

SISTEMA EDUCATIVO  
INTELIGENTE PARA  
APOYAR EL  
APRENDIZAJE DE LA  
FAUNA EN VALLEDUPAR

ESLEIDER ANDRÉS TAFUR RANGEL

SISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE PARA APOYAR EL  
APRENDIZAJE DE LA FAUNA EN VALLEDUPAR

ESLEIDER ANDRÉS TAFUR RANGEL

TRABAJO DE TESIS

LEIDYS CONTRERAS CHINCHILLA

Magíster en Ingeniería de Sistemas y Computación

Programa de Ingeniería de sistemas

JAIDY MARJORIE JACOME LINDARTE

Gestora línea de ingeniería y diseño

Tecnoparque nodo Valledupar

SENA regional cesar

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS

INGENIERÍA DE SISTEMAS

VALLEDUPAR

2019

## Tabla de contenido

<b>SECCIÓN I Descripción general.....</b>	<b>5</b>
1.1 Título del proyecto.....	5
1.2 DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	5
1.3 Lapso de ejecución.....	5
1.4 Organismo y sección responsable.....	5
1.5 Información de contacto.....	5
1.6 Línea y sublínea de investigación.....	5
<b>SECCIÓN II Descripción situacional.....</b>	<b>6</b>
2.1 Identificación del problema.....	6
2.2 impacto del proyecto.....	10
2.3 análisis de participación.....	11
2.4 objetivos del proyecto.....	11
• Objetivo general.....	11
• Objetivos específicos.....	12
2.5 Justificación del proyecto.....	12
2.6 cronograma de actividades del proyecto.....	14
<b>SECCIÓN III Marco Teórico.....</b>	<b>15</b>
3.1 Bases teóricas.....	15
Visión computacional.....	15
Historia de la CV.....	16
Haar Cascade.....	18
3.2 Antecedentes.....	20

<i>SECCIÓN IV Marco metodológico.....</i>	<i>25</i>
4.1 tipo y diseño de la investigación.....	25
4.2 Población y muestra.....	27
4.3 Instrumentos y técnicas de recolección de información.....	27
4.4 metodología para el desarrollo del proyecto.....	28
<i>SECCIÓN V Costos del proyecto.....</i>	<i>30</i>
5.1 Materiales.....	30
5.2 equipos.....	30
5.3 software.....	30
5.4 recursos humanos.....	31
5.5 COSTO TOTAL del proyecto.....	31
<i>SECCIÓN VI Desarrollo de la metodología propuesta.....</i>	<i>31</i>
6.1 fase de análisis.....	31
6.2 Fase de diseño.....	34
6.3 Fase de desarrollo.....	41
6.4 Fase de implementación.....	44
6.5 fase de evaluación.....	45
<i>SECCIÓN VII Estrategias para la transferencia de los resultados</i>	<i>46</i>
7.1 Protección legal de los resultados de investigación.....	46

## INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC) se han convertido en un aliado esencial para la evolución de la educación, impulsando un nuevo modelo más participativo, dinámico, didáctico y, sobre todo, motivador, en un tiempo donde los estudiantes se desenvuelven en un ambiente tecnológico. De esta forma, se ha dejado en gran parte ese modelo educativo, en el cual los estudiantes solo se dedicaban a tomar apuntes, siendo el profesor el que dirigía por completo el tiempo de enseñanza [1].

La educación ha tenido un cambio significativo, en cuanto a la didáctica de aprendizaje, metodologías y recursos que ayuden a mejorar el aprendizaje en las escuelas. Las TIC permiten nuevos escenarios de formación, principalmente; el acceso a la información, y divulgación de esta [2]. Tal como lo dice Calva [3] "La educación actual requiere que los docentes utilicen recursos metodológicos que permitan motivar a los estudiantes de tal manera que, se mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje".

Una de las tecnologías que vienen incursionando en la educación es la Visión Computacional o Visión por Computador, que es una herramienta con implementación interdisciplinaria, usada en la medicina, biología, robótica, entre otras; su intervención en la educación puede convertirse en un punto importante en la forma en cómo se extrae información y se interioriza [4].

El objetivo de esta investigación es presentar el desarrollo de una herramienta educativa basada en Visión Computacional, específicamente en detección de objetos, para la identificación y preservación de especies animales. Se desarrolló una aplicación móvil que a través de la cámara del dispositivo donde se ejecute, permite capturar la imagen de un animal en tiempo real y obtener

información sobre su hábitat, clasificación, recomendaciones, alimentación, amenazas y otra información relacionada.

Además, a través de este proyecto se pretende incentivar el cuidado y conservación de la fauna de una región utilizando las nuevas tecnologías como herramienta interactiva de enseñanza aprendizaje y al mismo tiempo promover el turismo ecológico.

Para lograr el objetivo del proyecto, se implementó la metodología ADDIE, la cuál está conformada por cinco fases:

- **Análisis:** Evaluación de necesidades, Identificación de tareas, Análisis de tareas.
- **Diseño:** Desarrollo de temas a evaluar, Identificación de los recursos necesarios.
- **Desarrollo:** Entrenamiento de algoritmo y codificación del prototipo.
- **Implementación:** Socialización y capacitación para la utilización del prototipo, además se recolectaron los comentarios.
- **Evaluación:** Informes de evaluación, revisión de materiales y revisión del prototipo.

Como resultado, se desarrolló una aplicación móvil que a través de la cámara de un dispositivo Android, permite capturar la imagen de un animal en tiempo real y obtener información sobre su hábitat, clasificación, recomendaciones, alimentación, amenazas y otra información relacionada.

Además, este trabajo de grado contiene las siguientes secciones:

- **Sección I:** Describe de forma general el proyecto. Incluye el título del proyecto, autores del proyecto, el organismo

responsable, la línea y grupo de investigación al que se encuentra adscrito.

- **Sección II:** Describe de forma situacional el proyecto. Incluye la identificación y formulación del problema, el impacto del proyecto, los objetivos planteados, justificación y el cronograma de actividades.
- **Sección III:** Introduce el marco teórico. Abarca las bases teóricas relacionadas con el tema de investigación, los antecedentes del tema a investigar, internacional, nacional y localmente.
- **Sección IV:** Describe el marco metodológico. Incluye el tipo y método de investigación, la población, muestra, instrumentos de recolección de la información y la metodología que se utilizó para el desarrollo del proyecto.
- **Sección V:** Detalla los costos del desarrollo del proyecto. Costos de materiales, costos de equipos, costos de software y costos de recursos Humanos.
- **Sección VI:** Describe el desarrollo del proyecto para cada una de las fases de la metodología propuesta.
- **Sección VII:** Muestra las estrategias para la transferencia de los resultados.
- **Conclusiones y recomendaciones:** Presentan las conclusiones que se obtuvieron con la realización del proyecto. Y por último, las recomendaciones que debe tener el usuario para el uso de la aplicación desarrollada en el proyecto.

Por último este proyecto ha participado de los siguientes eventos de divulgación científica:

- Artículo **"VISIÓN COMPUTACIONAL COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA DE UNA REGIÓN"**, Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada (RCTA, noviembre del 2020).
- Ponencia en XIV CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TECNOLOGÍAS AVANZADAS. X CONGRESO INTERNACIONAL EN SISTEMAS, INFORMÁTICA E INGENIERÍA DEL CONOCIMIENTO. X CONGRESO EN TELECOMUNICACIONES. XI CONGRESO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA. V CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA MECATRÓNICA. II CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL. Universidad De Pamplona, octubre del 2020.
- Ponencia XVI ENCUENTRO DEPARTAMENTAL DE SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN 2019

## **SECCIÓN I      DESCRIPCIÓN GENERAL**

### **I.1 TÍTULO DEL PROYECTO**

SISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA EN VALLEDUPAR.

### **I.2 DIRECCIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO**

FUNDACIÓN ECOLÓGICA LOS BESOTES

### **I.3 LAPSO DE EJECUCIÓN**

Seis (6) meses.

### **I.4 ORGANISMO Y SECCIÓN RESPONSABLE**

Se realizará un prototipo por ser una investigación básica o fundamental y será aplicado en la Fundación Ecológica Los Besotes (FUNDEBES).

### **I.5 INFORMACIÓN DE CONTACTO**

Nombres y Apellidos: Esleider Andrés Tafur Rangel.

Teléfono: 3002259986

e-mail: [esleidera@icloud.com](mailto:esleidera@icloud.com)

### **I.6 LINEA Y SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Este proyecto se enmarca en dos líneas de investigación, Sistemas Inteligentes con la Sublínea de Inteligencia Artificial e Informática Educativa con la Sublínea Sistemas Educativos Inteligentes; debido a que será una aplicación con la cual se podrá

capturar la imagen de un animal usando un dispositivo móvil con cámara, posteriormente se aplicará reconocimiento de imágenes, para generar datos de interés sobre el animal con el fin de fomentar el aprendizaje de la fauna en la región.

## **SECCIÓN II      DESCRIPCIÓN SITUACIONAL**

### **II.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

La Educación Ambiental (EA) busca crear conciencia a nivel mundial, apuntando a que las personas sean capaces de analizar y reflexionar sobre la evolución humana y el medio en el que habita [5].

Este concepto no está limitado a lo natural, sino a la evaluación del comportamiento humano con todo lo que le rodea: diversidad biológica, economía o cultura; es decir, el bienestar en general del ser humano en el presente y en el futuro [6].

Es por ello, que fueron los problemas ambientales el detonante para que en 1972 se reconociera por primera vez la existencia de una crisis mundial ambiental; esto dio paso a la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [7, 5].

Basado en lo anterior, se toma la definición dada por el PNUMA para ese entonces, quien describe el Medio Ambiente (M.A) como un sistema de carácter físico y biológico en el cual habita el hombre y el resto de los seres vivos [8]. Además, en años posteriores se realizaron nuevas reuniones internacionales con el fin de ratificar la preocupación por el medio ambiente y la búsqueda de soluciones de carácter político; sin embargo, la cumbre de Brasil realizada en 1992 fue de gran relevancia debido al número de países que participaron en esta y también, por la firma del *Convenio Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático* (CMNUCC) [7].

Por todo lo anterior, se han implementado programas para la EA en diferentes países con el fin de generar conciencia y sensibilizar a las nuevas generaciones sobre el cuidado del medio ambiente, los diferentes ecosistemas y la biodiversidad que lo componen.

En este sentido, la escuela es un factor importante en el aprendizaje sobre el valor que tienen los seres vivos que conforman la naturaleza, las diferentes especies existentes, su hábitat, alimentación, y otros temas que son de vital importancia para una correcta educación y conocimiento de la fauna [9].

Según Calva [3] al momento de abordar la temática de la diversidad de fauna, es preferible el uso de nuevas metodologías y recursos que permitan mantener la atención y la concentración de los estudiantes de una forma homogénea; ya que, los recursos tradicionales como resúmenes, ensayos, u otros, se tornan monótonos y no motiva a los estudiantes hacia el aprendizaje.

Hecha la observación anterior, es necesario involucrar las TIC en el aprendizaje como una forma didáctica y renovada para sensibilizar a las comunidades en el cuidado de la fauna, generar criterio y responsabilidad con el cuidado del medio ambiente en general; teniendo en cuenta la diversidad de la flora y los ecosistemas con los que se cuenta en Colombia, que son propicios para que diversas especies animales y vegetales habiten.

En relación con lo anterior, cabe mencionar que según el Instituto Humboldt [10], Colombia ocupa el segundo lugar en biodiversidad en el mundo, el primer lugar en especies de aves, el segundo en riqueza de anfibios, mariposas y peces de agua dulce, el tercer país en número de especies de reptiles, y el cuarto lugar en mamíferos.

Por otra parte, según la resolución 0192 del 2014 se han identificado 313 especies de animales vertebrados y 74 especies de animales invertebrados amenazados. De la misma forma, el autor afirma que los animales vertebrados objeto de comercio son 527 y los invertebrados 143.

En este contexto, en el caso de la ciudad de Valledupar, a menos de 12 km, se encuentra la Fundación Ecológica Los Besotes (FUNDEBES), reconocido como Parque Natural Regional, el cual enfoca su trabajo en la conservación y protección del bosque seco tropical del Valle de Upar ubicado en el departamento del Cesar. En este lugar se pueden encontrar gran variedad de especies animales, entre las cuales existen 220 especies de aves, 14 de anfibios entre ellas una nueva especie para la ciencia, 44 de reptiles, 64 de mamíferos, 200 de mariposas y 200 de coleópteros. [11]

Cabe resaltar que, en el 2002, BirdLife International y el Instituto Humboldt de Colombia, declararon a Los Besotes como la primera Área Importante para la Conservación de Aves (AICA) de Colombia, en el 2008, adquirió el título de Santuario de Fauna por CORPOCESAR y en el 2013, este título cambio a Parque Natural Regional.

Según entrevista realizada a su fundador Tomás Darío Gutiérrez (Ver Anexo F), FUNDEBES se ha convertido en cuna de más de 10 investigaciones científicas que se han realizado en el parque por medio de alianzas con algunas organizaciones para la protección de la biodiversidad del bosque seco tropical. Además, FUNDEBES ha recibido estudiantes de varios colegios comprometidos con el proceso de enseñanza aprendizaje dentro del casco urbano de la ciudad, mostrando así el compromiso que tiene este por preservar la fauna y el fortalecimiento de la educación en esta área.

Por lo anterior, es fundamental identificar los puntos críticos en la educación del medio ambiente y el cuidado por la fauna de la región que, a pesar de que hay conocimiento de la diversidad de esta, no se encuentran los recursos suficientes para difundir información y generar conciencia en problemáticas como: tala de árboles, quema, cacería, tráfico de animales u otra amenaza sobre el ecosistema que la ponga en peligro. También, es notable la necesidad de promover y dar a conocer los parques naturales que se encuentran cerca de la ciudad para la realización de todo tipo de actividades que complementan el aprendizaje de la fauna en Valledupar y promuevan el ecoturismo.

Con el fin de realizar un diagnóstico en cuanto al tema en estudio, se realizó una encuesta a una muestra de la población estudiantil, donde se evidenció que un 63% manifestó conocer las diferentes especies que componen la fauna en Valledupar, un 29% identificó la tala de árboles como amenaza para la fauna, un 28% identificó la quema, un 22% la cacería y el 21% restante afirmó que es la tala indiscriminada de árboles.

Por otro lado, sólo el 18% de los encuestados ha abordado estas temáticas en su plan de estudio escolar, el 82% restante ha leído algo en periódicos, revistas y programas de gobierno, entre otras fuentes. Cabe resaltar que el 99%, consideran necesario que la comunidad en general preste una mejor atención a la preservación del medio ambiente. (Ver Anexo F)

Basado en lo anterior, se hace notable la necesidad de proveer un recurso que además de contribuir con el aprendizaje de la fauna en la ciudad, promueva la preservación del medio ambiente y el ecoturismo, por lo que se propone el desarrollo de un sistema educativo inteligente, que mediante la implementación de técnicas de CV detecte un animal al enfocarlo con la cámara de un dispositivo móvil y muestre información como: hábitat, taxonomía,

alimentación, amenazas, y otros datos de interés que motiven al aprendizaje de una manera interactiva y dinámica.

El prototipo desarrollado se probará en el ecoparque los besotes con el fin de promover el avistamiento de animales en su hábitat natural, impulsar el ecoturismo en Valledupar y dar a conocer la riqueza de la fauna encontrada en esta región identificada como bosque seco tropical.

### **Formulación del problema**

¿De qué forma un sistema educativo inteligente apoyaría el aprendizaje de la fauna y promovería el ecoturismo en la ciudad de Valledupar?

## **II.2 IMPACTO DEL PROYECTO**

### **● SOCIAL**

Este proyecto busca generar conciencia sobre la importancia del conocimiento de la fauna, de esta manera involucrar a las personas con su cuidado y crear así nuevos hábitos que contribuyan a generar una cultura de responsabilidad con el medio ambiente en los jóvenes y adultos. Al mismo tiempo, se plantea dar a conocer a nivel nacional la región como pioneros en el cuidado del medio ambiente y la fauna.

### **● ECONOMICO**

Desde el punto de vista económico, al fomentar el turismo de forma local y externa, dando a conocer la variedad de especies animales que habitan el ecosistema de la región, se generará un movimiento económico que traerá beneficios a la región.

- **TECNOLOGICO**

Como recurso adicional, y punto clave del proyecto, está el factor innovador en el área educativa, que busca aportar una formación complementaria mediante el uso de un recurso tecnológico, que tiene como fin estimular el aprendizaje de una forma didáctica en conjunto con las nuevas tecnologías.

### **II.3 ANÁLISIS DE PARTICIPACIÓN**

- **BENEFICIARIOS**

Entidades educativas, como escuelas de básica primaria y secundaria serán beneficiadas con el desarrollo de un sistema inteligente para apoyar el aprendizaje de la fauna en Valledupar, de esta manera se fortalecerá el proceso de enseñanza aprendizaje en esta área.

Por otra parte, la comunidad de la ciudad de Valledupar tendrá acceso a un recurso didáctico, tecnológico e interactivo que logre el fortalecimiento del aprendizaje de la fauna en Valledupar.

- **ALIADOS**

El objetivo principal de FUNDEBES es la conservación y la protección del bosque tropical seco que da vida a la biodiversidad de la ciudad de Valledupar y sus alrededores, de esta forma es de gran ayuda contar con el apoyo de este recurso tecnológico para lograr sus propósitos.

- **OPOSITORES**

No se encuentran alguna entidad o grupo que pueda ser afectados por el desarrollo del proyecto y por ende presente algún tipo de oposición al mismo.

#### **II.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

- **Objetivo general**

Desarrollar un sistema educativo inteligente para apoyar el aprendizaje de la fauna en Valledupar.

- **Objetivos específicos**

- Diagnosticar el conocimiento actual de la población sobre la fauna de Valledupar.
- Determinar las especies animales que el sistema será capaz de reconocer.
- Desarrollar una aplicación móvil que permita la identificación de un animal usando técnicas de CV y muestre información detallada como: especie, alimentación, hábitat, riesgo de extinción, entre otras.
- Probar el prototipo desarrollado en el Ecoparque "Los Besotes"

#### **II.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

Esta investigación se hace con el fin de implementar un recurso como apoyo al aprendizaje de la fauna y las actividades que amenazan su permanencia, con el fin de fomentar una cultura de cuidado por los animales silvestres en la ciudad de Valledupar y sus alrededores.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesaria la utilización de recursos con la capacidad de mantener la concentración y la atención de los estudiantes de forma constante. Es por esto, que las TIC hacen parte de los nuevos recursos que satisfacen estas necesidades en el proceso de aprendizaje, por lo que, el desarrollo de un recurso TIC para el aprendizaje de la fauna en Valledupar basado en CV es la opción ideal.

Para confirmar lo anterior, según el Anexo F, el 73% de la población estudiantil manifiesta la necesidad de implementar una herramienta tecnológica para el aprendizaje de la fauna en Valledupar, lo cual confirma la necesidad de desarrollar esta aplicación móvil basada en visión computacional como recurso didáctico.

Por otra parte, además de mejorar el conocimiento de la fauna en Valledupar, es necesario dar a conocer las actividades que amenazan con el desplazamiento o desaparición de especies que habitan en la ciudad o a sus alrededores.

Otro beneficio de la aplicación desarrollada será la promoción del ecoturismo, ya que se darán a conocer los sitios y actividades disponibles para las prácticas de turismo ecológico como: parques naturales, programaciones de avistamiento de aves, entre otros.

Hay que mencionar, además, que en el numeral 8 del artículo 95 de la constitución política de Colombia hace un llamado a la protección de los recursos naturales del país, y velar por la conservación de un ambiente sano.

Desde el punto de vista teórico, el desarrollo de este proyecto tiene como propósito aportar al conocimiento existente sobre la fauna en la ciudad de Valledupar, como un recurso didáctico para el aprendizaje, además de utilizar las técnicas visión computacional para aplicarlas en el desarrollo de la aplicación.

Desde el punto de vista metodológico, este proyecto se justifica por la creación de instrumentos de recolección de información tales como: encuestas, entrevistas, y la elaboración de gráficas para ilustrar la información recolectada. Por lo anterior, toda la información recolectada podrá ser utilizada en otros trabajos de investigación y en otras instituciones educativas.

ACTIVIDAD	S E M A N A S																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
<b>Fase 1. Análisis</b>	■	■	■	■	■	■	■																		
Investigación bibliográfica sobre el estado de la fauna en Valledupar.	■	■	■																						
Elaborar encuestas y/o entrevistas para diagnosticar el conocimiento actual de la población sobre la fauna en Valledupar.				■	■	■	■																		
Preparar informe de resultados.	■	■	■	■	■	■	■																		
<b>Fase 2. Diseño</b>								■	■	■	■														
Determinar especies animales.								■	■	■	■														
Preparar informe de resultados.								■	■	■	■														
<b>Fase 3. Implementación</b>													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
Selección de tecnología de detección de objetos.													■	■											
Diseñar arquitectura del sistema.														■											
Desarrollo de aplicativo móvil.															■	■	■	■	■	■	■				
Preparar informe de resultados.															■	■	■	■	■	■	■				
<b>Fase 4. Divulgación</b>																						■	■	■	■
Pruebas del prototipo en el Ecoparque Los Besotes.																						■	■		
Preparar informe final.																						■	■	■	■

## II.6 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

## **SECCIÓN III MARCO TEÓRICO**

### **III.1 BASES TEÓRICAS**

#### **Visión computacional**

Aunque la Visión Computacional (CV, *Computer Vision*, por sus siglas en inglés) es el procesamiento automático de una imagen, no existe una definición clara o delimitada, lo que puede interpretarse como "Procesamiento de Imagen" y relacionarse con otros términos semejantes. El punto principal es que la CV está claramente relacionada a "Entender" y esto contrasta con "Automatización" [12].

Para ayudar a comprender lo anterior y dar una definición con más claridad, Wisley y Hairong [13] aclaran que CV es un proceso aplicado por una máquina para identificar el contenido de una imagen luego del procesamiento de esta, y dar como resultado un reporte de lo que está contenido en ella.

Es común encontrar confusiones en el concepto de Visión Computacional con otros términos como:

- Procesamiento de Imagen
- Visión artificial
- Reconocimiento de Imagen
- Patrón de Reconocimiento

Para aclarar las diferencias entre los términos anteriores, se debe tener en cuenta que el Procesamiento de Imagen se puede hacer en Procesamiento de Imagen de Bajo Nivel y Procesamiento de Imagen de Alto Nivel. Durante el Procesamiento de Imagen de Bajo Nivel existe una imagen de entrada y también una de salida, donde la

imagen de salida es una resultante. Es decir, la imagen de salida contiene alteraciones.

Al hacer referencia a los términos de Procesamiento de Imagen de Alto Nivel, Visión Artificial, y Reconocimiento de Imagen se habla de procesos aplicados a una imagen de entrada, pero la diferencia es que al aplicar Procesamiento de Imagen de Alto Nivel no se obtiene una imagen de salida, sino una interpretación de esta.

En este sentido, un Patrón de Reconocimiento es una pieza dentro de un sistema de Visión Computacional, este no tiene imágenes de entrada ni de salida, y la razón es que contiene características descriptivas de una imagen [13]. Dicho de una forma más sencilla, para López y otros [4], la CV se encarga de diseñar soluciones que permitan entender el mundo real mediante el uso de cámaras. Cabe mencionar que la CV está inspirada en las capacidades que tiene el sistema de visión humano y su complejidad [14].

### Historia de la CV

Tabla 1. Resumen de algunos puntos que marcaron cambios durante la historia y evolución de la CV.

	1970's	1980's	1990's	2000's
<i>Procesamiento de imágenes</i>	<b>X</b>			
Enfoque en visión humana	<b>X</b>			
Desarrollo de algoritmos de Etiquetado de Líneas (Line Labeling).	<b>X</b>			

Estudio de modelado 3D para objetos no poliédricos.	<b>X</b>			
Mezclado de Imágenes.		<b>X</b>		
Bordes y Detección de contornos.		<b>X</b>		
Campos Aleatorios de Markov (MRF).		<b>X</b>		
Visión Basada en la Física.			<b>X</b>	
Técnicas de Corte de Gráficos.			<b>X</b>	
Segmentación de Imágenes.			<b>X</b>	
Aprendizaje estadístico.			<b>X</b>	
Modelado y Representación Basados en Imágenes.			<b>X</b>	
Fotografía Computacional.				<b>X</b>
Mapeo de Tonos.				<b>X</b>
Técnicas basadas en características.				<b>X</b>

Fuente: Elaboración propia. [15], [16]

Como se puede observar en la Tabla 1, se tiene registros de investigaciones y sus resultados en cuanto a los primeros pasos de la CV desde 1970, aunque, a decir verdad, según Ballard [16], un gran referente de esta disciplina es Rosenfeld con su libro "Picture Processing by Computer" en 1969.

Posteriormente se desarrollaron conceptos que ayudaron al entendimiento de la computadora, como detección de bordes, extracción de esquinas y técnicas que han ayudado a aumentar la precisión con que las máquinas trabajan [17].

Como se mencionó anteriormente, la CV se enfocó en el *Procesamiento de Imágenes* en un principio, pero esto cambia al empezar los años 70 con la visión humana como punto de estudio. El concepto de *Early Vision* (Por su nombre en inglés), reconoce el potencial de la visión humana para extraer señales como disparidad binocular, colores, movimientos, entre otros, de una imagen inicial. Por otra parte, en la siguiente década la optimización de algoritmos mediante el uso de *MRF (Markov Random Field)* se marcó un gran avance para esta tecnología.

De esta forma, se agregaron avances durante los años siguientes que lograron resolver falencias dentro de la CV como la *Fotografía Computacional*, el desarrollo de algoritmos más eficientes para problemas complejos de optimización global, la aplicación de técnicas avanzadas de aprendizaje automático a la *Visión Artificial*, entre otros.

La CV ha impactado el mundo con sus avances tecnológicos, tiene espacio en la medicina, en la ingeniería, en la robótica, en la física, y otros. Se pueden encontrar sistemas de seguridad por reconocimiento facial, sistemas industriales capaces de reconocer frutas en óptimas condiciones para su comercialización, reconocer el tamaño de los peces dentro de un cultivo, capturar una foto usando reconocimiento de emociones al sonreír.

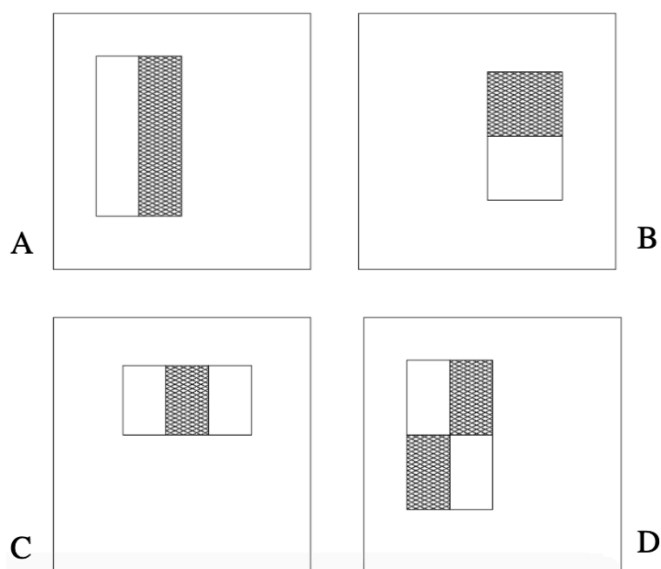
### **Haar Cascade**

Es un método propuesto por Viola y Jones [18] basado en un concepto de características(features) en cascada, el método consta de un

conjunto de imágenes negativas y un conjunto de imágenes positivas, a partir de las cuales se entrena una función cascada para obtener un clasificador que permite detectar objetos en las imágenes.

Para empezar, se hace una recolección de los features. Los features son simples valores obtenidos de regiones rectangulares adyacentes en una ubicación específica en una ventana de detección, resume las intensidades de píxeles en cada región y calcula la diferencia entre estas sumas [19]

*Ilustración 1 Ejemplo de features de rectángulo mostradas en relación con la ventana de detección adjunta. La suma de los píxeles que se encuentran dentro de los rectángulos blancos se resta de la suma de píxeles en los rectángulos grises. Los features de dos rectángulos se muestran en (A) y (B). La figura (C) muestra un feature de tres rectángulos, y (D) un feature de cuatro rectángulos.*



Fuente: Figura 1 del trabajo realizado por Viola y Jones [18]

Por otra parte, el clasificador en cascada consiste en una colección de stages (etapas), donde cada stage es un conjunto de aprendices débiles (weak learners). Los weak learners son

clasificadores simples llamados puntos de decisión. Cada stage se ejecuta utilizando una técnica llamada refuerzo. El refuerzo proporciona la capacidad de entrenar a un clasificador altamente preciso al tomar un promedio ponderado de las decisiones tomadas por los weak learners [18].

Así mismo, cada stage del clasificador etiqueta la región definida por la ubicación actual de la ventana deslizante como positiva o negativa. Positivo indica que se encontró un objeto y negativo indica que no se encontraron objetos. Si la etiqueta es negativa, la clasificación de esta región está completa y el detector posiciona la ventana a la siguiente ubicación. Si la etiqueta es positiva, el clasificador pasa la región a la siguiente etapa. El detector informa un objeto encontrado en la ubicación actual de la ventana cuando la etapa final clasifica la región como positiva [18, 19].

De esta manera, las etapas están diseñadas para rechazar muestras negativas lo más rápido posible. La suposición es que la gran mayoría de las ventanas no contienen el objeto de interés. Por el contrario, los verdaderos positivos son raros y son verificados.

Finalmente, para el entrenamiento de los clasificadores se debe proporcionar un conjunto de imágenes positivas con regiones de interés especificadas para ser utilizadas como muestras positivas [19].

### **III.2 ANTECEDENTES**

En la Tabla 2 se puede observar algunas de las aplicaciones de la CV en diferentes áreas como medicina, biología, robótica, industria, educación y vehículos, a pesar de las distintas formas de implementación de la CV, en la actualidad es muy escaso encontrarla a nivel internacional en el área educativa como un

recurso para el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo mismo que a nivel nacional.

Tabla 2. Diferentes estudios realizados a nivel internacional, nacional, regional y local según el área de aplicación.

Título	Área					
	Medicina	Biología	Robótica	Industrial	Educación	Vehículo
Automatic mass segmentation method in mammograms based on improved VFC snake model.	X					
Diseño e implementación de una aplicación móvil y web para el reconocimiento de imágenes de especies.		X				
Visión por Computadora en un Robot Móvil Tipo Oruga.			X			
Sistema de reconocimiento de especies de aves mediante procesamiento digital de imágenes.		X				
Sistema Automático de Reconocimiento de Frutas Basado en Visión por Computador.				X		

Primer paso para crear un laboratorio virtual de física basado en visión por computador.					X	
Clasificación de especies de serpiente.		X				
Computer Vision in Vehicle Technology. Land, Sea and Air.						X
Automatic classification of protein crystal images.	X					

Fuente: Elaboración propia [20], [21], [22], [23], [17], [24], [25], [4], [26]

El trabajo titulado *"Automatic mass segmentation method in mammograms based on improved VFC snake model"* es una investigación realizada en China que propuso un enfoque integrado para la auto segmentación masiva en la mama basado en el modelo VFC Snake mejorado. Este método pudo detectar las regiones de masas en mamografías automáticamente y lograr resultados prometedores. El método consiste en cuatro pasos principales para el proceso: (1) Obtener la imagen de la mamografía, (2) Procesar la mamografía para mejorar la imagen, (3) Determinar las regiones de interés y parámetros de ubicación de la masa y (4) Segmentación precisa de la masa. Como resultado, se logró una segmentación automática y más precisa que otros métodos empleados para el mismo fin, lo cual beneficia la detección temprana del cáncer de mama. [20]

Otra investigación a nivel internacional es *"Diseño e implementación de una aplicación móvil y web para el reconocimiento de imágenes de especies"* realizado en España, con el fin de identificar especies de mamíferos soricomorfos, musarañas específicamente. Para el desarrollo de este se usó una arquitectura Cliente-Servidor y la implementación de OpenCV como tecnología para el reconocimiento de las imágenes. Se obtuvo como resultado un sistema de reconocimiento de imágenes sólido, que permitió reconocer gran parte de las diferentes especies de musarañas. Cabe aclarar que restaron algunas especies por identificar, debido a la complejidad de detalle, pero podría mejorarse con algoritmos más robustos. [21]

En México se realizó el trabajo *"Visión por Computadora en un Robot Móvil Tipo Oruga"* con el fin de implementar CV en un robot móvil tipo oruga utilizado para la inspección, planeamiento de rutas o recolección de objetos, estos necesitan buscar de forma eficiente los obstáculos y el terreno viable para moverse. Para esto se hizo una comparación entre diferentes algoritmos usados como detectores y descriptores de rasgos, se usaron diferentes métricas para la comparación como: tiempo de procesado, resistencia al ruido e

invariancia a la rotación, concluyendo que el algoritmo ORB fue la mejor opción implementada. [17]

En el 2017 se publicó el libro *"Computer Vision in Vehicle Technology. Land, Sea and Air"* en el cual se ha plasmado una serie de aplicaciones de la CV dentro del área vehicular, el cual incluye temas como seguridad en el tráfico, que ayuda a medir distancias, movimientos, reconocimiento de bordes y automatización entre otros. [4]

En Huntsville, USA, se realizó el proyecto *"Automatic classification of protein crystal images"*, con el objetivo de clasificar las imágenes de prueba de cristalización de acuerdo con los tipos de cristales de proteínas presentes en las imágenes. Se basó en la extracción de características, y para esto se implementaron los bordes Canny Edges, blobs de múltiples imágenes binarias, y transformada de Hough. Luego se clasificaron en categorías: agujas, cristales pequeños, cristales largos, y otros cristales. Por último, se aplicó un modelo de decisión en el que se implementó un bosque aleatorio, con el que se logró una precisión del 78% para el problema planteado de 4 clases. [26]

A nivel nacional se encontró el proyecto *"Sistema Automático de Reconocimiento de Frutas Basado en Visión por Computador"*, investigación realizada con el fin de identificar una fruta tropical latinoamericana entre un conjunto de frutas con el uso de CV. Para esto se usaron canales RGB, y longitud de ejes mayor y menor cuando se usaba clasificador bayesiano. Como resultado se logró desarrollar un sistema capaz de reconocer variedad de frutas mediante CV, identificando 9 clases de frutas con un acierto del 90%. [23]

Otro proyecto encontrado fue *"Primer paso para crear un laboratorio virtual de física basado en visión por computador"* basado en la

falta de espacios adecuados para realizar prácticas de las teorías físicas durante el aprendizaje de los estudiantes en su escuela. De esta forma, se propuso la creación de un entorno virtual que se pueda relacionar con el mundo real usando técnicas de CV. Cabe aclarar que el proyecto tuvo como fin un acercamiento a esta tecnología, para lo cual se estudió la viabilidad de proyectos de este tipo. Como conclusión, se consideró como un buen acercamiento para fomentar investigaciones de este tipo que ayuden en el aprendizaje tanto de la física como de otras áreas. [24]

A nivel regional se encontró el trabajo "*Sistema de reconocimiento de especies de aves mediante procesamiento digital de imágenes*" fue un proyecto en el que se tomó un grupo de especies de aves pertenecientes al entorno del campus de la Universidad del Norte, en Barranquilla, Colombia. La dinámica consistió en ingresar una imagen, el sistema reconocía si la imagen correspondía a alguna de las aves del campus.

Como resultado, se logró mejorar el desempeño a medida que se procesaban más imágenes. [22]

No se han encontrado investigaciones o aplicaciones de la CV a nivel local, por lo que se espera sentar un precedente con este trabajo de investigación.

## **SECCIÓN IV    MARCO METODOLÓGICO**

### **IV.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Según indica Hurtado [27], el tipo de estudio de una investigación puede ser identificado por el objetivo de esta y el nivel que comprende su realización, así mismo las investigaciones pueden ser organizadas como se ilustra en la Tabla 3.

	<i>Nivel</i>	OBJETIVO	TIPO DE INVESTIGACIÓN	
<i>Tabla 3</i>	<i>Perceptual</i>	Explorar	Exploratoria	<i>Tipos de</i>
	<i>Describir</i>		Descriptiva	
	<i>Aprehensivo</i>	Analizar	Analítica o Crítica	
	<i>Comparar</i>		Comparativa	
	<i>Comprensivo</i>	Explicar	Explicativa	
	<i>Predecir</i>		Predictiva	
	<i>Proponer</i>		Proyectiva	
	<i>Integrativo</i>	Modificar	Interactiva	
	<i>Confirmar</i>		Confirmatoria	
	<i>Evaluar</i>		Evaluativa	

*investigación según su nivel y objetivo*

Fuente: Infograma 8.1 Objetivos y tipos de investigación [27]

De conformidad con lo anterior, el mismo autor define que aquellas investigaciones que impliquen el diseño o creación de algo con base en un proceso de investigación pueden ser enmarcadas como una investigación proyectiva. Así mismo, el autor define una investigación proyectiva, como aquella investigación basada en un programa o propuesta a la que se puede llegar mediante procesos, enfoques, métodos y técnicas propias. Por consiguiente, entran como investigaciones proyectivas estudios de arquitectura que como resultado propongan un diseño de una edificación, Estudios de

informática que requieren crear un software, inventos de máquinas y artefactos.

Por otra parte, el diseño de la investigación se refiere a los aspectos operativos de la investigación, es el plan o estrategia empleado para obtener la información. Así mismo, ayuda a identificar el cuándo, dónde y la amplitud de la información recolectada, de esta manera responder la pregunta de investigación de la forma más acertada posible [27, 28].

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el presente trabajo se identifica como una investigación de tipo proyectiva. Así mismo es una investigación que se realiza sin la manipulación deliberada de variables, cuyo propósito es describir estas variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado, es por esta razón que se emplea un diseño no experimental, transeccional descriptivo [28].

#### **IV.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población a quienes se aplicará esta investigación corresponde a la comunidad de básica secundaria del Instituto Osvaldo Vergara Fernández de la ciudad de Valledupar.

Debido a que esta investigación no busca generalizar los resultados en términos de probabilidad, se seleccionaron muestras de tipo no probabilísticas o dirigidas, por lo que las razones para elegir los elementos en esta muestra están relacionadas con las características de esta investigación [28].

Partiendo de lo anterior, las muestras seleccionadas fueron las siguientes:

- 1 animal que haga parte de la fauna de Valledupar seleccionados por conveniencia.

- 10 estudiantes que se encuentren entre los grados 10 y 11 seleccionados por conveniencia.
- 10 profesores del área de las ciencias naturales seleccionados por conveniencia.

#### **IV.3 INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

La recolección de la información necesaria para sustentar y desarrollar cada una de las fases del proyecto se basó en encuestas y entrevistas a estudiantes, docentes y expertos, por otra parte se utilizó una base de datos abierta proporcionada por el Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia (SIB) (Ver anexo F), con el fin de saber cuáles eran las temáticas que se debían escoger para fomentar el conocimiento cultural entre los estudiantes y jóvenes de la ciudad.

#### **IV.4 METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Se utilizó el modelo de diseño instruccional de aprendizaje ADDIE como metodología de desarrollo para este proyecto, compuesto por 5 etapas fundamentales de las cuales toma su nombre: Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación [29], estas etapas son descritas en la *Tabla 4,5,6,7,8*. Este modelo ha sido empleado durante décadas en el desarrollo de productos educativos y recursos para el aprendizaje, donde cada actividad planeada se centra en guiar al estudiante en la construcción del conocimiento en un entorno de aprendizaje [30].

*Tabla 4 Etapa de análisis del modelo de diseño instruccional ADDIE. El proceso de definir qué es aprendido.*

TAREAS	RESULTADOS
Evaluación de necesidades.	Especies animales de Valledupar.
Identificación de tareas.	Temas a fortalecer.

Análisis de tareas.	Requerimientos para funcionalidad y desarrollo de aplicación.
---------------------	---

*Tabla 5 Etapa de diseño del modelo de diseño instruccional ADDIE. El proceso de especificar cómo debe ser aprendido.*

TAREAS	RESULTADOS
Escribir objetivos. Desarrollar temas a evaluar. Planear la instrucción. Identificar los recursos.	Contenido temático. Especie a estudiar. Recursos para el desarrollo de la aplicación. Especificaciones del prototipo.

*Tabla 6 Etapa de desarrollo del modelo de diseño instruccional ADDIE. El proceso de autorización y producción de los materiales.*

TAREAS	RESULTADOS
Trabajar con productores. Desarrollar el libro de trabajo, organigrama y programa. Desarrollar los ejercicios prácticos. Crear el ambiente de aprendizaje.	Entrenamiento de algoritmo. Codificación del prototipo.

*Tabla 7 Etapa de implementación del modelo de diseño instruccional ADDIE. El proceso de instalar el proyecto en el contexto del mundo real.*

TAREAS	RESULTADOS
Entrenamiento docente. Entrenamiento piloto.	Socialización. Capacitación. Comentarios del estudiante.

*Tabla 8 Etapa de evaluación del modelo de diseño instruccional ADDIE. El proceso de determinar la adecuación de la instrucción.*

TAREAS	RESULTADOS
--------	------------

Datos de registro del tiempo.	
Interpretación de los resultados de la evaluación.	Informes de evaluación.
Encuestas a graduados.	Revisión de materiales.
Revisión de actividades.	Revisión el prototipo.

## SECCIÓN V COSTOS DEL PROYECTO

### V.1 MATERIALES

Tabla 9 materiales utilizados en el proyecto

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO (COP)
Disco duro ssd 400gb	1	\$400,000.00
Chrome Key Azul x 5mt	1	\$70,000.00
Batería de remplazo cámara	1	\$250,000.00
Dominio Web	1	\$40,000.00
Licencia Desarrollador Android	1	\$100,000.00
Transporte	-	\$1,250,000.00
Servicio de internet fijo	10	\$1,000,000.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$3,110,000.00</b>

### V.2 EQUIPOS

Tabla 10 Equipos utilizados en el proyecto

EQUIPO	CANTIDAD	COSTO (COP)
Cámara Canon	2	\$4,000,000.00
Computador Macbook Pro 13"	1	\$1,800,000.00
Luces de estudio	3	\$200,000.00

Smartphone Huawei Y9 2019 Android SO	1	\$800,000.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$6,800,000.00</b>

### V.3 SOFTWARE

Tabla 11 Software utilizado para el desarrollo del proyecto

SOFTWARE	CANTIDAD	COSTO (COP)
Android Studio 3.6.x	1	\$0.00
XD, Photoshop, Premier de la suite de adobe	1	\$250,000.00
Amazon Web Services (capa gratuita)	1	\$0.00
Git + Github	1	\$0.00
OpenCV	1	\$0.00
<b>TOTAL</b>		<b>\$250,000.00</b>

### V.4 RECURSOS HUMANOS

Tabla 12 Personal involucrado en el proyecto

ROL	COSTO/HORA	HORAS/MES TRABAJADAS	MESES	COSTO (COP)
Autor	\$35,000.00	160	6	\$33,600,000.00
Director	\$60,000.00	80	6	\$28,800,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$62,400,000.00</b>

### V.5 COSTO TOTAL DEL PROYECTO

Tabla 13 costo total de la realización del proyecto

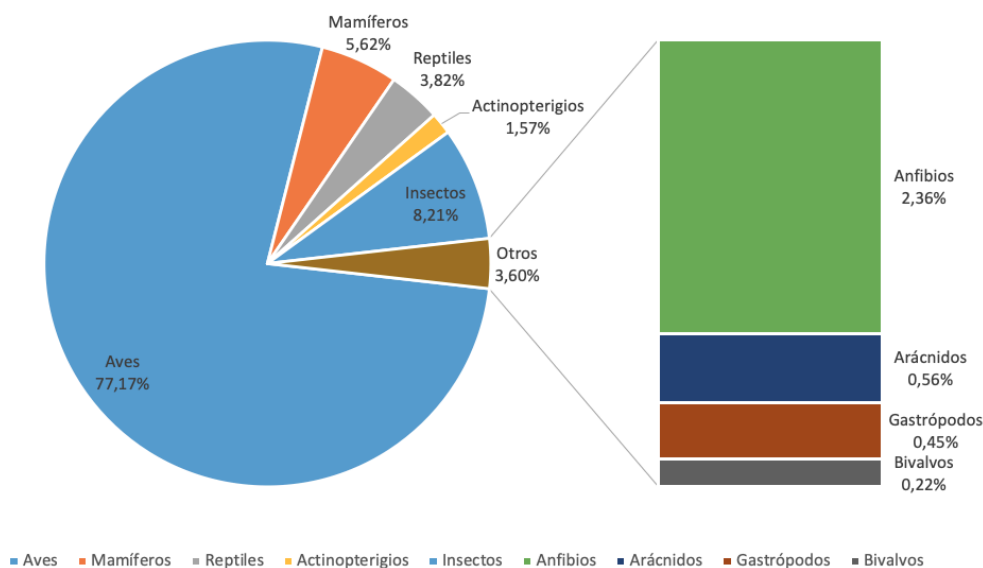
CONCEPTO	COSTO (COP)
Materiales	\$3,110,000.00
Equipos	\$6,800,000.00
Software	\$250,000.00
Recursos humanos	\$62,400,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$72,560,000.00</b>

## **SECCIÓN VI      DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA**

### **VI.1 FASE DE ANÁLISIS**

Para el desarrollo de esta fase se utilizó un conjunto de datos abiertos proporcionados por el Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia (SIB), los cuales fueron organizados, depurados, y alojados en una base de datos en MongoDB Community Edition, para su posterior tratamiento. Como resultado, se identificaron 889 especies distintas que habitan actualmente en Valledupar o en algunos de sus corregimientos, de las cuales un 77,17% son aves, y la cantidad restante está distribuida entre mamíferos, reptiles, actinopterigios, insectos, anfibios, arácnidos, gastrópodos, y bivalvos tal y como se observa en la *Ilustración 1*.

*Ilustración 2 Cantidad de especies en la región de Valledupar según datos abiertos del Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia (SIB)*



Fuente: Elaboración propia

A su vez, se validó e identificó cada uno de los temas que se considera necesario para fortalecer el aprendizaje de la fauna mediante la realización de una encuesta dirigida a los profesionales en el área de las ciencias naturales según la muestra seleccionada. Como resultado, se observó que por lo menos un 90% considera que todos los temas propuestos necesitan ser fortalecidos, y además son considerados muy relevantes por el 80%, por esta razón se decidió hacer uso de todos los temas. Los temas son los siguientes:

- Identificación
- Taxonomía
- Distribución
- Amenazas
- Alimentación
- Generalidades

Por último, se elaboró un conjunto de requerimientos, teniendo en cuenta la relevancia de los temas considerados importantes por el grupo de profesores encuestados. A continuación, los requerimientos son listados en forma de historias de usuario.

- Como usuario quiero ver la identificación del animal para aprender a reconocerlo visualmente.
- Como usuario quiero ver la taxonomía del animal para saber que otras especies similares existen y su clasificación.
- Como usuario quiero ver la distribución del animal para conocer las regiones y zonas donde puedo encontrarlo.
- Como usuario quiero ver un listado de actividades consideradas una amenaza para el animal detalladas por el nivel de impacto para aprender a identificar las actividades que atentan contra la vida de la especie.
- Como usuario quiero ver un listado de alimentos que puede consumir el animal para conocer sobre su alimentación.
- Como usuario quiero ver un listado de datos generales del animal para aprender cualquier otro tipo de información de interés sobre el animal.

## **VI.2 FASE DE DISEÑO**

Durante esta fase se estableció el contenido de cada uno de los temas a desarrollar en la aplicación como se describe a continuación.

**Identificación:** la identificación de un animal se refiere al tamaño, colores, forma, etc. Son los recursos audibles y/o visuales que distinguen una especie de otra. Por esta razón esta sección contará con la siguiente información.

- Tamaño
- Colores
- Formas
- Sonidos

**Distribución:** El área de distribución se define como la fracción del espacio geográfico donde una especie está presente.

- Países y regiones
- Mapa descriptivo

**Amenazas:** Las amenazas son todas aquellas actividades que atentan contra la vida de la fauna ya sean naturales o humanas.

- Tala
- Quema
- Tráfico
- Desplazamiento
- Cacería
- Cautiverio
- Contaminación

**Taxonomía:** La taxonomía corresponde a un sistema de clasificación de los seres vivos, permitiendo nombrarlos y clarificarlos en rangos taxonómicos.

- Reino
- Filo
- Clase
- Especie

**Alimentación:** Alimentación es la ingestión de alimento por parte de los organismos para proveerse de sus necesidades alimenticias, fundamentalmente para conseguir energía y desarrollarse.

- Listado de los diferentes tipos de alimentos consumidos por el animal acompañado de una imagen.

**Generalidades:** Las generalidades puede entenderse como la información restante que ayude a potenciar el conocimiento acerca de una especie que haga parte de la fauna de la región (Nombres comunes, hábitat, otros).

- Nombres comunes
- Hábitat
- Comportamiento
- Reproducción

Por otra parte, se seleccionó la especie *Aratinga Pertinax* (ver figura 3), de la clase aves perteneciente al filo chordata para posteriormente aplicar los algoritmos de detección de objetos que dará a la aplicación móvil la capacidad de reconocer esta especie.

*Ilustración 3 Ejemplar de la especie Aratinga Pertinax.*



Fuente: imagen tomada de la página de la organización ebird [31].

De igual forma, se consideraron los siguientes recursos tanto de hardware como de software para completar el diseño y el desarrollo de la aplicación:

- **Cámara Canon EOS REBEL T5i:** utilizada en la recolección de las imágenes positivas y negativas de la especie seleccionada, se dispuso de una.
- **Luces de estudio:** utilizada en la iluminación del escenario, haciendo variar las condiciones de luces y sombras necesarias para hacer la recolección de las muestras positivas y negativas.
- **Chroma-key Azul 3x5 mt:** utilizada en el proceso de edición para simular los entornos naturales y lograr obtener imágenes en ambientes naturales complejos.
- **Smartphone con Android SO:** La aplicación solo estará disponible para dispositivos android por esta razón se utiliza este recurso para la prueba en el desarrollo de la aplicación. Así mismo, es el principal recurso en la fase de implementación.
- **Android Studio 3.6.x:** Entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado en la programación de la aplicación móvil.

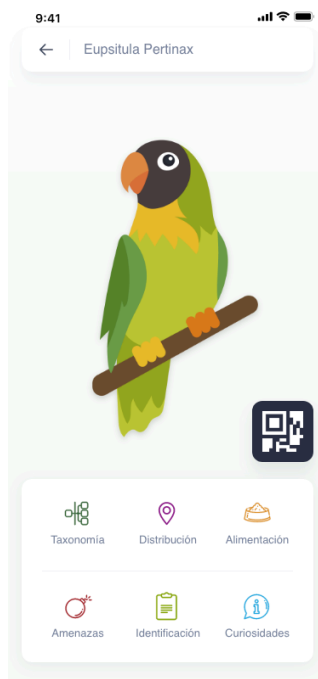
- **XD:** utilizado en la elaboración del diseño de los componentes visuales de la aplicación móvil.
- **Photoshop, Premier:** utilizados en la edición de imágenes positivas y negativas recolectadas.
- **Git + Github:** Controlador de versión de código con repositorio en la nube para el versionamiento del código de la aplicación móvil.
- **OpenCV:** Librería de visión computacional utilizada para el procesamiento de las imágenes y entrenamiento en la detección de la especie seleccionada.

Además, se implementó el diseño de los componentes visuales de la aplicación con el fin de validar el flujo y la información.

*Ilustración 4 Vista de reconocimiento*



Fuente: elaboración propia

*Ilustración 5 Vista Inicio*

Fuente: elaboración propia

*Ilustración 6 Vista Taxonomía*

Fuente: elaboración propia

*Ilustración 7 Vista Distribución*



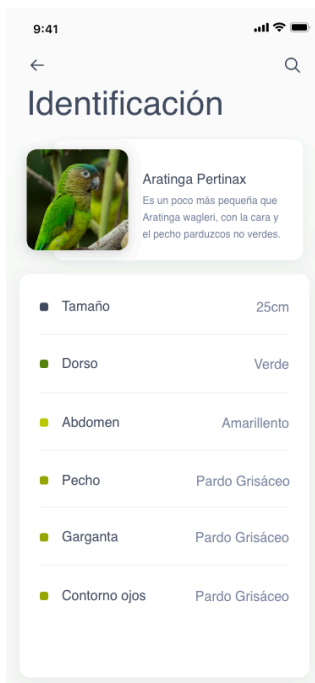
Fuente: elaboración propia

*Ilustración 8 Vista Amenazas*



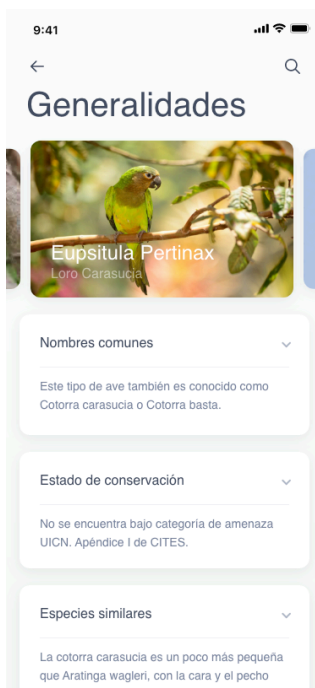
Fuente: elaboración propia

*Ilustración 9 Vista Identificación*



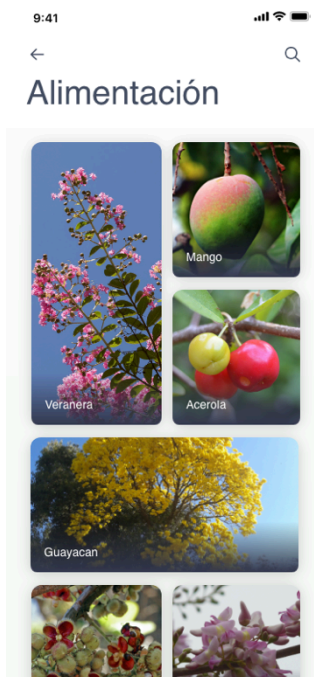
Fuente: elaboración propia

*Ilustración 10 Vista Generalidades*



Fuente: elaboración propia

Ilustración SEQ Ilustración \+  
ARABIC 11 Vista alimentación



Fuente: elaboración propia

### VI.3 FASE DE DESARROLLO

Uno de los resultados de esta fase fue el entrenamiento del algoritmo de reconocimiento de imágenes, logrando un total de 24 stages que permiten reconocer el animal en 3 posiciones diferentes del perfil frontal del animal seleccionado (ver ilustración 12).

Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 12  
Especie Aratinga Pertinax y las diferentes  
posiciones como puede ser identificado por el  
algoritmo de reconocimiento



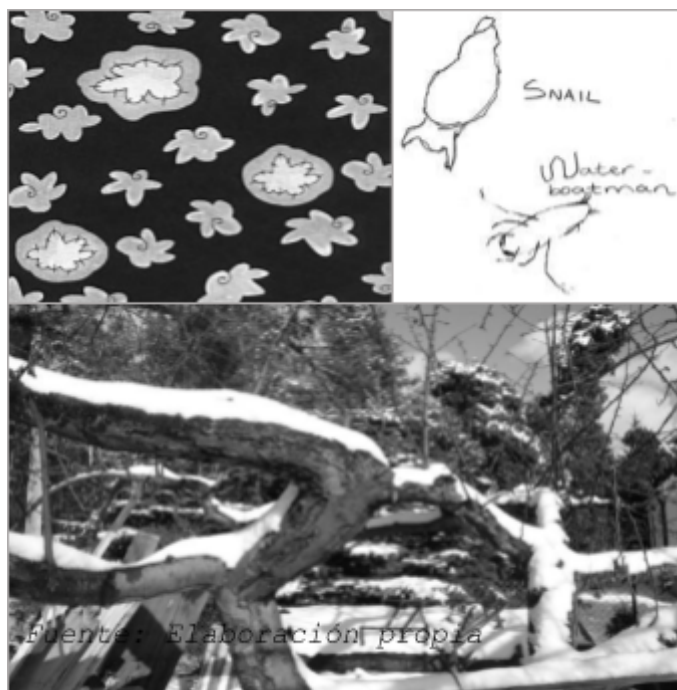
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla el proceso para la obtención del clasificador resultante.

**Muestras negativas:** Son un conjunto de imágenes aleatorias que sirven como fondo en las muestras tomadas por el algoritmo para obtener el clasificador posteriormente. Además, estas imágenes no deben contener el objeto a detectar [19]. Dicho de otra forma, ayudan a que el algoritmo identifique aquello que no es el objeto de interés.

En la ilustración 13 se puede observar algunas imágenes negativas de las 3016 recolectadas para este proceso.

Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC  
 13 algunas imágenes negativas usadas  
 durante el entrenamiento del  
 algoritmo.



**Muestras positivas:** Son un conjunto de imágenes usadas durante el entrenamiento para definir el objeto de interés que el algoritmo debe tratar de encontrar con la ayuda del clasificador resultante. Para obtener las muestras positivas se utilizó la aplicación para este se utilizó la aplicación por interfaz de línea de comandos `opencv_createsamples`. Esta última, ayuda a generar muestras a partir de una imagen que contenga el objeto de interés, o bien pueden ser suministradas un conjunto de imágenes recolectadas de forma manual, siendo esta, la opción tomada para este proceso.

En este sentido, el primer paso fue crear un estudio para video y así capturar las imágenes del animal de forma controlada. Para lo

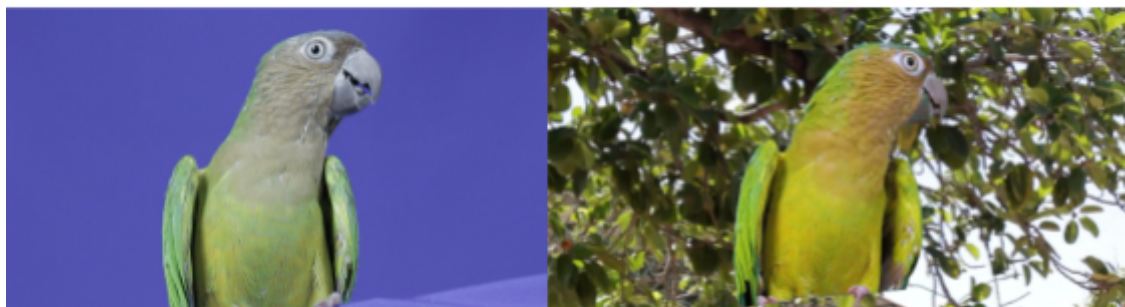
anterior, fue necesario un fondo azul, 2 tipos de luces, una cámara y otros elementos para dar comodidad al animal.

Como segundo paso, haciendo uso del programa premier, se insertaron en el video fondos diversos para recrear ambientes naturales, como tomas arborizadas, diferentes perspectivas e iluminaciones.

Posteriormente, se seleccionaron frames con diversas posiciones del animal, luego se recortaron estas con una proporción 3:5. Esto último es necesario para escalar la imagen al momento de generar las muestras positivas.

Por último, se ejecutó la aplicación `opencv_createsamples` indicando las muestras negativas y positivas en los parámetros recibidos, tal como lo sugiere la documentación.

*Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 14 A la izquierda escenario con bluescreen; luego a la derecha, frame procesado con un fondo para simular un ambiente natural.*



**Entrenamiento:** Luego de obtener las muestras positivas y negativas se llevó a cabo el proceso de entrenamiento, para este se utilizó la aplicación por interfaz de línea de comandos `opencv_traincascade` como puede observarse en la ilustración 15.

*Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 15 Stage 15 con algunas de las características resultantes del proceso de entrenamiento.*



*Fuente: Elaboración propia*

Por otra parte, se desarrolló el prototipo de la aplicación móvil que consta de un conjunto de opciones que permiten navegar hacia las diferentes temáticas. Así mismo, cuenta con una vista inicial en la que por medio de la cámara del dispositivo en el que se encuentra instalada la aplicación, es posible el proceso de detección del objeto de interés.

En este sentido, en la ilustración 16 puede observarse, mediante un diagrama de actividades, el detalle de cómo a partir de la intervención del usuario se desencadena una serie de pasos síncronos y asíncronos que inician con las acciones de habilitar la cámara y cargar el clasificador; este último, genera un detector de objetos. Seguidamente, la aplicación presenta en pantalla cada frame captado por la cámara; a su vez, por cada lectura de frame, es necesario conocer si cuenta con un detector válido; en el caso negativo, el frame será mostrado sin modificación alguna; en caso

positivo, se prosigue a detectar el objeto. Ahora bien, en caso de no detectar algún objeto, se retorna el frame sin modificar; sin embargo, en el caso contrario, al encontrar un objeto se procede a dibujar un marco de color verde sobre el área de interés; en consecuencia, se retorna el frame modificado que se mostrará al usuario en la pantalla del dispositivo móvil; al mismo tiempo, se muestra sobre la pantalla un botón de acción que permite ir a la vista "aprender" (ver ilustración 17).

Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 16. Diagrama de actividades. Flujo detección de objetos. (elaboración propia)

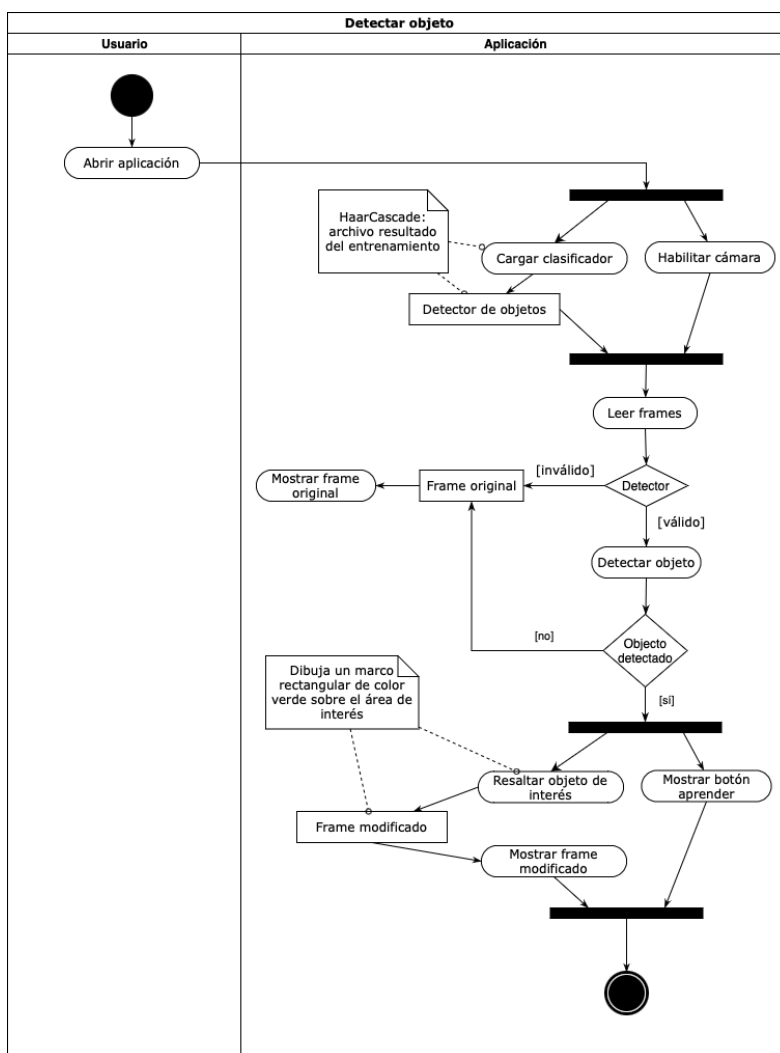
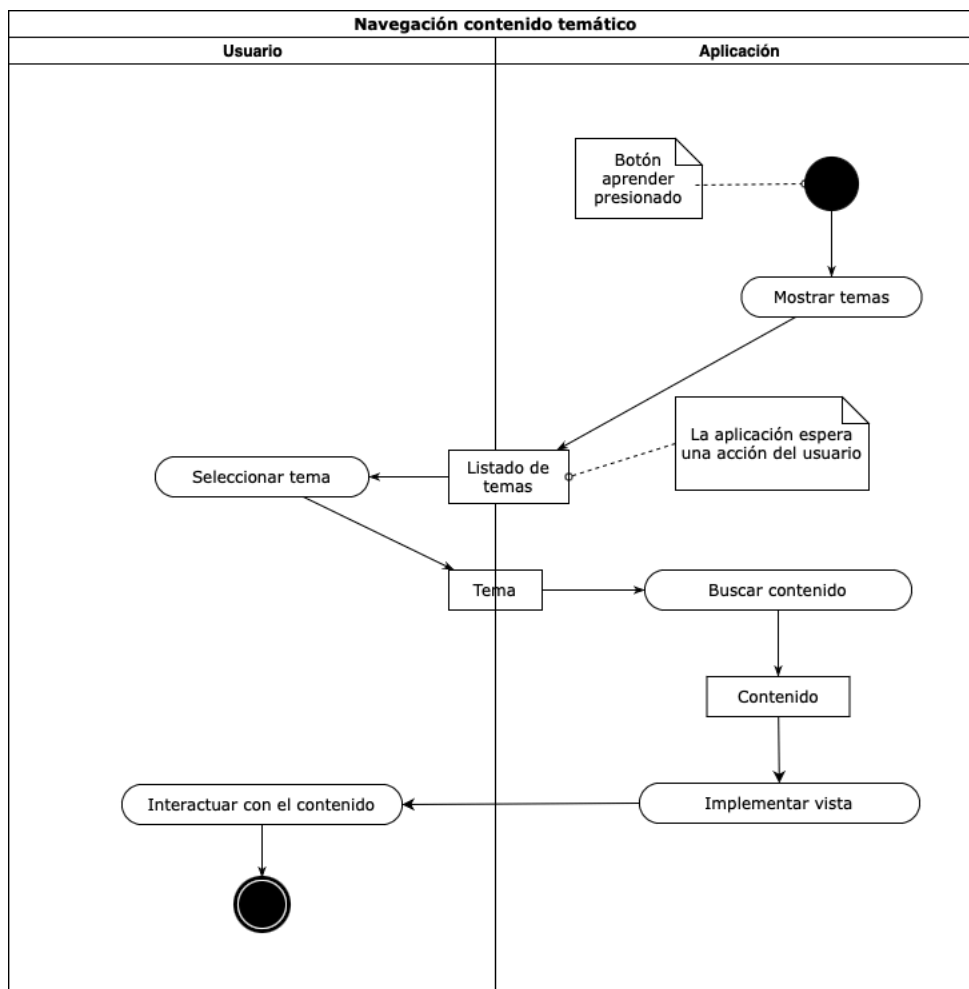


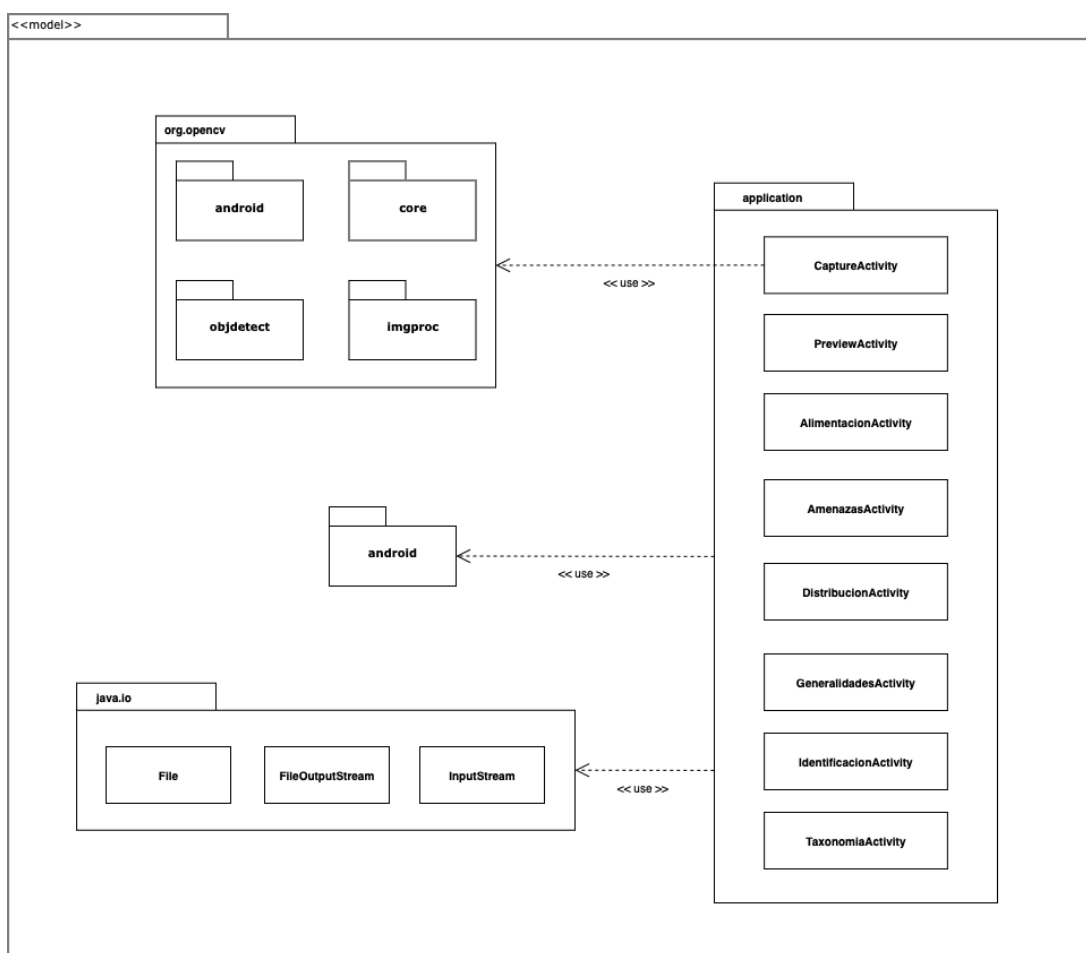
Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 17 Diagrama de actividades. Flujo de navegación de contenido temático. (elaboración propia)



Así mismo, el diagrama de actividades acerca de la navegación del contenido temático de la ilustración anterior, permite observar: como acción inicial, que la aplicación muestra los temas dispuestos para el aprendizaje; luego, corresponde al usuario seleccionar un tema; seguido de esto, corresponde a la aplicación buscar en la memoria local del dispositivo, el contenido; además, la aplicación implementa una vista con el contenido; por último, queda en manos del usuario la interacción con dicho contenido.

Con respecto a los diferentes paquetes y librerías usadas durante el desarrollo de la aplicación, se implementaron: primitivas del lenguaje, SDKs (Software Development Kit), y de terceros. Por un lado, los paquetes dentro de los SDK de Android; a su vez, OpenCV para Android fue parte fundamental dentro del desarrollo de la aplicación; además, el paquete IO del SDK de Java fue necesario para el acceso a el almacenamiento del dispositivo; por último, en un paquete propio del aplicativo se implementó el código necesario para el desarrollo. (ver ilustración 18).

*Ilustración SEQ Ilustración \\* ARABIC 18. Diagrama de paquetes del aplicativo móvil (elaboración propia)*



#### **VI.4 FASE DE IMPLEMENTACIÓN**

En esta fase se implementó y probó la aplicación con los estudiantes. Inicialmente, la aplicación sería implementada dentro la Fundación Ecológica Los Besotes (FUNDEBES). Posteriormente, debido la crisis generada por la COVID-19, esta tuvo que ser reemplazada por un medio virtual. Por esta razón, se recurrió a una presentación virtual en la que se solicitó a la rectoría del Instituto Osvaldo Vergara Fernández (IOVF), un permiso para la implementación de esta fase.

Conforme a lo anterior, una vez otorgado el permiso, se dispuso de los recursos necesarios para la socialización de la herramienta y capacitación entre el alumnado.

Así mismo, fue de notar el interés por parte de los estudiantes, debido al cambio que representó para ellos en la forma de recibir el aprendizaje. Por último, se hizo una ronda de preguntas y respuestas para ampliar el conocimiento de la aplicación y de esta forma recoger comentarios acerca de la misma.

#### **VI.5 FASE DE EVALUACIÓN**

Esta fue la fase final del proyecto, en donde se realizó una evaluación a los participantes de la prueba de la aplicación. Por consiguiente, se procedió a identificar cuatro aspectos principales, listados a continuación:

- Si conocían o no la especie *Eupsitula Pertinax*.
- Impacto de la aplicación móvil sobre el conocimiento de la especie *Eupsitula Pertinax*.
- Usabilidad de aplicación móvil.

- Aprendizaje de otras especies con una aplicación como esta.

Teniendo en cuenta lo anteriormente descrito, se formularon cuatro preguntas (ver anexo F, figuras 36-39) cuyos resultados fueron los siguientes:

El 70% de los encuestados respondieron que no conocían la especie *Eupsitula Pertinax*, cuyo nombre común es Loro Cara Sucia, o Perico Cara Sucia, que además puede encontrarse con regularidad en algunas casas o en arboles dentro del casco urbano de la ciudad. Por el contrario, el 30% restante sí conocía la especie.

De igual forma, se pudo observar que el 60% de los encuestados han aprendido muchas cosas sobre la especie; otro 10% han aprendido todo nuevo; un 20% han aprendido algunas cosas y que un 10% ha aprendido muy poco sobre la especie. Siendo así, que ningún estudiante respondió que no haya aprendido un poco sobre la especie mediante la interacción con la aplicación móvil.

De esta misma forma, en cuanto a la facilidad del uso de la aplicación, los resultados permitieron observar que el 46% de los encuestados consideró fácil usar la aplicación móvil; un 27% consideró muy fácil usarla; 18% consideró que no fue tan fácil y otro 9% lo consideró difícil. Además, ninguno consideró que la aplicación fue muy difícil de usar, siendo así que, aunque con algunas dificultades, finalmente se logró usar.

Finalmente, el 100% de los estudiantes respondieron que sí les gustaría conocer otras especies por medio de esta aplicación o alguna semejante.

## **SECCIÓN VII ESTRATEGIAS PARA LA TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS**

## VII.1 PROTECCIÓN LEGAL DE LOS RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

**Aspectos Legales:** Se deben considerar todos los aspectos que soportan el desarrollo del proyecto, tanto en la parte tecnológica, como en la parte comercial. Ejemplo: Ley de propiedad intelectual, leyes tributarias, contables, fiscales, decretos, ordenanzas, resoluciones, entre otros.

### **Ley Propiedad Intelectual, sobre el Derecho de Autor:**

La protección que la ley colombiana otorga al Derecho de Autor se realiza sobre todas las formas en que se puede expresar las ideas, no requiere ningún registro y perdura Durante toda la vida del autor, más 80 años después de su muerte, después de lo cual pasa a ser de dominio público. El registro de la obra ante la Dirección Nacional Del Derecho de Autor sólo tiene Como finalidad brindar mayor seguridad a los titulares Del derecho. En el caso Del Software, la legislación colombiana lo asimila a la escritura de una obra literaria, permitiendo que el código fuente de un programa esté cubierto por la Ley de Derechos de Autor.

**Artículo 1.** Los autores de obras literarias, científicas y artísticas gozarán de protección para sus obras en la forma prescrita por la presente ley y, en cuanto fuere compatible con ella, por el derecho común. También protege esta ley a los intérpretes o ejecutantes, a los productores de fonogramas y a los organismos de radiodifusión, en sus derechos conexos a los del autor. Los derechos reconocidos en esta Ley son independientes de la propiedad del objeto material en el cual esté incorporada la obra y no están sometidos al cumplimiento de ninguna formalidad.

**Artículo 2.** Los derechos de autor recaen sobre las obras científicas, literarias y artísticas las cuales se comprenden todas las creaciones del espíritu en el campo científico, literario y

artístico, cualquiera que sea el modo o forma de expresión y cualquiera que sea su destinación, tales como: los libros, folletos y otros escritos; las conferencias, alocuciones, sermones y otras obras de la misma naturaleza; las obras dramáticas o dramático musicales; las obras coreográficas y las pantomimas; las composiciones musicales con letra o sin ella; las obras cinematográficas, a las cuales se asimilan las obras expresadas por procedimiento análogo a la cinematografía, inclusive los videogramas; las obras de dibujo, pintura, arquitectura, escultura, grabado, litografía; las obras fotográficas a las cuales se asimilan las expresadas por procedimiento análogo a la fotografía; las obras de arte aplicadas; las ilustraciones, mapas, planos, croquis y obras plásticas relativas a la geografía, a la topografía, a la arquitectura o a las ciencias, y, en fin, toda producción del dominio científico, literario o artístico que pueda reproducirse, o definirse por cualquier forma de impresión o de reproducción, por fonografía, radiotelefonía o cualquier otro medio conocido o por conocer.

**Artículo 20.** En las obras creadas para una persona natural o jurídica en cumplimiento de un contrato de prestación de servicios o de un contrato de trabajo, el autor es el titular originario de los derechos patrimoniales y morales; pero se presume, salvo pacto en contrario, que los derechos patrimoniales sobre la obra han sido transferidos al encargante o al empleador, según sea el caso, en la medida necesaria para el ejercicio de sus actividades habituales en la época de creación de la obra. Para que opere esta presunción se requiere que el contrato conste por escrito. El titular de las obras de acuerdo a este artículo podrá intentar directamente o por intermedia persona acciones preservativas contra actos violatorios de los derechos morales informando previamente al autor o autores para evitar duplicidad de acciones.

**Artículo 27.** En todos los casos en que una obra literaria, científica o artística tenga por titular una persona jurídica o una entidad oficial o cualquier institución de derecho público, se considerará que el plazo de protección será de 30 años contados a partir de su publicación.

**Ley de Propiedad Intelectual:**

La propiedad intelectual (P.I.) tiene que ver con las creaciones de la mente: las invenciones, las obras literarias y artísticas, los símbolos, los nombres, las imágenes y los dibujos y modelos utilizados en el comercio. (OMPI, 2011) Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

**Artículo 1.3.** Del Convenio de París para la Protección de la Propiedad Industrial:

“La propiedad industrial se entiende en su acepción más amplia y se aplica no sólo a la industria y al comercio propiamente dichos, sino también al dominio de las industrias agrícolas y extractivas de todos los productos fabricados o naturales, por ejemplo: vinos, granos, hojas de tabaco, frutos, animales, minerales, aguas minerales, cervezas, flores, harinas”.

**Artículo 4.** Divulgación y publicación:

A efectos de lo dispuesto en la presente Ley, se entiende por divulgación de una obra toda expresión de la misma que, con el consentimiento del autor, la haga accesible por primera vez al público en cualquier forma; y por publicación, la divulgación que se realice mediante la puesta a disposición del público de un número de ejemplares de la obra que satisfaga razonablemente sus necesidades estimadas de acuerdo con la naturaleza y finalidad de la misma.

**Artículo 5.** Autores y otros beneficiarios:

1. Se considera autor a la persona natural que crea alguna obra literaria, artística o científica de comprobación práctica.
2. No obstante de la protección que esta Ley concede al autor se podrán beneficiar personas jurídicas en los casos expresamente previstos en ella, tal como a las Universidades.

## Conclusiones

Se puede concluir en primera instancia, que se han desarrollado todos los objetivos propuestos al iniciar este proyecto. Por consiguiente, se tiene una aplicación móvil como principal recurso, con la capacidad de identificar un animal usando técnicas de CV, que a su vez provee información detallada sobre este mediante una interfaz intuitiva y de fácil uso.

En este sentido, fue necesario contar con un animal en un espacio amplio y con las condiciones básicas para la comodidad del mismo, se utilizaron recursos como cámaras, programas de edición de video e imágenes, y un estudio con iluminación adecuada para que las imágenes fueran lo suficientemente claras y posteriormente editarse. Luego, se hizo una recopilación de aproximadamente 3500 imágenes catalogadas como negativas y 1200 imágenes positivas. Fue así, como haciendo uso del algoritmo de voila-jones implementado en la librería opencv se logro un archivo con los features necesarios para aplicar el reconocimiento. Posteriormente, se diseñaron las vistas de la aplicación con los temas validados. Por último se desarrolló la aplicación basada en dispositivos Android, ya que son los dispositivos más accesibles.

Así mismo, aunque la aplicación no es capaz de reconocer una amplio rango de especies diversas que pueden encontrarse en el espacio geográfico seleccionado para el desarrollo de esta investigación, se puede considerar este trabajo como un primer prototipo en un campo que está en crecimiento actual a nivel internacional y que poco ha sido abordado a nivel nacional, regional o local.

De igual forma, se observó que durante el desarrollo de este recurso TIC como apoyo al proceso enseñanza aprendizaje de la fauna de la ciudad de Valledupar, se pueden agregar mejoras y nuevas funcionalidades, como inclusión de nuevas especies, extender la

aplicación a dispositivos con sistemas iOS, o hacer mucho más interactiva la forma de mostrar la información, lo que permitiría hacer de este recurso una herramienta más completa y de más provecho, impactando así considerablemente en lo social, económico, y tecnológico de la región.

Como segunda instancia de esta conclusión, cabe resaltar que la investigación afrontó retos, pues la implementación tuvo que ser redirigida a un entorno totalmente virtual. Por consiguiente, el uso de dispositivos móviles fue reducido y también la participación de la población para la fase de implementación. Además, se evidenció algunas de las desventajas que tenemos en la educación al no contar con los recursos mínimos que garanticen una evolución en la forma de obtener información.

A pesar de las dificultades presentadas, se pudo evidenciar la autonomía de los participantes a la hora de navegar por la aplicación en busca de la información que esta proporciona, interactuando libremente entre cada uno de sus ítems y temáticas, apropiándose de los conocimientos de manera más intuitiva, sencilla y divertida, manteniendo su atención en esta.

Por último, se evaluó con los participantes la utilidad de la aplicación y se detallaron cada uno de los resultados de esta.

## Bibliografía

- [1 D. R. Duran, L. C. Montañez y L. C. Chinchilla, «Juegos didácticos basados en realidad aumentada como apoyo en la enseñanza de biología,» *ingeniare*, n° 19, pp. 99-116, 2015.
- [2 J. Salinas, B. De Benito y A. Lizana, «Grupo de Tecnología Educativa de la Universitat de les Illes Balears,» 15 Enero 2014. [En línea]. Available: <http://gte.uib.es/pape/gte/sites/gte.uib.es.pape.gte/files/salinas-DeBenito-Lizana.pdf>. [Último acceso: 22 Agosto 2018].
- [3 D. V. Calva, «Universidad Nacional de Loja,» 2016. [En línea]. Available: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/15837>. [Último acceso: 20 Agosto 2018].
- [4 A. M. López, A. Imiya, T. Pajdla y J. M. Álvarez, «Computer Vision in Vehicles,» de *Computer Vision in Vehicles: Land, Sea, and Air*, Chichester, John Wiley & Sons Ltda., 2017, pp. 1-23.
- [5 R. C. Florez, «Investigación en educación ambiental,» *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol. XVII, n° 55, pp. 1019-1033, 2012.
- [6 G. P. Hernández, «ANEA,» Noviembre 2016. [En línea]. Available: [http://www.anea.org.mx/CongresoEAS/Docs/306P-INST-PezaHernándezV2\(corr\).pdf](http://www.anea.org.mx/CongresoEAS/Docs/306P-INST-PezaHernándezV2(corr).pdf). [Último acceso: 22 Agosto 2018].
- [7 R. Ó. A. Vélez y L. A. A. Pineda, «De la educación ambiental hacia la configuración de redes de sostenibilidad en Colombia,» *Perfiles Educativos*, vol. XXXVIII, n° 151, pp. 175-187, 2016.
- [8 E. J. G. García, «Re-Unir,» 18 Julio 2014. [En línea]. Available: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/2565/garcia.garciaEJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 25 Agosto 2018].

- [9 M. Anacona, M. T. Silva y A. N. Gonzalez, «LA ENSEÑANZA DE LA  
] FAUNA EN EDUCACION INICIAL, UNA PROPUESTA ALTERNATIVA,»  
*Biografía*, vol. Extraordinario, pp. 1447-1459, 2015.
- [1 I. HUMBOLDT, «INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN DE RECURSOS BIOLÓGICOS  
0] ALEXANDER VON HUMBOLDT COLOMBIA,» 2017. [En línea]. Available:  
[http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-  
biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta](http://www.humboldt.org.co/es/boletines-y-comunicados/item/1087-biodiversidad-colombiana-numero-tener-en-cuenta). [Último acceso:  
20 Mayo 2019].
- [1 J. Rodríguez-Mahecha, J. Rueda-Almonacid y T. G. H, Guía ilus-  
1] trada de la fauna del Santuario de Vida Silvestre Los Besotes,  
Valledupar, Cesar, Colombia. Serie de guías tropicales de campo  
No 7 Conservación Internacional., Bogotá, Colombia: Editorial  
Panamericana, Formas e Impresos, 2008.
- [1 R. B. Fisher, T. P. Breckon, K. Dawson-howe, A. Fitzgibbon, C.  
2] Robertson, E. Trucco y C. K. I. Williams, *Dictionary of Computer  
Vision and Image Processing*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd,  
2014.
- [1 S. E. Wesley y Q. Hairong, *Fundamentals of Computer Vision*,  
3] Cambridge: Cambridge University Press, 2017.
- [1 K. Dawson-howe, *A Practical Introduction to ComPUter VIsIon wIth  
4] oPenCV*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2014.
- [1 R. Szeliski, *Computer Vision Algorithms and Applications*,  
5] Washington: Springer-Verlag London Limited, 2011.
- [1 D. H. Ballard y K. Ikeuchi, «Animat Vision,» de *Computer Vision  
6] a Reference Guide*, Tokyo, Springer Science+Business Media New  
York, 2014, pp. 31-36.
- [1 U. G. Escalona, E. R. Espino y J. H. S. Azuela, «Visión por  
7] Computadora en Un Robot Móvil Tipo Oruga,» *Research in Computing  
Science*, vol. 135, pp. 145-157, 2017.
- [1 P. Voila y J. Michael, «Carnegie Mellon University, School of  
8] Computer Science,» 2001. [En línea]. Available:  
[https://www.cs.cmu.edu/~efros/courses/LBMV07/Papers/viola-cvpr-0  
1.pdf](https://www.cs.cmu.edu/~efros/courses/LBMV07/Papers/viola-cvpr-01.pdf). [Último acceso: 16 feb 2020].

- [1 OpenCV, «OpenCV,» OpenCV, [En línea]. Available: 9] [https://docs.opencv.org/master/db/d28/tutorial\\_cascade\\_classifier.html](https://docs.opencv.org/master/db/d28/tutorial_cascade_classifier.html). [Último acceso: 16 feb 2020].
- [2 X. Lu, M. Dong, Y. Ma y K. Wang, «Automatic mass segmentation 0] method in mammograms based on improved VFC snake model,» de *Emerging Trends in Image Processing, Computer Vision and Pattern Recognition*, Elsevier Inc., 2015, pp. 201-217.
- [2 A. Q. Bertolin, «UPCommons,» 16 Febrero 2015. [En línea]. 1] Available: <http://hdl.handle.net/2099.1/25378>. [Último acceso: 4 Septiembre 2018].
- [2 Y. J. C. Álvarez y J. L. R. Rodríguez, «Repositorio 2] Institucional de la Universidad del Norte.,» 22 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <http://hdl.handle.net/10584/5874>. [Último acceso: 4 Septiembre 2018].
- [2 C. M. Holguin, J. A. C. Osorio y J. A. C. Osorio, «Sistema 3] Automático de Reconocimiento de Frutas Basado en Visión por Computador,» *Ingenieare. Revista Chilena de Ingeniería*, vol. XXII, n° 4, pp. 504-516, 2014.
- [2 W. S. Serna, J. P. T. Lemus y J. H. R. Piedrahita, «Primer paso 4] para crear un laboratorio virtual de física basado en visión por computador,» *Scientia et Technica*, vol. XVI, n° 48, pp. 214-217, 2011.
- [2 L. Lanzarini, C. Estrebou, F. Ronchetti, F. Quiroga, C. Luna, R. 5] Antonio, L. La Frazia y A. Rosete, «Aprendizaje automático. Aplicaciones en Visión por Computadora.,» de *XX Workshop de investigadores en ciencias de la computación*, Corrientes, 2018.
- [2 M. Sigdel, M. S. Sigdel, i. Dinc, S. Dinc, M. L. Pusey y R. S. 6] Aygün, «Automatic Classification of protein crystal images,» de *Emerging Trends in Image Processing, Computer Vision and Pattern Recognition*, Waltham, Elsevier Inc., 2015, pp. 421-432.
- [2 J. Hurtado de Barrera, *El Proyecto de Investigación.*, Caracas: 7] Ediciones Quirón S.A., 2014.

- [2 R. H. Sampieri, Metodología De La Investigación, Mexico D.F.:  
8] McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014.
- [2 Y. Góngora Parra y O. L. Martínez Leyet, «DEL DISEÑO  
9] INSTRUCCIONAL AL DISEÑO DE APRENDIZAJE CON APLICACIÓN DE LAS  
TECNOLOGÍAS,» *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la  
Sociedad de la Información*, vol. 13, n° 3, pp. 342-360, 2012.
- [3 M. J. Carrillo y L. C. Roa G., «Diseñando el aprendizaje desde  
0] el Modelo ADDIE,» 2018. [En línea]. Available:  
<https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/35378/Dise%C3%B1ando%20el%20Aprendizaje%20-%20Modelo%20ADDIE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. [Último acceso: 29 Mayo 2020].
- [3 «macaulay library,» [En línea]. Available:  
1] <https://macaulaylibrary.org/asset/203371281>. [Último acceso: 20  
febrero 2020].
- [3 «Diccionario de La lengua Española,» Real Academia Española,  
2] 2017. [En línea]. Available: <http://dle.rae.es/?w=diccionario>.  
[Último acceso: 24 Agosto 2018].
- [3 M. d. a. y. d. sostenible, «Minambiente,» 2017. [En línea].  
3] Available:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/  
75-res%201912%20de%202017.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/75-res%201912%20de%202017.pdf). [Último acceso: 26 mayo 2019].

## **ANEXOS**

**Anexo A.** Carta del director del proyecto

**Anexo B.** Carta de los estudiantes

**Anexo C.** Evidencias de asesoría metodológica

**Anexo D.** Carta recibido a satisfacción de la entidad responsable

**Anexo E.** Evidencia de entrega de artículo científico

**Anexo F.** Evidencias de recolección de la información

**Anexo A.** Carta del director del proyecto

Octubre 07 del 2021

Señores:

**COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO**

Facultad de Ingenierías y Tecnológicas

Programa Ingeniería de Sistemas

Universidad Popular Del Cesar

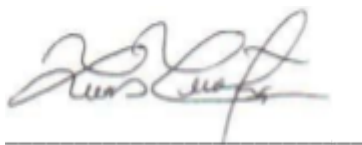
Cordial Saludo respetados Ingenieros,

Yo **LEIDYS CONTRERAS CHINCHILLA** identificada con cédula de ciudadanía No. **49689827** certifico que he revisado el documento correspondiente al proyecto titulado "**SISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA EN VALLEDUPAR**", presentado por el estudiante **ESLEIDER ANDRÉS TAFUR RANGEL**, y, después de haberle realizado las respectivas correcciones, cuenta con mi aprobación para ser presentada ante el comité.

**Línea de investigación:** Sistemas Inteligentes e Informática Educativa

**Sublíneas:** Inteligencia Artificial y Sistemas educativos inteligentes

Atentamente,



---

LEYDIS CONTRERAS CHINCHILLA  
CC 49689827 de Agustín Codazzi  
Teléfono 3008041592  
**Directora de proyecto**

**Anexo B.** Carta de los estudiantes

Valledupar, noviembre 16 del 2021

Señores:

**COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO**

Facultad de Ingenierías y Tecnológicas

Programa Ingeniería de Sistemas

Universidad Popular Del Cesar

Cordial Saludo respetados Ingenieros,

Yo **ESLEIDER ANDRÉS TAFUR RANGEL** identificado con cédula de ciudadanía No. **1065653178** estudiante del programa de ingeniería de sistemas, presento a ustedes el documento correspondiente al proyecto de grado denominado "**SISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA EN VALLEDUPAR**".

Quedo a la espera del concepto emitido por el comité respecto de la aceptación de este proyecto.

Atentamente,



---

ESLEIDER ANDRÉS TAFUR RANGEL

CC 1065653178 de Valledupar


Teléfono 3002259986

**Anexo C.** Evidencias de asesoría metodológica

**NOMBRE DEL PROYECTO:** SISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA EN VALLEDUPAR.

**AUTORES:** ESLEIDER ANDRÉS TAFUR RANGEL.

**DIRECTOR:** LEIDYS CONTRERAS CHINCHILLA.

FECHA	REVISIÓN REALIZADA	FIRMA ASESOR
8-10-2021	Revisión general	

**Anexo D.** Carta recibido a satisfacción de la entidad responsable

Noviembre 20 del 2020

Señores:

**COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO**

Facultad de Ingenierías y Tecnológicas

Programa Ingeniería de Sistemas

Universidad Popular Del Cesar

Cordial Saludo respetados Ingenieros,

Me permito informarle que el estudiante: **Esleider Andrés Tafur Rangel** identificado con cédula de ciudadanía **1065653178** de la ciudad de Valledupar, desarrolló para esta entidad su proyecto de grado, titulado "**SISTEMA EDUCATIVO INTELIGENTE PARA APOYAR EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA EN VALLEDUPAR**". El cual fue recibido a satisfacción del día 03 del mes diciembre del 2020

Atentamente,



---

William Alfonso Vergara Fernández

CC 77020082 de Valledupar

Teléfono 316 866 4357

**Director**

**Anexo E.** Carta de evidencia de entrega de artículo científico

ISSN: 1692-7257

Revista Colombiana de  
Tecnologías de Avanzada



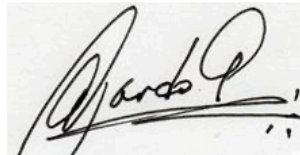
El Editor de la **Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada**:

**HACE CONSTAR**

Que los investigadores **LEIDYS DEL CARMEN CONTRERAS CHINCHILLA, ESLEIDER TAFUR RANGEL, JAIDY MARJORIE JACOME LINDARTE** sometieron el artículo titulado: **“VISIÓN COMPUTACIONAL COMO RECURSO DIDÁCTICO PARA EL APRENDIZAJE DE LA FAUNA DE UNA REGIÓN”**. Que el mencionado artículo fue aceptado y se encuentra en el proceso de publicación.

Adicionalmente, informo que la Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada está categorizada en B en Publindex, entidad del Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnologías e Innovación Colciencias encargada de Indexación y Homologación de publicaciones científicas en Colombia.

Dado en Pamplona, 4 de noviembre del 2020.



**PhD ALDO PARDO GARCÍA**  
Editor

**Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada.**



## **Anexo F. Evidencias de recolección de la información**

*Ilustración 19 Entrevista Tomás Darío Gutiérrez*

### **1. ¿Qué es el Ecoparque Los Besotes?**

La Fundación Ecológica Los Besotes (FUNDEBES) en los últimos 23 años, ha promocionado la conservación de la biodiversidad del bosque seco tropical. Allí existen más de 200 especies de animales, muchas más, unas incluso han llegado durante todo el proceso de restauración, porque lo que se ha hecho es una restauración del medio ambiente en ese lugar, luego de todo el maltrato que recibio en aquel tiempo del algodón, toda esta zona del valle, que también se ve hoy día, pero que en ese lugar se ha dado un respiro a los animales, incluso plantas que son de acá de la región.

### **2. ¿Cómo se puede ingresar al ecoparque?**

Está cerca, toca caminar un rato pero está cerca. Al parque llegan estudiantes, de colegio y de universidades, se han hecho varias investigaciones, incluso investigaciones de postgrado, muy buenas. Se han hecho más de diez investigaciones, unas muy completas, otras no tanto pero si, muy buenas investigaciones. Las puertas están abiertas.

### **3. ¿Quién es el responsable del ecoparque?**

Yo, por supuesto. Yo he tenido que meterle el hombro a esto, porque si no soy yo, quién más. Si se han dado una que otra alianza, pero al final no se ha llegado a ningun lado.

*Ilustración 20 Encuesta realizada para fase de análisis*

1. ¿Conoce usted las diferentes especies que componen la fauna en Valledupar?
  - a. Si
  - b. No
2. ¿Conoce algún medio que difunda información acerca de la fauna en Valledupar?
  - a. Periódicos
  - b. Revistas
  - c. App Móvil
  - d. Programa de gobierno
  - e. Plan de estudio escolar
3. ¿Considera que la fauna en Valledupar está bajo amenaza por alguna(s) de estas razones?
  - a. Tala de arboles
  - b. Quema
  - c. Cacería
  - d. Tráfico de animales
4. ¿Cree usted que la fauna en Valledupar necesita más atención por parte de la comunidad?
  - a. Sí
  - b. No
5. ¿Ve usted la necesidad de implementar alguna herramienta tecnológica que ayude a conocer sobre el cuidado de la fauna en Valledupar y sus alrededores?
  - a. Para nada necesario
  - b. Interesante
  - c. Es Necesario
  - d. Totalmente necesario

Ilustración 21 Respuestas a la pregunta No 1 de la encuesta de análisis

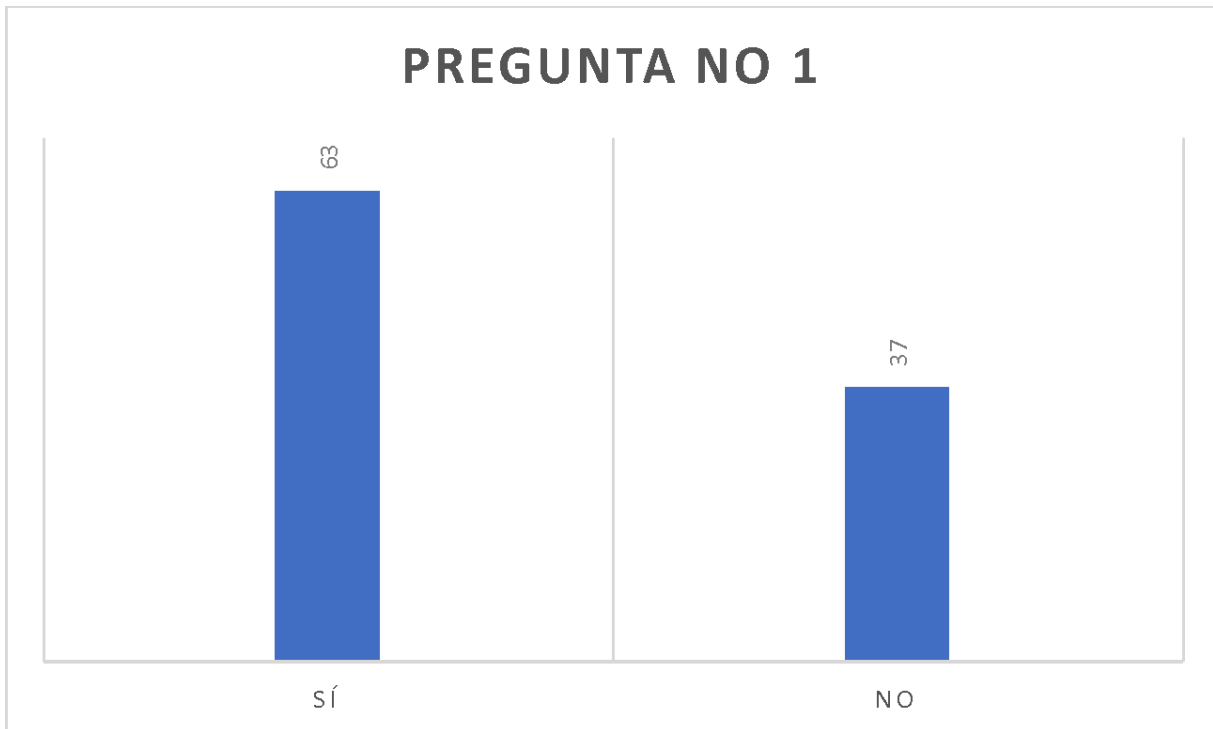


Ilustración 22 Respuestas de la pregunta No 2 de la encuesta de análisis

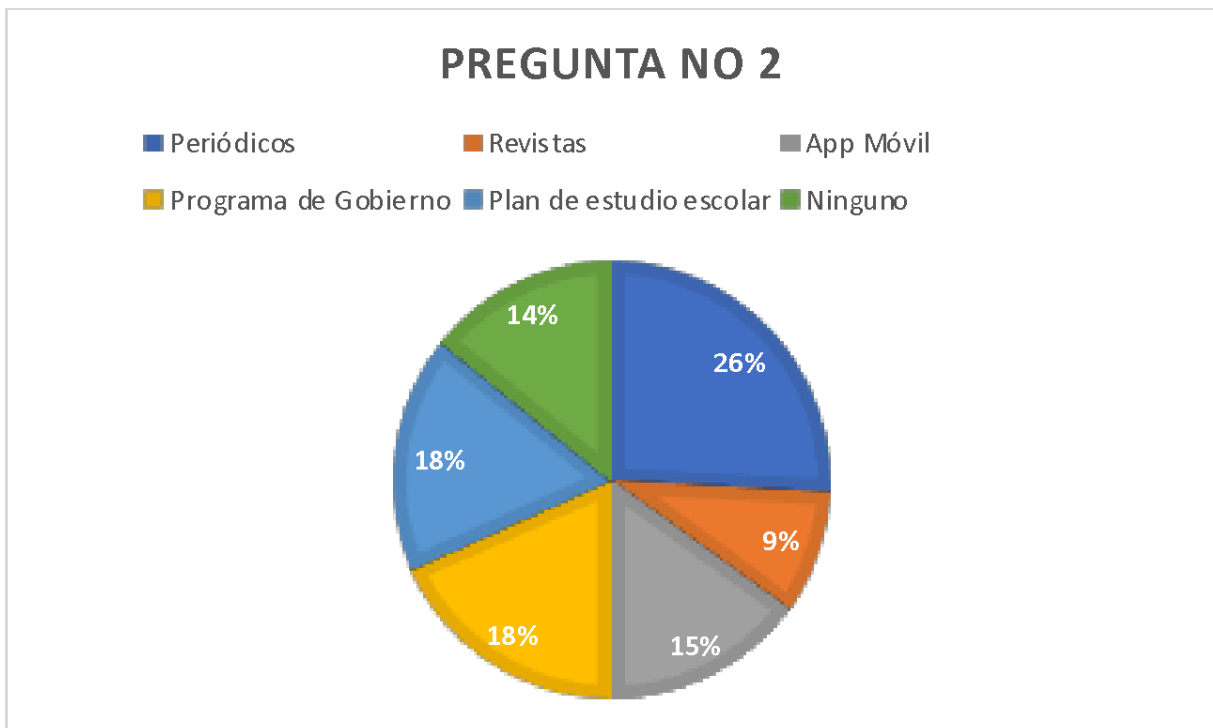


Ilustración 23 Respuestas de la pregunta No 3 de la encuesta de análisis

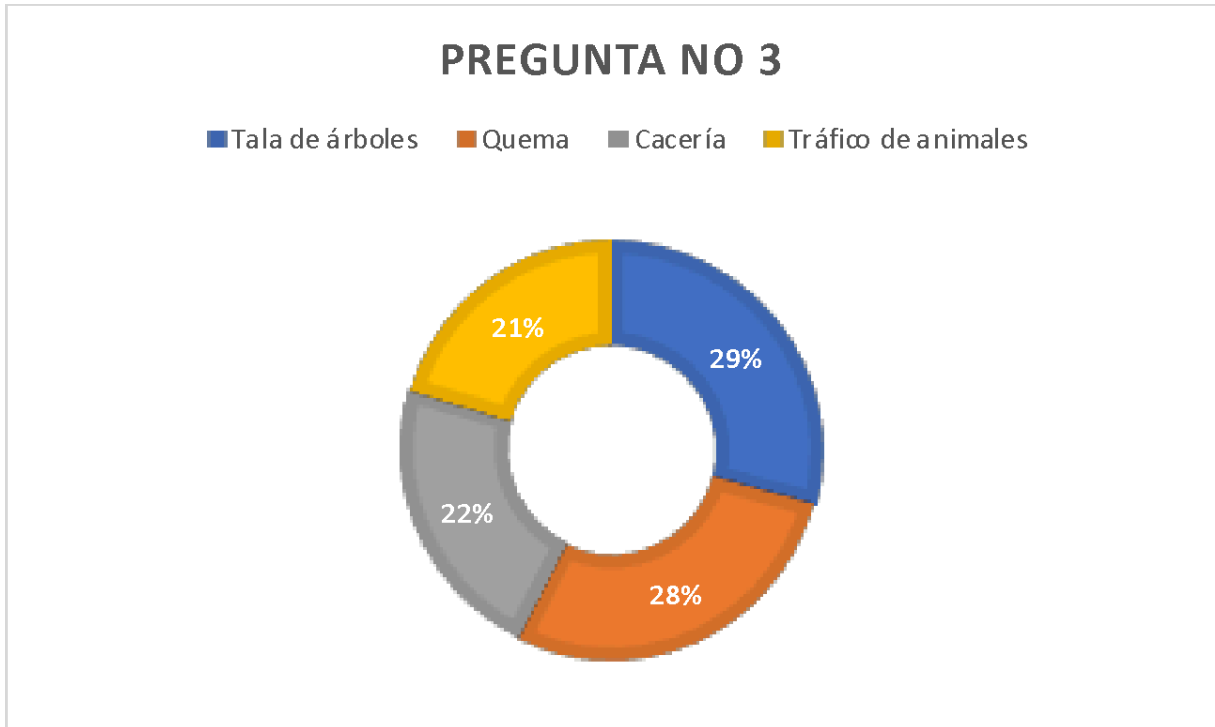


Ilustración 24 Respuestas de la pregunta No 4 de la encuesta de análisis

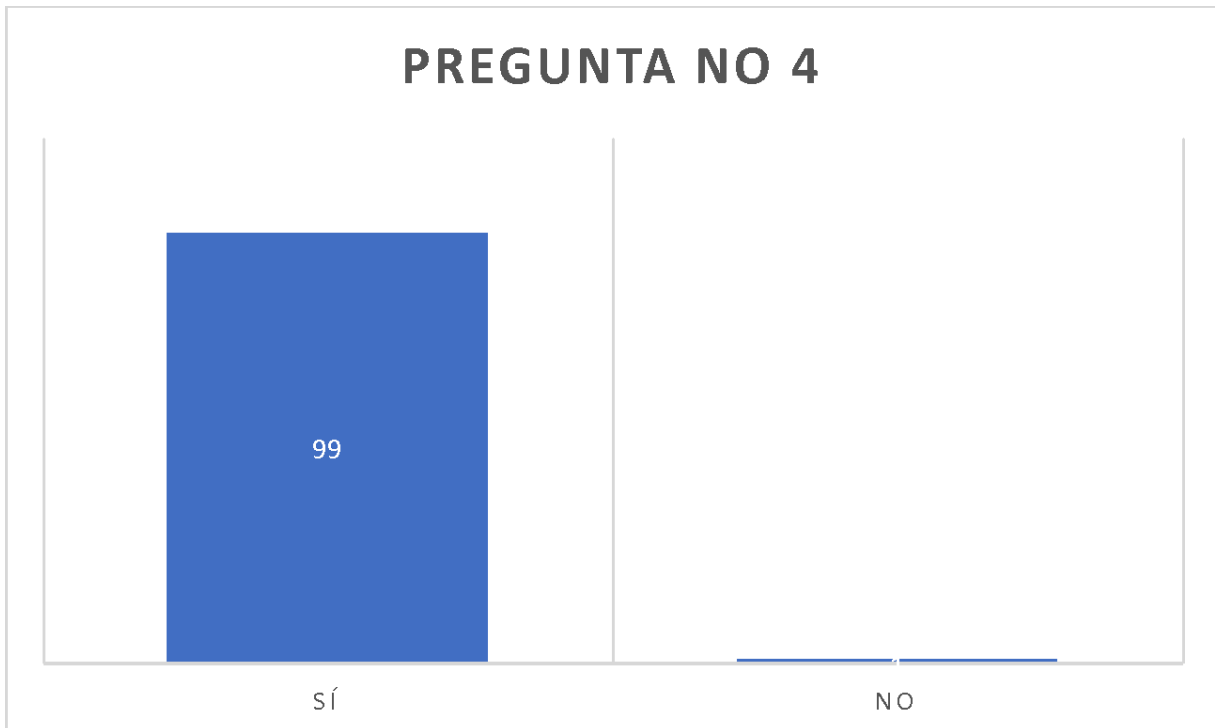


Ilustración 25 Respuestas de la pregunta No 5 de la encuesta de análisis

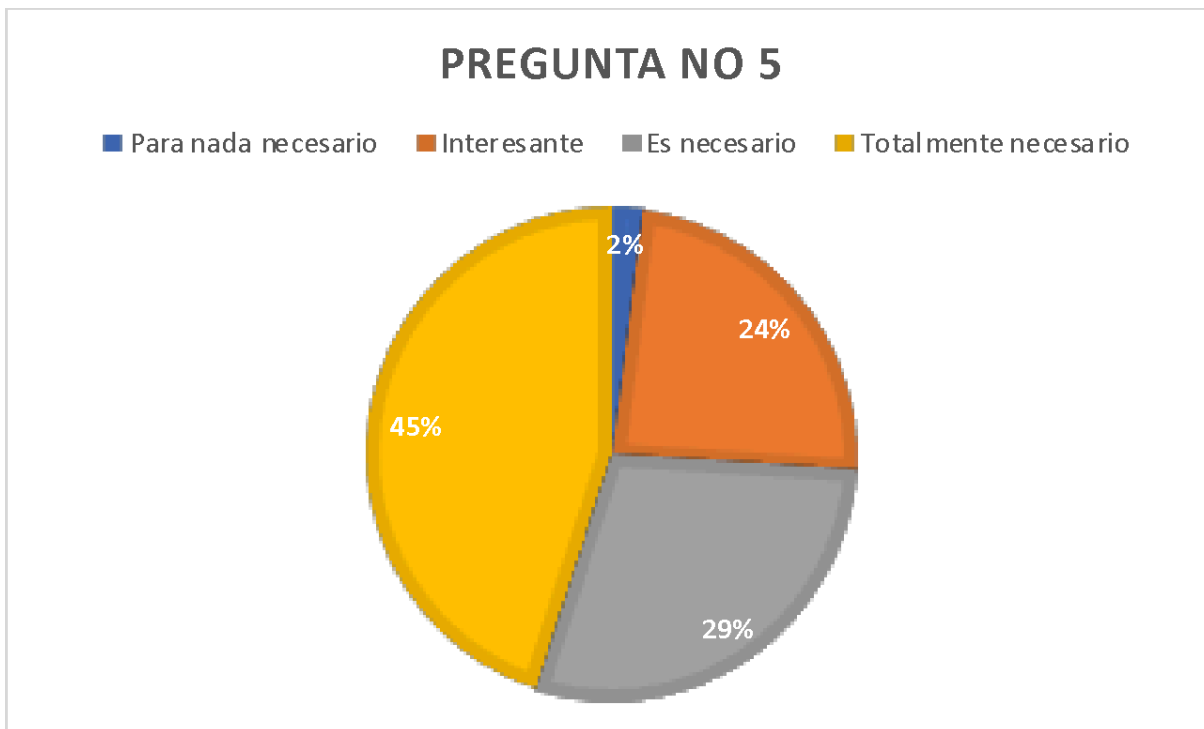


Ilustración 26 .Respuestas pregunta No 1, encuesta a profesores en fase de análisis

La identificación de un animal se refiere al tamaño, colores, forma, etc, como puede reconocerse un animal visualmente.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

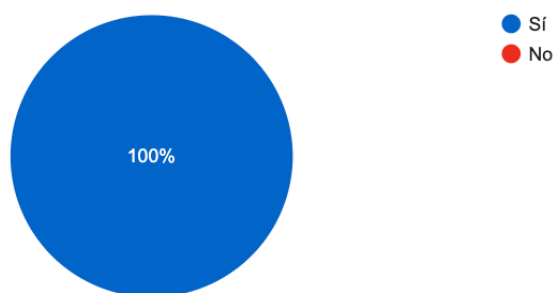


Ilustración 27 Respuestas pregunta No 2 encuesta profesores en fase de análisis.

La conservación se refiere al uso y regulación sustentable de las especies existentes, permitiendo su continuidad indefinida en el espacio que habitan.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

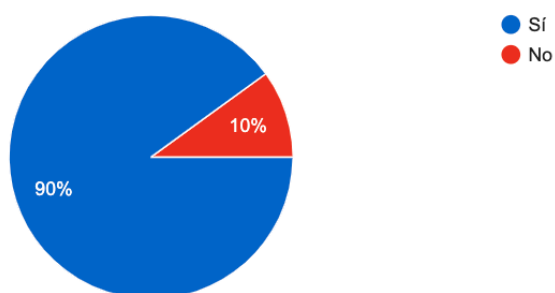
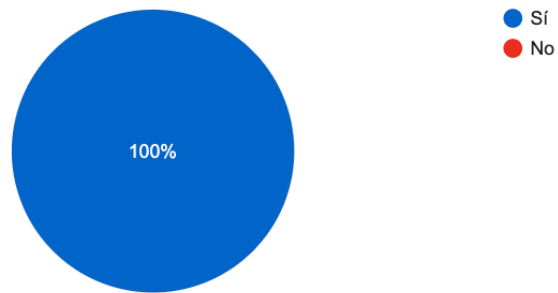


Ilustración 28 Respuestas pregunta No 3 encuesta profesores en fase de análisis.

Alimentación es la ingestión de alimento por parte de los organismos para proveerse de sus necesidades alimenticias, fundamentalmente para conseguir energía y desarrollarse.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

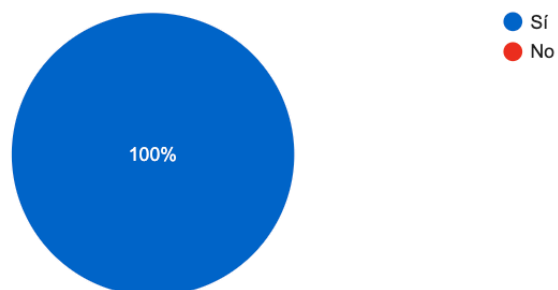


*Ilustración 29 Respuestas pregunta No 4 encuesta profesores en fase de análisis.*

El hábitat es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que una especie pueda vivir y reproducirse.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

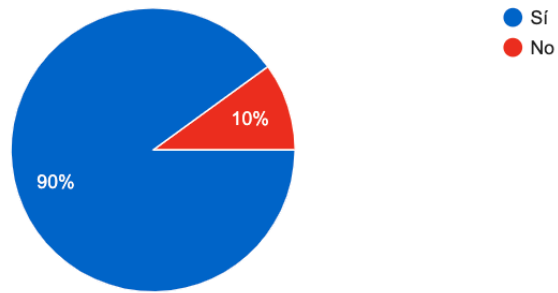


*Ilustración 30 Respuestas pregunta No 5 encuesta profesores en fase de análisis.*

La taxonomía corresponde a un sistema de clasificación de los seres vivos, permitiendo nombrarlos y clarificarlos en rangos taxonómicos.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

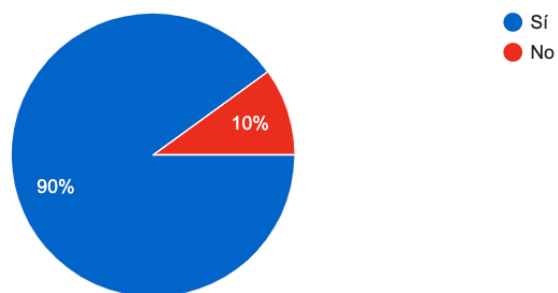


*Ilustración 31 Respuestas pregunta No 6 encuesta profesores en fase de análisis.*

Las amenazas son todas aquellas actividades que atentan contra la vida de la fauna ya sean naturales o humanas, como inundaciones, condiciones climáticas, tráfico ilegal, tala u otros.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

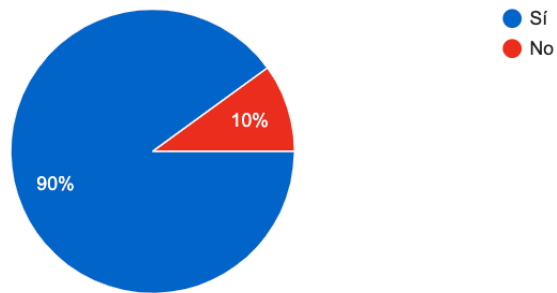


*Ilustración 32 Respuestas pregunta No 7 encuesta profesores en fase de análisis.*

El área de distribución se define como la fracción del espacio geográfico donde una especie está presente.

¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas

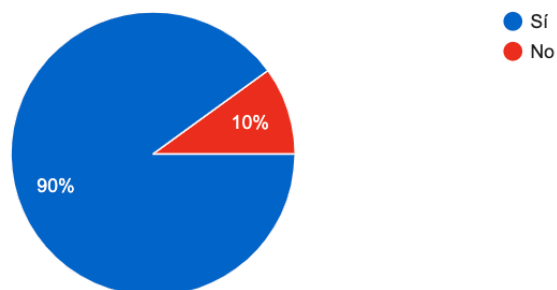


*Ilustración 33 Respuestas pregunta No 8 encuesta profesores en fase de análisis.*

Las generalidades puede entenderse como la información restante que ayude a potenciar el conocimiento acerca de una especie que haga parte de la fauna de la región (Nombres comunes, Sonidos, otros).

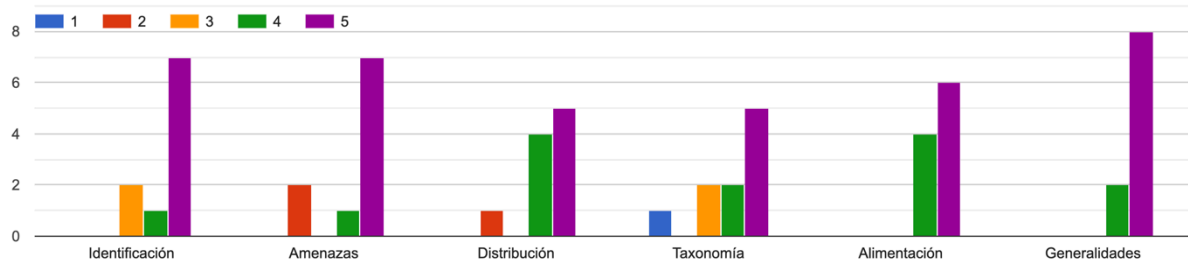
¿Considera que brindar información sobre este tema ayudaría a aprender más sobre la fauna que compone la región?

10 respuestas



*Ilustración 34 Respuestas pregunta No 9 encuesta profesores en fase de análisis.*

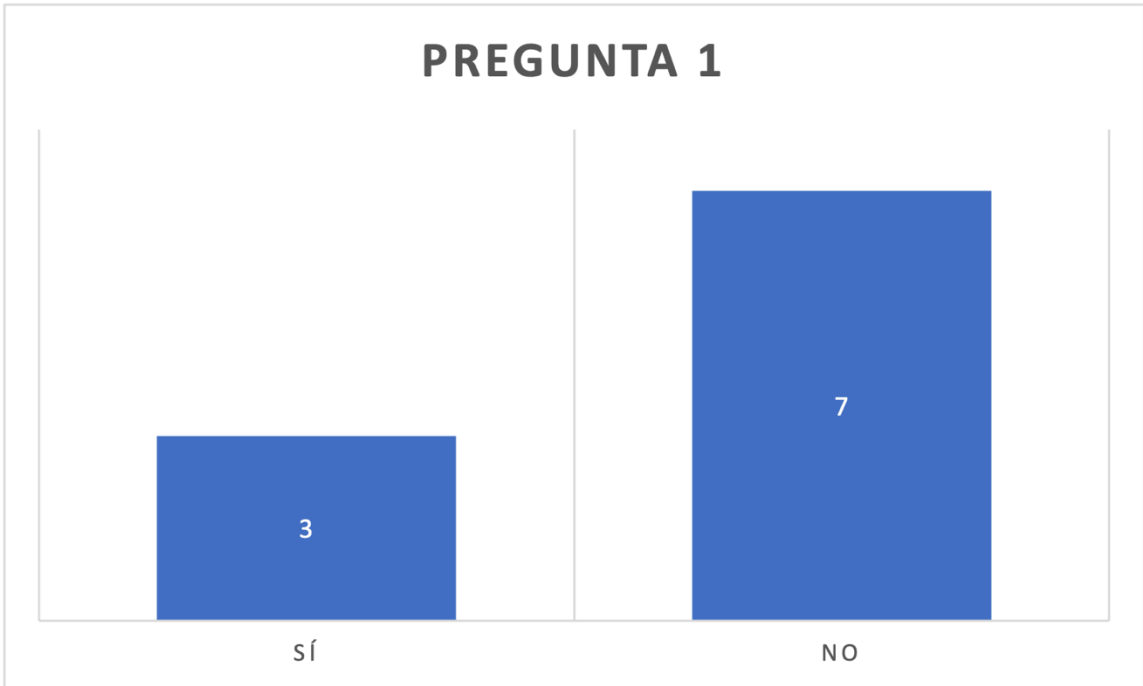
Siendo Nada Relevante el menor grado de relevancia y Totalmente Relevante el máximo ¿qué tanto considera que los siguientes temas ayudan a aprender sobre la fauna que compone la region? (Si responde desde un móvil, deslizar para ver las opciones restantes)



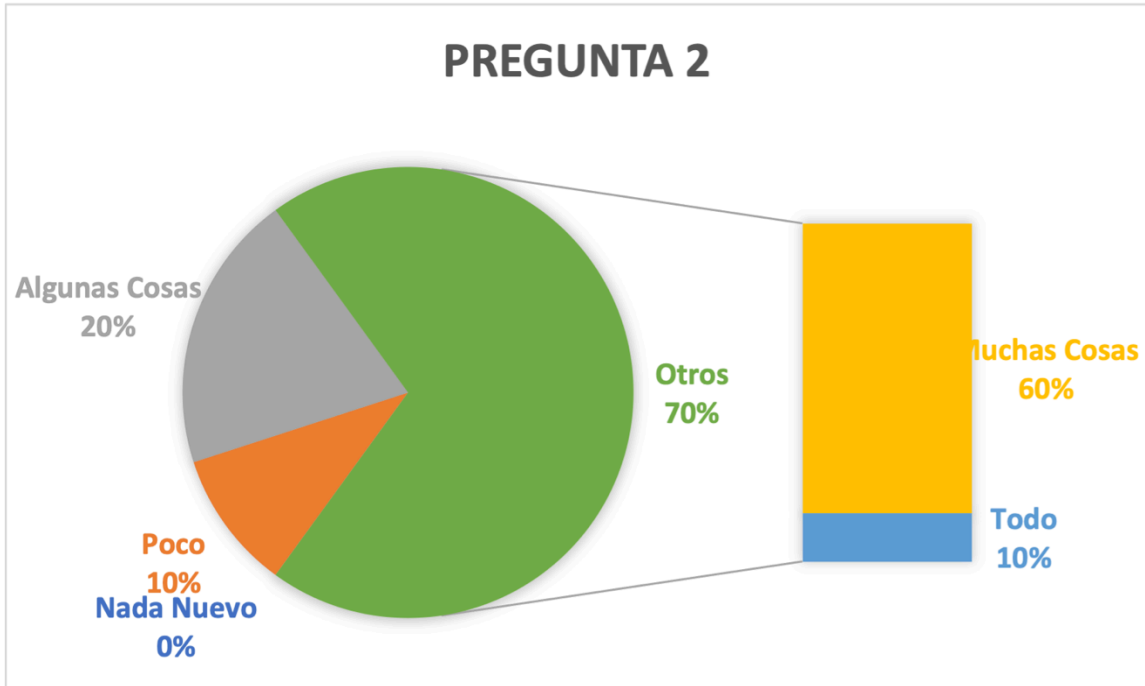
*Ilustración 35 Preguntas fase de evaluación*

<b>Pregunta</b>
¿Conocías sobre la especie Eupsitula Pertinax, comúnmente llamada loro cara sucia?
¿Consideras que la aplicación te ayudó a conocer sobre esta especie?
¿Qué tan fácil consideras que ha sido usar la app?
¿Te gustaría conocer otras especies por medio de ésta app o alguna app como esta?

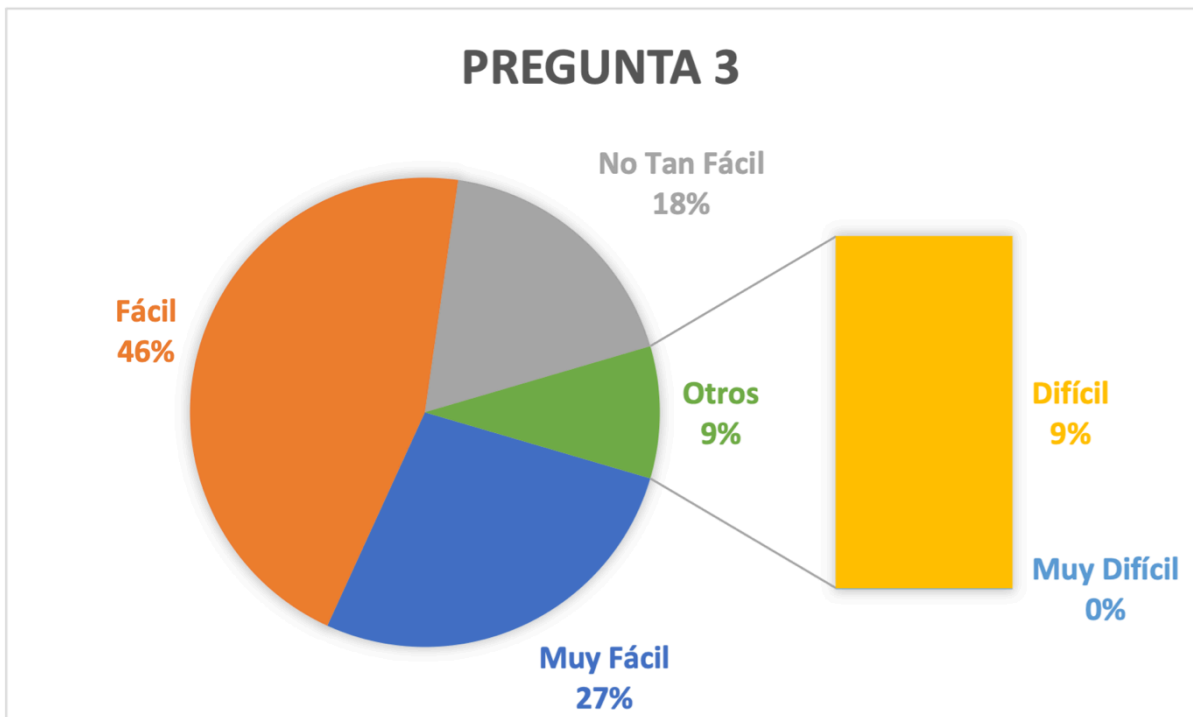
*Ilustración 36 Respuestas a pregunta No 1 en fase de evaluación*



*Ilustración 37 Respuestas pregunta No 2 fase de evaluación*



*Ilustración 38 Respuestas pregunta No 3 fase de evaluación*



*Ilustración 39 Respuestas pregunta No 4 fase de evaluación*

## PREGUNTA 4

