorio de la página

⁵ Según la real academia española define a la etnia como; Comunidad humana definida por afinidades raciales, lingüísticas, culturales, etc.

⁶ Archivo que se genera luego de realizar el etiquetado de la imagen, donde se le asigna el parámetro relacionado.

GENERATED PHOTOS que permitió tener una amplitud de rostros y ángulos que ayudaban en los entrenamientos, explicados en los siguientes capítulos.

3.3.3 LIMPIEZA

Posterior a la recolección de las imágenes de las diferentes páginas y bancos de imágenes, se continuo con la vista y análisis de cada una de ellas, determinándose que por cuestiones de calidad y etiquetado las imágenes no debía ser menor a 100x100 pixeles, dado que al realizar el etiquetado se debía hacer zoom a la imagen lo que provocaba el deterioro de la misma y no permitía el etiquetado correcto de esta e incluso impedía a la maquina identificar las facciones o cualidades en común con el conjunto que permitía la identificación de la emoción, por lo que se recomendó que las imágenes fueran mayores a este rango. No se tuvieron en cuenta a su vez la calidad ni los colores, pero sí que se pudiera realizar la identificación del rostro, es decir por medio de parámetros como el brillo o contraste, otro parámetro que se considero fue que la expresión fuera representada únicamente por el rostro y no otras partes del cuerpo como acciones con las manos o demás panoramas generales, igualmente que el rostro no estuviera tan distante, es decir que no estuviera tan alejado, que al momento de realizar zoom para etiquetarlo se mantuvieran las proporciones y se pudiera seguir identificando la imagen, una de las características principales que debían tener las imágenes era el tipo de archivo, dado que en el caso de Yolo solo se permitían archivos tipo **.jpg**, aunque se permitió la conversión de otro tipo de archivo al permitido.

3.3.4 ETIQUETADO

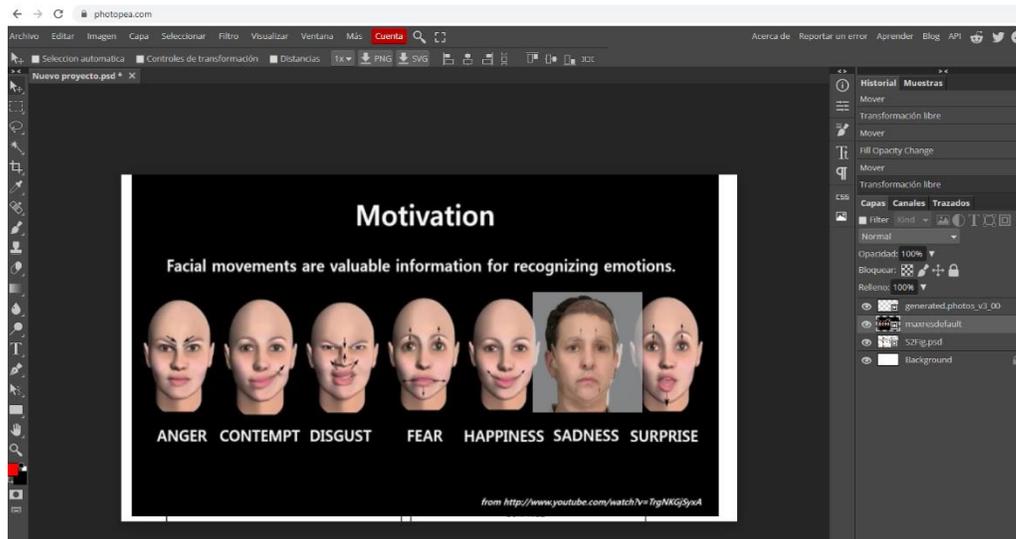
Se determino el uso de cuatro emociones; Enojado, Feliz, Sorpresa y Neutral, dado que son expresiones generales y de constante uso por las personas a la hora de realizar sus actividades diarias, sin embargo se determinó que no se podían realizar los etiquetados bajo criterio propio, en el caso de los bancos de imágenes estas ya estaban clasificadas por la criterios de búsqueda realizada y por el usuario que las dejaba a disposición, para el caso de las imágenes generadas por la página GENERATED PHOTOS, la mayoría de estas venían acompañadas de un código generado, en carpeta distinta, donde presentaba parámetros que determinaban el porcentaje de emoción (presentado en la figura 11), lo que ayudo a identificar la emoción por medio del porcentaje máximo encontrado en la emoción presente, sin embargo el generador tenía más emociones que no se tuvieron en cuenta en el etiquetado.

Figura 11. Imagen y parámetros de código relacionado con la imagen IA que representa el porcentaje de emoción



Sin embargo, el tener el código de relación con la imagen no permitió la clasificación correcta dado que en algunos casos el porcentaje era semejante a otra emoción o al hacer la comparación la emoción que se determinaba no era la correcta, en algunos casos mostraba porcentajes mayores de felicidad en rostros donde se evidenciaba una cara neutral o disgusto, por ellos y por la razón de que otras imágenes no venían clasificadas se propuso superponer las imágenes con una guía de rostros que venía ya clasificada por las emociones (NowYSM, 2018; Wegrzyn et al., 2017) lo que permitió determinar en qué tipo se podría clasificar la imagen, para realizar esta propuesta se hizo uso del programa online Photopea.

Figura 12. Superposicion con el estudio de kaggles



Considerando los anteriores factores se realizó un etiquetado por medio del programa [Labellmg](#) encontrado en github por el usuario Darenn, fue el programa elegido para realizar la relación de imagen con etiqueta de la emoción, para ello se tenía que tener en cuenta que las emociones debían estar en el documento txt (predefined_classes) presente en la carpeta de data, sin embargo este mismo debía estar en la carpeta donde se encontraban las imágenes, el etiquetado era almacenado con el mismo nombre de la imagen que se etiquetó, mostrando al inicio el parámetro de la clase de etiqueta a la que pertenecía, es decir que si primero se presentaba la clase de felicidad su parámetro a la hora de verse la etiqueta era el número 0 de la lista, esta lista de emociones presentes en el archivo .txt no debían tener espacio después de la última letra, ni al inicio de la palabra, tampoco debía tenerse entre emoción y emoción, dado que podía generar error o no tomaba la emoción seleccionada.

3.3.5 MODELADO

En los siguientes subcapítulos se explicara la instalación, modificaciones, elementos necesarios y demás que fueron utilizados a la hora de ejecutar el framework de Yolo(TheCodingBug, 2020),, junto con la manera en que se realizaron los entrenamientos necesarios para la ejecución del modelo de identificación de emociones, se decidió realizar la elaboración del proyecto en el sistema operativo Windows 10, por diversos factores que se explican en el capítulo de discusión, donde se muestran y explican los cambios y dificultades durante la elaboración del proceso.

3.3.6 DESARROLLO

Para la instalación y ejecución de Yolo(TheCodingBug, 2020), fue necesario la instalación de diferentes programas que van en conjunto con este mismo y ayudan a ejecutarlo, modificarlo y adaptarlo, alguno de los programas necesarios fueron;

- Python; es un lenguaje de programación orientado a objetos que contiene una semántica dinámica, que permite la conexión entre componentes, conteniendo una sintaxis simple y fácil ,dado que admite módulos y paquetes permitiendo la modularidad y reutilización de código(Python Teams, 2022).
- Anaconda ; es un software libre que permite el acceso a diferentes entornos en dirección a la codificación con Python, proporcionando varios paquetes y bibliotecas de código abierto ,a su vez permite una facilidad de desarrollo de código, considerando la ciencia de datos y el aprendizaje automático(Rolon-Mérette et al., 2020).
- Visual Studio; es un entrono de desarrollo integrado(IDE) que permite la edición, depuración y compilación de código que incluye compiladores y herramientas(Microsoft, 2016).
- CUDA; es una plataforma de computo paralelo que permite a acelerar las aplicaciones utilizando la potencia de aceleradores GPU ⁷implementando algoritmos de aprendizaje profundo y computación paralela(Oh, 2012).
- CuDNN; es una biblioteca perteneciente a NVIDIA conocida como Deep Neural Network usada para el entrenamiento de redes neuronales profundas y el desarrollo de software que permite la aceleración por GPU(NVIDIA, 2021).
- Open CV; es una biblioteca código abierto sobre visión artificial, contiene diversos algoritmos optimizados, en los que se encuentra la detección y reconocimiento de rostro, clasificaciones, detección de movimiento e identificación de rostro(OpenCV, 2023).

3.3.7 ENTRENAMIENTOS

Para la realización de los entrenamientos necesarios se siguió la guía de Cristian David Parra Muñoz codirector del proyecto en conjunto con el repositorio de GitHub perteneciente a Alexey Bochkovskiy⁸ junto a artículos científicos (Wang et al., 2020, 2021).

Lo principal fue realizar configuraciones al archivo **yolov4.tiny**, encontrado en la carpeta **cfg**. el cual se renombro por **yolov4.custom.cfg**, en el cual se variaron elementos como:

⁷ Procesamiento de gráficos

⁸ Disponible en <https://github.com/AlexeyAB/darknet>

- Max Batches; el cual correspondía al número máximo de batches que se podían presentar, para ello se realizó el cálculo necesario que fuera el número de clases multiplicado por 2000.
- Los valores de Steps, que van relacionados con el max batches, dado que en él se puso o asigno como primer parámetro el 80% y el 90% de los valores del max batches.
- El número de filtros aplicado, llamado Fillters que se calculó por la ecuación; $(\text{número de clases} + 5) * 3$, los valores numéricos son estáticos y ya vienen predeterminados.

Teniendo en cuenta estos cambios los valores asignados fueron de 6000 para el Max Batches, 6400 para el 80% correspondiente al Steps y 7200 para el valor del 90% del mismo parámetro, el valor asignado a Fillters fue de 27, todos estos valores se consideraron con la elección de 4 clases o emociones.

Considerando la modificación de todos estos parámetros se continuo con la agregación de los archivos name y data, cada uno llamados obj, en el archivo de name se encuentran las emociones escogidas tal cual se realizaron en el etiquetado, es decir con el mismo nombre y con igual orden; Enojado, Feliz, Sorpresa y Neutral. En el caso del archivo name se encontraron los parámetros de clases, en el que se le asigna el número de clases, donde se da la dirección de donde se encuentra y se almacena el documento train.txt, el cual es el 80% de los datos escogidos para entrenamiento y en el cual se realiza el mismo entrenamiento del modelo, el parámetro de valid, en donde se encuentra la ubicación del documento de test, el cual se relaciona al 20% de los datos a entrenar que permite que luego del entrenamiento se valide este mismo, también está en manes que muestra el destino del archivo names, mencionado anteriormente y termina con el parámetro del backup, en donde se encuentra la ubicación del mismo, que es la carpeta de almacenamiento de los entrenamientos realizados, los cuales se iban almacenando cada 1000 interacciones, en conjunto con los finales llamados terminados en best, last y final.

La información presentada en el data es el siguiente:

```

classes = 4

train = data/train.txt

valid = data/test.txt

names = data/obj.names

backup = data/backup

```

Considerando lo anterior se agregó un archivo **.py**, denominado *create_list_of_images* y *create_list_of_images2* en donde el primero realiza y determina los valores .txt y .jpg necesarios para el train, en donde de manera manual se repartió el 80% de los datos en una carpeta denominada obj, de creación propia, mientras que en *create_list_of_images2* se almacenaban los datos del test que al igual que el train se repartió de manera manual.

Luego de tener estos parámetros listos y verificados se empezó el entrenamiento en la consola de anaconda, iniciando por ubicarse en la carpeta donde se tiene almacenado los documentos anteriores , es decir en este caso se encontraban en la ruta; *darknet\darknet-master\build\darknet\x64* todo poniendo anteriormente el comando *cd*, continuando con la ejecución del comando de *Python create_list_of_images.py* al igual que el de *Python create_list_of_images2* que ejecutaba la distribución en el test y train , es decir que de las imágenes y .txt se daban evidente en los archivos de test y train, por ello se ejecutaba el comando de;

```
darknet.exe detector train data/obj.data cfg/yolov4-custom.cfg yolov4.conv.137 -dont_show -map
```

, donde se decidió poner al final el *dont_show -map* para que al finalizar los procesos salieran y se fueran almacenado los porcentajes de la variable mean average precisión (mAP) , la cual nos determinaba que también se comportaba el modelo, pues es el promedio del average precision , que sería el área bajo la curva de precisión-recuperación asignada o encontrada por los FN (false negative) y TP (true positives) , es decir mide el porcentaje de las predicciones correctas (Yohanandan, 2020), otra de las razones es que sin esa parte del comando se mostraba la gráfica de comportamiento en tiempo real de los average losst (avg-losst) que serían las perdidas promedio presentadas en el modelo.

Normalmente los entrenamientos variaron entre 4 a 6 horas, dependiendo del número de imágenes que se presentaran en el momento, se estuvo en vigilancia en caso de que los avg bajaran más de 0.005 que determinaba que podía presentar un fallo más adelante, en esos casos se detenía dando *control+c* para detenerlo.

Para comprobar el entrenamiento y que tal se comportó se usó el comando;

```
darknet.exe detector map data/obj.data cfg/yolov4-custom.cfg data/backup/yolov4-custom_last.weights -points 0
```

 que permitió conocer que también se presentó la detención de la emoción, con el porcentaje de detección y los FP (falsos positivos) y TP (verdaderos positivos).

Al final se hacían las evaluaciones propias con las imágenes y videos que se decidieran que presentaran las emociones dichas, pero con la condición de que el modelo nunca hubiera visto estas, es decir no podían estar ni en el test ni train, se usó el comando; *darknet.exe detector test data/obj.data cfg/yolov4-custom.cfg data/backup/yolov4-custom_3000.weights Dirección_del_archivo.tipo_de_archivo*, sin embargo en algunos momentos se ponía al final el parámetro *-thresh* con valores finales de 0.7 o 0.6 que producía que el modelo fuera más exigente en cuanto la detección de la emoción , dado que en algunos momentos se tenía super posición de estas mismas.

Se realizaron alrededor de 7 o 8 entrenamientos variados, es decir que inicialmente se trató con la base de datos encontrada de rostros de personas humanas , sin las generadas por la inteligencia artificial, luego con el dataset de los generadores, continuando con la combinación de los mismos ,par al final determinar que se podría tener un mejor resultado si se realizaba una combinación de los mismo y se ejecutaban cambios producidos en Roboflow, el cual es una herramienta de transformación de imágenes, que dependiendo

de los parámetros establecidos, encontrados en la figura 14, se modifican las imágenes, estas variaciones permitieron un mejor rendimiento en el modelo y un cambio significativo en cuanto a los datos arrojados por el mAP de los diferentes entrenamientos encontrados en las figuras 16 y 17 , donde se nota la comparativa en líneas rojas del mAP encontrado durante el entrenamiento de las variaciones, siendo la figura 17 el resultado dado por el conjunto de dataset recolectado en bancos de imágenes , la FAO y los rostros generados por inteligencia artificial junto con las modificaciones explicadas en Roboflow.

Figura 13. Imagen con variación

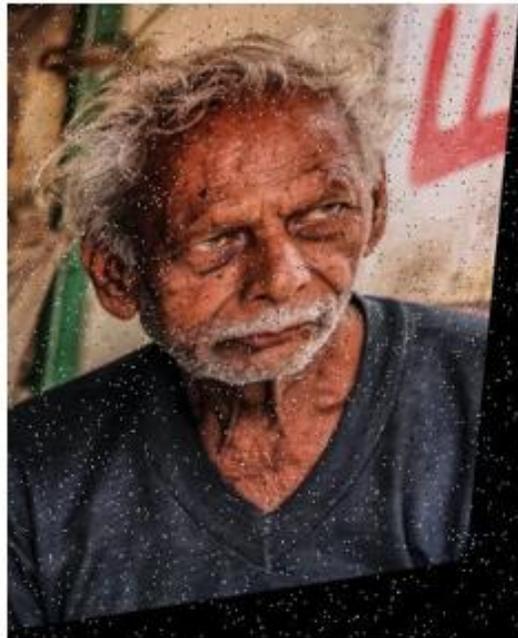


Figura 14. Variaciones en Roboflow

Shear ±17° Horizontal, ±20° Vertical	Edit	×
Saturation Between -29% and +29%	Edit	×
Exposure Between -22% and +22%	Edit	×
Blur Up to 1px	Edit	×
Noise Up to 1% of pixels	Edit	×
+ Add Augmentation Step		

Figura 15. Resultado entrenamiento sin variaciones

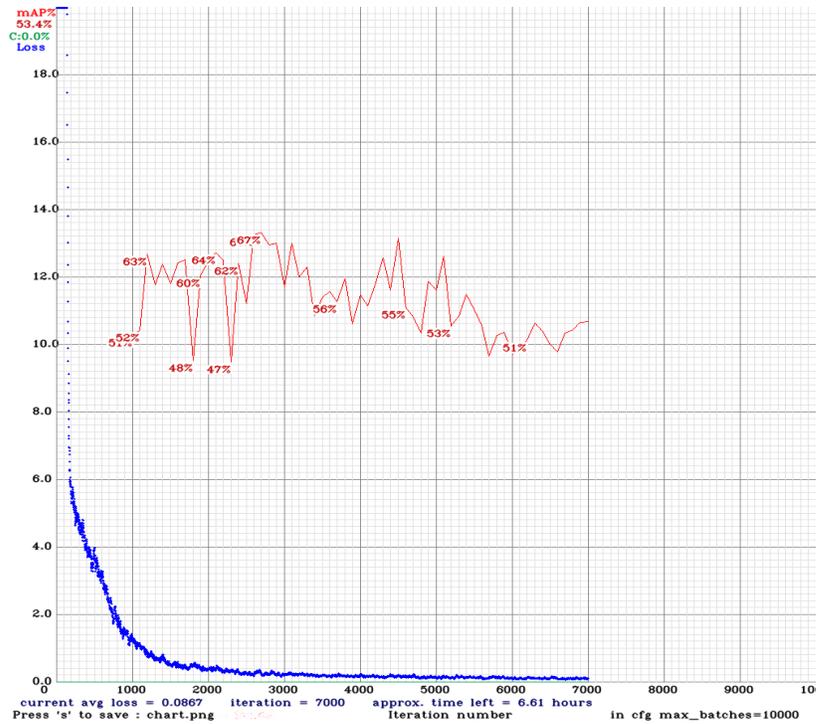
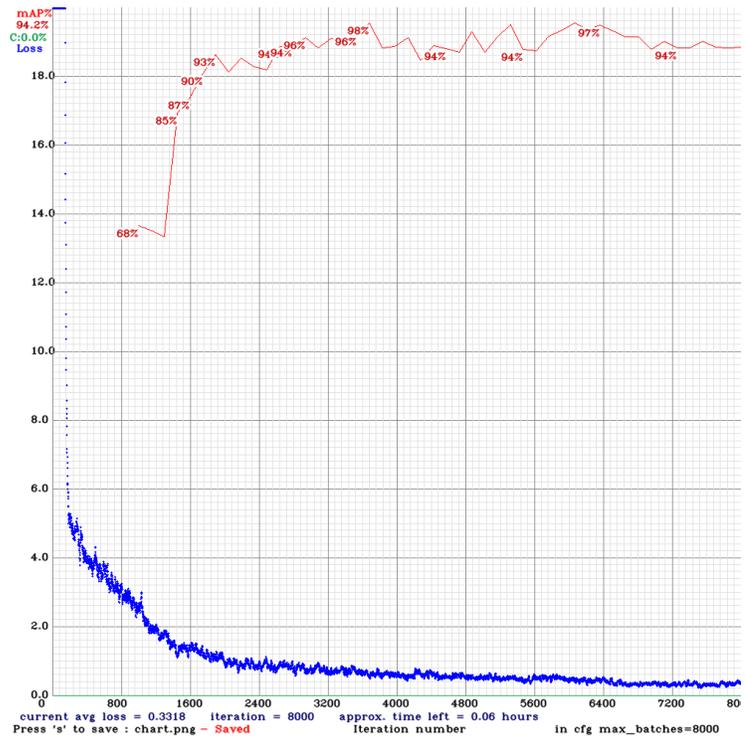


Figura 16. Resultado entrenamiento con variaciones



3.4 FASE 4: INVESTIGACIÓN EN EXPERIENCIA DE USUARIO UX

Se presentan los diferentes componentes en los subcapítulos que se necesitaron y desarrollaron para realizar las entrevistas a los pequeños agricultores culminando con el desarrollo y despliegue del proyecto Don David.

3.4.1 ELABORACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES UX

Se inicio principalmente con una investigación sobre las diferentes metodologías que se podían usar para realizar las pruebas de los requerimientos de los usuarios, pues se sabía que de acuerdo con estudios analizados sobre la educación de los campesinos de evidenciaba los niveles de educación máxima a la que podía acceder parte de la población colombiana donde según el DANE *“La educación media fue el nivel educativo más alto alcanzado por la población de 18 a 25 años (46,2%) y de 26 a 40 años (32,4%) que se identificó subjetivamente como campesina. En contraste, básica primaria fue el nivel más alto para las personas de 41 a 64 años (49,7%) y de 65 años y más (58,3%).”* (Dane, 2020) ,teniendo en cuenta esto se analizaron 6 factores en cada metodología, considerando las ventajas que presentaban para el proyecto usarla al igual que sus desventajas, se consideró también si la metodología contaba con la capacidad de codiseño y posibilidad de uso de manera virtual, al igual que por la razón principal si era posible realizarlo a personas con alfabetismo o si no tenía ningún inconveniente, por último se consideró el tipo de investigación (cualitativa, cuantitativa, mixta) que nos expresaba la manera en la que podíamos medir los resultados de cada metodología.

Cada parámetro presentado anteriormente en conjunto con la metodología se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 10. Metodologías a utilizar en pruebas

	Historias del usuario	Pensar con imágenes	Prueba de los cinco segundos o exposición	Psicología de los objetos cotidianos	Lean UX	Estudio de caso (encuesta hablada)
Ventajas	conocer el dialecto campesino	conocer la forma en que se relacionan las imágenes con lo cotidiano de ellos	conocer que se les queda o que es más llamativo	conocer la forma en la que ven las cosas	permite ir desarrollando de forma ágil todo con el equipo y el usuario	permite conocer un poco más al usuario
Desventajas	no conocer en su totalidad el dialecto campesino, dificultad para conocer	no conocer en si lo que nos intentan representar o no correlacionar bien las imágenes	se pueden enojar por el tiempo y por al final no entender o captar todo	no saber de qué objeto hablan	no saber en su totalidad si lo que se desarrolla esta bien o no, pues necesita de proyecciones	no generar bien las preguntas y no obtener el resultado esperado, no todos la realizan correctamente
Codiseño	Si	Si	Si	Si	Si	No
Virtual	Si	Si	Si	Si	No del todo	Si
Alfabetismo	No es necesario saber leer ni escribir	Manejable con text y gráficos	Manejable con text y gráficos	Manejable con text y gráficos	Necesita alfabetización	Necesita alfabetización
Tipo de investigación (cualitativa, cuantitativa, mixta)	cualitativa	cualitativa, sin embargo, también se puede cuantitativa por medio de una escala de caritas personificadas a los campesinos donde muestren que también se sienten con la imagen y la relación con la palabra	cualitativa, se puede cuantificar por escala de satisfacción	No se puede determinar correctamente	cuantitativa por el porcentaje del progreso a realizar	cuantitativa por el número de encuestas y por escala de satisfacción del usuario al hacerla

Considerando que las 6 metodologías que se escogieron ayudan a la comprensión del usuario, cada una nos da una idea diferente o busca algo distinto a las demás, es decir;

- La Historias del usuario se tomó como la forma en la que por medio del habla y una forma relajada podíamos conocer más al usuario al escuchar cosas de su vida cotidiana o de su pasado que nos permiten comprender su dialecto y la expresividad de ellos mismos.
- El Pensar con imágenes es la manera en la que el usuario relacionaba las imágenes presentadas con un nombre, palabra o sinónimo de dicha imagen. (Jardí & Costa, n.d.)
- La Prueba de los cinco segundos o exposición ayuda a obtener la primera información de los usuarios en un periodo de tiempo corto, para determinar cómo se sienten con la información entregada. (arias del prado, 2020).
- La Psicología de los objetos cotidianos se puede ver de qué manera se relacionan elementos cotidianos de su entorno con un significado dado del elemento a identificar y comparar si se encuentra una similitud con los elementos cotidianos de nuestro entorno. (Donald Norman, 1988).
- Lean UX es una metodología recursiva que permite validar y rediseñar de acuerdo con los parámetros encontrados por el usuario, realizando pruebas de usuario.(Carlos, 2018).

3.4.2 CARACTERIZACIÓN DE USUARIO

En este caso se selecciona una muestra por conveniencia, en donde se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Primero debía ser pequeños productores campesinos colombianos, que cumplieran con las características mencionadas en el apartado de marco conceptual.
- Se debía tener conexión a internet dado que las entrevistas se harían de forma remota por la cuestión de la pandemia, presentada por la propagación del virus del COVID-19, presente desde el año 2020 y que aún sigue en rigor durante el año 2021, que nos obligó a el aislamiento obligatorio y preventivo junto con el uso obligatorio del tapabocas o mascarillas quirúrgicas en lugares públicos o fuera de casa, al igual que un distanciamiento social de al menos 2 metros entre personas, en conjunto con otras cuestiones sanitarias que se debían cumplir al pie de la letra para la protección del ciudadano en este caso del entrevistador y el entrevistado (Ministerio de Salud y Protección Social, 2020, p. 8).
- Las personas debían contar con un computador dónde se pudiera realizar la prueba y entrevista unido al uso de una cámara estática conectada al equipo, no se permitió que se realizaré por el celular dado que la persona estaría moviendo el celular ya

sea acercándolo o alejándolo mucho y no se grabaría bien el rostro por lo que se presentaría complicaciones a la hora de analizar las emociones.

- Era necesario que hubiera un emisario tecnológico, el cual puede ser un hijo, nieto o sobrino de agricultor que sirve como traductor entre gente citadina y las personas de su comunidad rural, son de ayuda en caso de algún fallo que no se pudiera corregir de manera remota o en el caso de que no entendiera parte de la prueba pudiera solicitar ayuda de él, considerando los tiempos de dejarlo actuar por sí solo antes de poder solicitar una ayuda.

Para este caso tampoco se tuvo un límite de edad, discriminación de género, raza o etnia para participar de la entrevista.

3.4.3 PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN EN UX

Para la realización de las pruebas se desarrolló en 4 fases, primero se realizó una presentación del proyecto y los entrevistadores junto con unas preguntas para conocer a la persona a quien se le iba hacer la entrevista, las cuales fueron; ¿Cómo se llama?, ¿Qué edad tiene?, ¿De dónde es?, ¿Cuál es el estudio máximo que tiene? Las cuales nos ayudaron a ser una presentación del entrevistado, continuando con preguntas de contextualización donde se preguntaron cosas como; ¿para usted que significa humedad o que es lo primero que se le viene a la mente cuando hablo de ello?, me puede explicar cómo es su proceso de riego, entre otras preguntas que se encuentran presentes en el proyecto Sprinkle⁹.

Comprendiendo ya estas fases iniciales se pasó a una fase de relación concepto imagen, donde se presentaron diferentes imágenes y se le solicito al usuario que nos expresara con cuál de estas se sentía mejor y cual representaba la palabra mencionada. Continuando con la fase de diseño donde se realizaron preguntas de ubicación de elementos, tamaño de letras, visualización y de reconocimiento de imágenes que ayudo a entender con cuál de las interfaces presentadas se sentían más cómodos y mejor. El análisis de cada aplicación junto a los mockups de cada una se encuentra en el proyecto Sprinkle.

Para el caso de la fase 3 y 4 se realizaron por medio de la herramienta sites de Google y compartiendo pantalla, es decir que ellos no tuvieron interacción con esta herramienta en sus equipos, sino que se realizaba a través de lo que veían, dado que se entendía la interrupción y el retraso presentado por el internet.

3.4.4 DESARROLLO

Considerando lo presentado en el anterior subcapítulo se pudo desarrollar de forma amena las pruebas de usuario, en este caso de acuerdo con los requerimientos se pudo hacer contacto con aproximadamente 10 personas de las cuales se realizaron 4 entrevistas dado que otro factor que no se tomó en cuenta fue la disponibilidad de las personas al hacerlo, es decir del tiempo que tenían disponible para realizar la entrevista, al igual que no solo de ellas sino del emisario tecnológico teniendo también presente que no se pudieron realizar

⁹Adscrito al semillero AGRLOT, el cual tiene como objetivo elaborar un modelo de transferencia tecnológica para los pequeños productores agricultores de Colombia.

de manera presencial por la dificultad de acceso a el lugar y por la presente pandemia de COVID-19. A continuación, se presenta la manera en la que se desarrollaron las pruebas y los resultados obtenidos al pasar las grabaciones por Don David.

3.4.5 PUESTA EN PRODUCCIÓN

El desarrollo de las entrevistas se realizó de forma virtual, es decir por videoconferencia, dado los protocolos de bioseguridad presentados por la pandemia del COVID-19 y por la dificultad del desplazamiento al sitio de las entrevistas.

Antes de iniciar se solicitó permiso al usuario para la grabación de la entrevista, recordándoles que esto sería usado solo para uso del proyecto y de investigación en los proyectos inscritos al semillero de AGRIOT. En caso de no aceptar realizar la grabación, se continuaba solo con la entrevista, sin embargo, para propósitos del proyecto la grabación era necesaria.

Las entrevistas siguieron el orden presentado en el capítulo anterior “protocolo de investigación en UX”, en todo momento se mantuvo prendida la cámara tanto para los entrevistados como para el entrevistador, un punto importante durante el desarrollo de la entrevista era que se pudieran notar los rostros de las personas, teniendo presentes las siguientes observaciones; tener una distancia prudente entre el computador y la persona , que permitiera distinguir el rostro, notándose la frente, los ojos, la boca y el mentón, también se recomendó que la luz sea adecuada dado que en algunos momentos el rostro se presentaba muy oscuro y no permitía un buen análisis, también se realizó una prueba de audio tanto para el entrevistador como para el entrevistado para tener el volumen indicado y no que no se presentaran acercamientos al computador que impidieran la captura del rostro durante la respuesta o la pregunta.

Una vez finalizada las entrevistas se revisaban las grabaciones para determinar si se debían realizar modificaciones con respecto al brillo o el contraste del video, ya que en algunos momentos se presentaban problemas con la iluminación que impidió que se registrara de forma adecuada el rostro. A continuación, se realiza una transcripción donde se documentaba el tiempo exacto ,minutos y segundos, en que se realizaba la pregunta y donde se obtenía la respuesta, para poder capturar la emoción presentada en cada momento. Continuando con el envío del video por DON DAVID, lo que permitió conocer y anotar en vivo cada una de las emociones presentadas durante el desarrollo de la entrevista.

3.4.6 RESULTADOS PUESTA EN PRODUCCIÓN

Para cada uno de los entrevistados se tuvieron las siguientes respuestas y emociones en cada momento, considerando las siguientes preguntas relacionada con los íconos presentados.

1. ¿Cuál de las siguientes imágenes cree usted lo llevaría a una ubicación o un lugar?
2. ¿Cuál de las siguientes imágenes cree usted que le diría que su cultivo esta mojado?

3. ¿Cuál de las siguientes imágenes cree usted que se asocia más con una tormenta con lluvia?

4. ¿Cuál de las siguientes imágenes le dice a usted que está haciendo un solazo muy arrecho?

5. ¿Cuál de las siguientes imágenes le dice que es un día nublado?

Tabla 11. Resultado entrevista usuario 1

	Iconos					Letra	Mockup	
emociones	1	2	3	4	5	¿Qué le parece la letra utilizada?, ¿está bien el tamaño y el color para su fácil lectura?, ¿Cuál le parece mejor?	durante la interacción y las vistas de las interfaces SPRINKLE	análisis de la gráfica final, agroriego
enojo		x				fallo de grabación, no se grabó rostro		x
neutral								
felicidad	x	x	x	x	x		x	x
sorpresa							x	x
observaciones							por ángulo de cámara, reflejo en las gafas y lejanía en ciertos momentos el prototipo no pudo hacer buen reconocimiento de la emoción	

Tabla 12. Resultado entrevista usuario 2

	Iconos					Letra	Mockup de interfases	
emociones	1	2	3	4	5	¿Qué le parece la letra utilizada?, ¿está bien el tamaño y el color para su fácil lectura?, ¿Cuál le parece mejor?	durante la interacción y las vistas de las interfaces, SPRINKLE	análisis de la gráfica final, agroriego
enojo								
neutral							x	
felicidad	x	x	x	x	x	x	x	x
sorpresa							x	
observaciones							al inicio se vio un fallo de grabación y no se grabó rostro	

Tabla 13.Resultado entrevista usuario 3

	Iconos					Letra	Código QR	Mockup de interfases		
emociones	1	2	3		4	5	¿Qué le parece la letra utilizada?, ¿está bien el tamaño y el color para su fácil lectura?, ¿Cuál le parece mejor?	¿Sabe usted que es la siguiente imagen?, ¿Para qué cree que sirva?, ¿lo ha visto en algún lado?	agroriego	SPRINKLE
enojo										
neutral	x						error de emociones por contraluz		x	x
felicidad		x								x
sorpresa										x
observaciones										

Tabla 14.Resultado entrevista usuario 4

	Iconos					Letra	Código QR	Mockup de interfases	
emociones	1	2	3	4	5	¿Qué le parece la letra utilizada?, ¿está bien el tamaño y el color para su fácil lectura?, ¿Cuál le parece mejor?	¿Sabe usted que es la siguiente imagen?, ¿Para qué cree que sirva?, ¿lo ha visto en algún lado?	agroriego	SPRINKLE
enojo									
neutral							x	x	x
felicidad	x	x	x	x	x		x		x
sorpresa									x
observaciones									

Con los resultados obtenidos en cada unas de las entrevistas se pudo evidenciar los momentos en los que las personas se encontraban felices, emocionadas, enojadas o sorprendidas durante la entrevista, ya que a pesar de que la emoción de felicidad fue la que prevaleció durante la prueba, la variación de emociones fue la que nos permitió saber en qué momento estábamos captando su atención y que era lo que más les interesaba de la entrevista, ya sea en la primera parte con los iconos y las letras o el momento de presentar los mockups de cómo quedaría la aplicación y que era lo que más les interesaba.

Al igual que se pudo concluir que las interfaces presentadas por el proyecto SPRINKLE eran las que más llamaban su atención y con las que se tomaban más tiempo de visualizar.

y de interactuar, ya que presentaron emociones que podrían considerarse positivas como felicidad y asombro, al igual que un rostro neutral cuando se pausaban a responder algunas preguntas.

4. DISCUSIÓN

Durante el desarrollo del proyecto se optaron por varias formas de realizar cada uno de los objetivos presentes, teniendo en claro el rumbo que se debía dar y su alcance, sin embargo, siempre se optó realizarlo por la manera en que se tuviera mayores beneficios.

La identificación de los modelos de visión artificial necesarios en la computación afectiva que nos permitiera implementar durante el proyecto, fue uno de los puntos mas importantes pues se pudo concluir y obtener los mejores resultados de investigación , comprendiendo que la mejor forma de búsqueda es realizarla en el idioma ingles ,pues sus resultados son mucho mas efectivos y de gran retroalimentación para la realización de proyectos ,aunque en el idioma español se obtuvieron varios resultados ,algunos fueron excluidos ya que no traía información relevante que fuera de ayuda , sin embargo este campo de investigación esta empezando a ser considerado entre los investigadores de habla hispana y esta empezando a tomar más relevancia e importancia.

En el desarrollo e investigación de las metodologías a emplear fue necesario comprender bien hacia donde se quería llevar el proyecto y cuales eran los pasos más importantes y significativos que se debían considerar para realizar una buena planeación y dirección del mismo , la metodología no es necesario crearla solo en función del proyecto o iniciarla desde cero, es bueno apoyarse y considerar metodologías ya implementadas ,que aunque no siempre se ajustan al proyecto en función ,es bueno tomarlas de base y empezar a desarrollar la que se considere indicada entorno al proyecto.

Una parte importante de la investigación y desarrollo del proyecto fue orientar todo en función del usuario final , en nuestro caso el campesino colombiano ,conocer al usuario dio las herramientas claves para conocer qué elementos debíamos implementar, lo que se debía y no se debía hacer dado sus niveles de estudio ,su estilo de vida y su historia , pues en varias ocasiones se consideró que algunas metodologías eran las indicadas pero pensando a futuro se conoció que eran a propias para otro publico diferente al considerado y que de aplicarlas lo se hubieran tenido los resultados esperados ni los necesarios para poder aplicar las herramientas necesarias en la población.

Inicialmente se esperaba hacer la realización del proyecto por medio del sistema operativo Ubuntu puesto que es el sistema operativo en la que se tienen mayor documentación y es el recomendado para realizar este tipo de trabajo , sin embargo aunque se presentó la instalación de Ubuntu, descargado desde la tienda de Microsoft, correctamente en el equipo que trabaja con Windows 10, la instalación y descarga de los diferentes componentes necesarios , que son los mismos presentados en el capítulo de modelado, se dio de manera correcta , por la razón de estar utilizando los dos sistemas operativos al mismo tiempo y dado que no se pudo realizar una partición del disco duro del computador para el almacenamiento de los archivos realizados en Ubuntu, razones por las que se prefirió continuar con las instalaciones en Windows 10 pudiendo ver que aunque lo recomendado fue trabajarlo siempre en otro sistema operativo ,su rendimiento e

implementación se realizaron de forma correcta y sin ningún problema, pudiendo implementar todo los programas necesarios y ponerlo a producción sin consecuencias.

El análisis e implementación de las entrevistas dio a conocer que a pesar de las cámaras utilizadas y el tamaño del rostro grabado se pudo hacer un buen reconocimiento de las emociones presentadas por los entrevistados además se comprendí que la calidad de la cámara no era un factor influyente sin embargo siempre se considero que la calidad de las utilizadas no debía ser baja ,sin embargo no fue necesaria una calidad profesional para realizar ,otro factor que consideramos podía ser perjudicial para el trabajo fue el interne durante la entrevista dado que muchas fueron realizadas con personas presentes directamente en el campo ,sin embargo se encontró que no se tuvieron problemas y todo salió como se esperaba considerando siempre que lo ideal es realizar una prueba de audio, video y conexión antes de realizar las grabaciones.

5. CONCLUSIONES

El desarrollo de Don David nos permitió por medio de la visión artificial conocer cómo se sentían las personas con respecto a soluciones IoT de agricultura de pequeña escala pudiéndose evaluar sus interfaces y su opinión respecto a la implementación.

La parte primordial del proyecto fue siempre comprender el usuario final al que iba dirigido todo el proyecto, estudiar su historia, conocer su estilo de vida, las herramientas que emplea en su día a día y sus niveles de estudio, conocer al campesino permitió que se implementara de forma correcta las metodologías a utilizar, saber por cual camino debíamos dirigirnos y avanzar con lo que era necesario para ellos.

Conocer sus necesidades y el lugar de puesta en marcha de la herramienta elaborada fue otro factor influyente, ya que las condiciones sociales y climáticas son diferentes en las zonas rurales, se pudo evidenciar que la relación de imágenes con significados dependía no solo de la educación sino del entorno en el que se encuentren, comprender el lenguaje utilizado, el clima presente, los colores e iconos a implementar.

El estudio del usuario siempre fue el primer paso para empezar el proyecto.

Continuar con la investigación de los modelos en función de donde obtendríamos mejores resultados de investigación, aunque el habla hispana ha empezado a realizar mayores investigaciones en este campo el idioma ingles siempre fue el punto fundamental ya que en esta área es donde se tiene mayor información y de donde se consiguió mayor apoyo para el desarrollo, fue el idioma principal en cuestiones de investigación a usar ,sin embargo el idioma español nunca fue descartado pues los estudios de campesinos se encontraban en mayor cantidad en publicaciones propias del país.

Durante la ejecución de las entrevistas y el análisis de las emociones lo mejor fue realizarla de forma virtual ,ya que nos permitió grabar todo momento de la entrevista y poder luego llevarla a Don David para su análisis de emociones dado que no se tuvo interrupción de otras personas y se encontraban más relajados pues se encontraban en la comodidad de su casa a su vez prestaban mayor atención a la pantalla que a la persona que se estaba entrevistando y el enfoque del rostro siempre fue dirigido a la cámara.

La implementación de Don David permite conocer lo que están pensando las personas en el momento de utilizar una aplicación o en este caso interactuar con interfaces móviles de la misma, esto en definitiva es necesario pues muchos no expresan lo que quieren decir con palabras y es complicado entender lo que necesitan, su puesta en producción da beneficios a que las tecnologías enfocadas a pequeños productores agrícolas puedan ser entregadas y garantiza que ellos mismos puedan ponerla en ejecución, permitiendo que estas herramientas tecnológicas sean de su agrado y que más adelante sean una parte esencial que les ayude continuamente en su producción y elaboración de productos, en otras palabras que les facilite la vida.

6. TRABAJO FUTURO

DON DAVID es un proyecto que no solo permite la aplicación en la rama de la comprensión de la tecnología en personas del campo, sino en otros campos como la educación y la medicina, dado que muchas veces pasamos de lado o dejamos de ver cosas que no comprendemos o no prestamos atención.

Sin embargo, siguiendo con la idea de la digitalización del campo y el entendimiento de que este proyecto ayuda más a las personas encargadas de elaborar las tecnologías amigables con el campesino o el pequeño agricultor, pues son a ellos a quienes van dirigidas las pruebas, se deja las puertas abiertas para la continuación de proyectos complementarios que ayuden a sacar adelante la idea de que nosotros somos quienes debemos adaptarnos a ellos y no al contrario.

Proponiendo la idea de general un dataset propio de personas pertenecientes a las regiones a estudiar, solicitando que ellos mismos sean quienes nos muestren de manera natural las expresiones utilizadas consideradas en la prueba, al igual que se deja a estudio la idea de ingresar nuevas emociones que nos ayuden a comprender en donde estamos fallando o en lo contrario donde estamos más fuerte.

Continuando con la propuesta se expone la idea de realizar un aplicativo móvil o web que permita a los investigadores exponer las interfaces, elementos y recursos que consideren necesarios en la evaluación de experiencia de usuario, junto con guías para llevar una buena entrevista o interacción, a su vez una manera diferente de realizar la entrevista que sea más conveniente para ellos, pues siempre se puede presentar la latencia o retraso de la llegada de información que retrasa las respuestas y no permite la interacción instantánea.

7. BIBLIOGRAFIA

- Abascal, E., & Grande, I. (2005). Obtención de los datos y la calidad de la encuesta. In G. Domínguez (Ed.), *Análisis de encuestas* (pp. 66–78). ESIC EDITORIAL.
<https://books.google.com.co/books?id=qFczOOiwRSgC&lpg=PA69&dq=muestreo por conveniencia&hl=es&pg=PA4#v=onepage&q&f=false>
- Alvear-Puertas, V., Rosero-Montalvo, P., Peluffo-Ordóñez, D., & Pijal-Rojas, J. (2017). Internet de las Cosas y Visión Artificial, Funcionamiento y Aplicaciones: Revisión de Literatura. *Enfoque UTE*, 8(1), 244–256.
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v8n1.121>
- arias del prado, J. (2020). *Test de los 5 segundos. Las primeras impresiones cuentan*. <http://www.uxables.com/investigacion-ux/test-de-los-5-segundos-las-primeras-impresiones-cuantan/>
- Baldassarri Santalucía, S. (2016). Computación Afectiva: tecnología y emociones para mejorar la experiencia de usuario. *Revista Institucionalidad de La Facultad de Informatica*, no. 3, 14–15.
- Berdegú, J. A., & Fuentealba, R. (2013). Latin America: The State of Smallholders in Agriculture. *Etica e Política*, 15(1), 583–605.
<https://doi.org/10.1093/acprof>
- Caoba, A. (2017). Perfil Alianza Caoba Reporte técnico. *Caoba - Universidad de Los Andes*, 40.
https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_no._1_-_perfil_citizen_data_scientist_caoba.pdf
- Carlos. (2018). *Metodología Lean UX: qué es y cómo mejora la experiencia del usuario*. Xplora. <https://www.xplora.eu/metodologia-lean-ux/>
- CARO MEZA, M. D. (2020). *DISEÑO DE DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE INTERFACES EN SOLUCIONES IOT IMPLEMENTADAS EN ZONAS RURALES SANTANDEREANAS: APOYANDO LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DESDE LA PERSPECTIVA DE USABILIDAD*. 75, 1–93.
<http://hdl.handle.net/20.500.12749/12040>
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). *TIPOS DE MUESTREO*. 3–7.
<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55524032/TiposMuestreo1-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1637595039&Signature=lfDrzC9Y4RPLCloXJMgiY4dF5c1hRtK--P6On7vzV1c-eZiJ10VOrLC0X3s7RuG5ZMCXWGm-FohkLzpfWGIze7maKwT0Ns-ugZt6E4zBNwKnfFX8d9uL2AtLNc7H2Vwkl6J~xSwGgVuf1>

- Dane. (2020). *Comunicado de prensa Encuesta de Cultura Política (ECP) Identificación subjetiva de la población campesina 2019*. 1–10. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/ecpolitica/cp_ecp_poblacioncampesina_19.pdf
- developers. (n.d.). *Interfaz de usuario y navegación*. <https://developer.android.com/guide/topics/ui?hl=es#documentation>
- Devin, F. (2016). *Definición de Experiencia de Usuario (UX or User Experience)*. Uxpañol. <http://uxpañol.com/experiencia-de-usuario/definicion-de-experiencia-de-usuario-ux-or-user-experience/>
- Encuesta Nacional de Calidad de Vida ECV 2019*. (2020).
- Espinosa C., M. A., Romero R., E., Flórez G., L. Y., & Guerrero, C. D. (2020). DANDELION : Propuesta metodológica para recopilación y análisis de información de artículos científicos . Un enfoque desde la bibliometría y la revisión sistemática de la literatura . *RISTI, Iberian Journal of Information Systems and Technologies*, 28, 110–123.
- FAO. (2017). *Small family farms data portrait: Basic information document—Methodology and Data Description*. 16. http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/smallholders_dataportrait/docs/Data_portrait_variables_description_new2.pdf
- Felipe, C., & Lombo, P. (n.d.). *Censo Nacional Agropecuario Caracterización de los productores residentes en el área*.
- G, G. E. C., M, W. Y. C., & M, L. M. S. (2019). *Estudio del atributo satisfacción en pruebas de usabilidad , mediante técnicas de análisis de sentimientos*. 340–353.
- Graeb, B. E., Chappell, M. J., Wittman, H., Ledermann, S., Kerr, R. B., & Gemmill-Herren, B. (2016). The State of Family Farms in the World. *World Development*, 87, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.05.012>
- HLPE, Swaminathan, M. S., Kumar, M. S., Rahmanian, M., Bertini, C., Gebre Berhan Egziabher, T., Haddad, L., Lee Hendriks, S., de Janvry, A., Maluf, R., Menhrez Aly, M., Pérez del Castillo, C., Rabbinge, R., Tang, H., Tikhonovich, I., & Wongchinda, N. (2013). *Inversión en la agricultura a pequeña escala en favor de la seguridad alimentaria un informe del grupo de alto nivel de expertos en seguridad alimentaria y nutrición junio 2013*. 126.
- Insumo, I., & Dane, C. (2017). *Elementos para la conceptualización de lo “campesino” en Colombia*. 1–12. <https://www.dejusticia.org/wp-content/uploads/2017/11/Concepto-técnico-del-Instituto-Colombiano-de-Antropología-e-Historia-ICANH.pdf>

- Jardí, E., & Costa, E. D. J. (n.d.). *Este libro habla de cómo pueden utilizarse las imágenes para expresar ideas . Antes de hojearlo haz el siguiente ejercicio : piensa en cómo representarías la enfermedad de Alzheimer con una imagen* .
- Mancilla Monsalve, J. L. (2019). *Uso de patrones de reconocimiento de las emociones para apoyar la didáctica de enseñanza aprendizaje*. 14(24), 15–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.18041/2619-4244/dl.24.5463>
- Martínez Martínez, A. (n.d.). *Trabajo Fin de Grado Estudio práctico de técnicas AI para reconocimiento de objetos*.
- Microsoft. (2016). *Visual Studio*. <https://visualstudio.microsoft.com>
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2020). Resolución 666 de 2020. In *Por medio de la cual se adopta el protocolo general de bioseguridad para mitigar ,controlar y realizar el adecuado manejo de la pandemia del Coronavirus Covid-19. 24 de abril de 2020* (pp. 1–21). <https://id.presidencia.gov.co/Documents/200424-Resolucion-666-MinSalud.pdf>
- Morandini, M. C., Thum-Thysen, A., & Vandeplass, A. (2020). *Facing the Digital Transformation: Are digital skills enough?* 054(July), 1–18. <https://doi.org/10.2765/846577>
- NNgroup. (2016). *Don Norman: The termino «UX»*. [video]. <https://www.youtube.com/watch?v=9BdtGjoIN4E&t=34s>
- Norman, Don, & Nielsen, J. (n.d.). *The Definition of User Experience (UX)*. NN/g Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Norman, Donald. (1988). *La psicología de los objetos cotidianos* (Editorial NEREA, S. A. (Ed.)). arrangement with Basic Books, Inc. https://www.loop.la/descargas/disenho/Psicologia_objetos_cotidianos - Donald Norman.pdf
- NowYSM. (2018). *Tutorial : Facial Expression Classification Keras*. <https://www.kaggle.com/ashishpatel26/tutorial-facial-expression-classification-keras/notebook>
- NVIDIA. (2021). *CuDNN de NVIDIA | Desarrollador NVIDIA*. <https://developer.nvidia.com/cudnn>
- Oh, F. (2012). *What Is CUDA?* <https://blogs.nvidia.com/blog/2012/09/10/what-is-cuda-2/>
- OpenCV. (2023). *About*. <https://opencv.org/about/>

- Pino Diez, R., Gómez Gómez, A., & de Abjo Martínez, N. (2001). *Introducción a la inteligencia Artificial: Sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computacion evolutiva* (Universidad de Ovideo (Ed.)).
- Plan Vive Digital Colombia*. (2018).
- Python Teams. (2022). *What is Python? Executive Summary*.
<https://www.python.org/doc/essays/blurb/>
- Rolon-Mérette, D., Ross, M., Rolon-Mérette, T., & Church, K. (2020). Introduction to Anaconda and Python: Installation and setup. *The Quantitative Methods for Psychology*, 16(5), S3–S11. <https://doi.org/10.20982/tqmp.16.5.s003>
- TheCodingBug. (2020). *Darknet YOLOv4 Object Detection Tutorial for Windows 10 on Images, Videos, and Webcams*.
<https://www.youtube.com/watch?v=FjyF03uawsA>
- Wang, C., Bochkovskiy, A., & Liao, H. M. (2021). *Scaled-YOLOv4 : Scaling Cross Stage Partial Network*. 13029–13038.
https://openaccess.thecvf.com/content/CVPR2021/papers/Wang_Scaled-YOLOv4_Scaling_Cross_Stage_Partial_Network_CVPR_2021_paper.pdf
- Wang, C., Liao, H. M., & Bochkovskiy, A. (2020). *YOLOv4: Optimal Speed and Accuracy of Object Detection*. <https://arxiv.org/pdf/2004.10934.pdf>
- Wegrzyn, M., Vogt, M., Kireclioglu, B., Schneider, J., & Kissler, J. (2017). *Mapping the emotional face . How individual face parts contribute to successful emotion recognition*. 1–15.
- Yohanandan, S. (2020). *mAP (mean Average Precision) might confuse you!*
<https://towardsdatascience.com/map-mean-average-precision-might-confuse-you-5956f1bfa9e2>
- Ziegler, S., BID (Banco Interamericano de desarrollo), Agricultura), I. (Instituto I. de C. para la, & Microsoft. (2021). *Habilidades digitales en la ruralidad: un imperativo para reducir brechas en américa latina y el caribe*.