



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación  
Centro de Enseñanza Asistida por Computador - CENEAC

**Desarrollo de un sistema para el enriquecimiento de la información de especímenes catalogados en museos y herbarios mediante la incorporación de realidad aumentada.**

**Trabajo Especial de Grado presentado ante la  
Ilustre Universidad Central de Venezuela por  
la Br. Yunelis Jiménez Herrera (C.I. V- 20653996)  
y el Br. Ricardo Daniel Pereira Da Silva (C.I. V- 24455331)  
para optar al título de Licenciados en Computación**

**Tutores: Profa. Yusneyi Y. Carballo Barrera  
Prof. Santiago Gómez Acevedo**

**Ciudad Universitaria de Caracas, 02 de noviembre de 2018**



Universidad Central de Venezuela  
Facultad de Ciencias  
Escuela de Computación  
Centro de Enseñanza Asistida por Computador - CENEAC

## **Desarrollo de un sistema para el enriquecimiento de la información de especímenes catalogados en museos y herbarios mediante la incorporación de realidad aumentada**

### **Autores:**

Ricardo Daniel Pereira Da Silva, V-24.455.331, ricardodpds2112@gmail.com  
Yunelis Jiménez Herrera, V-20.653.996, yune.jimenezh@gmail.com

### **Tutores:**

Profa. Yusneyi Carballo Barrera, yusneyi.carballo@ciens.ucv.ve  
Prof. Santiago Gómez Acevedo, santiago.gomez@ciens.ucv.ve

**Fecha:** 02 de noviembre de 2018

## **RESUMEN**

El presente Trabajo Especial de Grado tiene como objetivo desarrollar un sistema capaz de catalogar, registrar y consultar digitalmente información de especímenes, además de, permitir la visualización de datos relevantes de los ejemplares con realidad aumentada. Usualmente, la recolección de datos se hace por algún sistema local de almacenamiento que permite la administración de las propiedades de cada especie, no obstante, los centros de investigación, museos y herbarios poseen la necesidad de optimizar el proceso de catalogación y de consultar la información desde cualquier posición geográfica. Este desarrollo colabora con el proceso de catalogación empleado en las diferentes instituciones utilizando formas más prácticas, generales e intuitivas de registrar especímenes, y consultar la información a través de una aplicación informática. Uno de los objetivos del desarrollo es permitir crear puntos de interés para conocer la ubicación de los especímenes en el campo y agregar la georreferenciación de las instituciones registradas en el sistema. Además, con la ayuda de la realidad aumentada se obtiene una mejor experiencia de usuario gracias a que se podrá acceder a los datos relevantes de cualquier ejemplar a través del escaneo de sus marcadores asociados, como lo son, códigos de barra y códigos QR. Adicionalmente, en el desarrollo se incluyen campos adicionales al registro de especímenes, ya que en ocasiones será necesario agregar atributos personalizados y para ello es importante crear estructuras flexibles, ordenadas y adaptables que lo permitan.

**Palabras Clave:** Catalogación, realidad aumentada, métodos de catalogación, estructuras flexibles, propiedades de especímenes, almacenamiento dinámico.



## ACTA

Quienes suscriben, miembros del jurado designado por el Consejo de la Escuela de Computación, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado **Desarrollo de un sistema para el enriquecimiento de la información de especímenes catalogados en museos y herbarios mediante la incorporación de realidad aumentada**, presentado por los Bachilleres Yunelis Jiménez Herrera (C.I. V-20.653.996) y Ricardo Daniel Pereira Da Silva (C.I. V-24.455.331), a los fines de optar al título de Licenciado en Computación, dejamos constancia de lo siguiente:

Leído como fue dicho trabajo, por cada uno de los miembros del jurado, se fijó el día 24 de octubre de 2018, a las 03:00 pm horas, para que los autores lo defendieran en forma pública, lo que estos hicieron en AULA PLANTA BAJA III de la Escuela de Computación, mediante una presentación oral de su contenido, luego de lo cual respondieron a las preguntas formuladas. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el jurado decidió aprobar el trabajo con la nota de 20 puntos.

En fe de lo cual se levanta la presente Acta, en Caracas el día 24 de octubre de 2018.

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Yusneyi Carballo Barrera  
Tutora Firmante

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Santiago Gómez Acevedo  
Jurado Principal

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Francisco Moreno Álvarez  
Jurado Principal

## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1. Situación Actual y Planteamiento del Problema .....	3
2. Planteamiento de la solución .....	4
3. Objetivos del Trabajo Especial de Grado .....	4
3.1. Objetivo General .....	4
3.2. Objetivos Específicos.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	6
1. Marco Conceptual.....	6
1.1. Colección biológica.....	6
1.2. Clasificación de organismos.....	8
1.3. Marcadores .....	8
1.4. Geolocalización.....	10
1.5. Realidad Aumentada (RA).....	11
1.6. Estructuras de datos.....	14
2. Antecedentes asociados a la catalogación de especímenes .....	14
3. Herramientas de Desarrollo.....	15
3.1. Marco de trabajo ( <i>Framework</i> ).....	16
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	19
1. Metodología para el desarrollo de la aplicación.....	19
2. Teoría de Scrum.....	20
3. El Equipo Scrum.....	21
4. Artefactos.....	22
5. Eventos .....	22
6. Razones que justifican la selección del marco de trabajo Scrum .....	23
CAPÍTULO IV. MARCO APLICATIVO.....	25
1. Requerimientos funcionales .....	25
2. Requerimientos no funcionales .....	25
4. Perfiles de usuario .....	26
5. Aplicación de la metodología Scrum.....	27
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	59

REFERENCIAS .....	61
ANEXOS .....	63
Anexo 1: Glosario.....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Perfiles de usuario .....	27
Tabla 2: Lista de Sprint realizados en el desarrollo del sistema.....	29
Tabla 3: Ejemplo de los servicios que se encuentran en la aplicación .....	31
Tabla 4:Tablas involucradas en la estructura de la base de datos .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Colecciones biológicas.....	7
Figura 2: Código de barra 128C .....	9
Figura 3: Código de barras QR.....	9
Figura 4: Ejemplo de Geolocalización .....	10
Figura 5: Ejemplo de realidad aumentada .....	12
Figura 6: Realidad aumentada en museos .....	13
Figura 7: Modelo de la base de datos .....	35
Figura 8: Inicio del sistema administrativo .....	36
Figura 9: Formulario del registro de un espécimen .....	37
Figura 10: Formulario del registro de una institución .....	38
Figura 11. Lista paginada de los especímenes guardados en el sistema.....	39
Figura 12: Detalle de la información de un espécimen .....	40
Figura 13: Modificación de parte de la información básica asociada a un espécimen.....	40
Figura 14: Inicio de la aplicación móvil .....	41
Figura 15: Escanear marcadores.....	42
Figura 16: Búsqueda de un espécimen .....	43
Figura 17: Búsqueda de una institución .....	44
Figura 18: Vista del detalle de un espécimen .....	45
Figura 19: Vista del mapa con la ubicación de una institución .....	46
Figura 20: Resultado de prueba de servidor: total 46 servicios, 42 éxito y 6 fallos.....	48
Figura 21: Resultado de prueba de administrador: total 14 servicios, 11 éxito y 3 fallos.....	48
Figura 22:Resultado de prueba de la aplicación móvil: total 10 servicios, 8 éxito y 2 fallos .....	49
Figura 23: Ejemplo de las instrucciones suministradas para las pruebas de aceptación del sistema administrativo y su respuesta correspondiente .....	50
Figura 24: Ejemplo de las instrucciones suministradas para las pruebas de aceptación de la aplicación móvil y su respuesta correspondiente .....	51
Figura 25: Pruebas de aceptación (1) .....	53
Figura 26: Pruebas de aceptación (2) .....	54
Figura 27: Pruebas de aceptación (3) .....	55
Figura 28: Pruebas de aceptación (4) .....	56

## INTRODUCCIÓN

Durante años la identificación de especímenes en instituciones como museos y herbarios se ha realizado siguiendo las reglas taxonómicas de Carlos Linneo (Linneo, 1735), quien creó el Sistema de Clasificación de los seres vivos basado en una serie de categorías establecidas según criterios morfoanatómicos. Actualmente, el desarrollo de nuevas tecnologías, ha permitido perfeccionar estas técnicas, introduciendo criterios moleculares basados en análisis de ADN (Ácido Desoxiribonucleico) (Gonzalez, 2011).

Anteriormente se almacenaban los datos en programas con curvas de aprendizaje altas y poco intuitivas para los investigadores del campo biológico, además de, carecer de un nivel de respaldo aceptable manteniendo la información en un repositorio local corriendo el riesgo de perder la data en caso de tener fallas en los equipos que la almacenan. No obstante, el avance de estructuras de datos ha permitido un mejor orden y gestión de la información.

Por otra parte, la consulta de la información de los ejemplares se efectuaba con técnicas poco eficientes como lo son búsquedas en libros, fichas o programas de gestión de datos; sin embargo, con el apoyo de las tecnologías actuales se ha logrado enriquecer dichas técnicas, acelerando los procesos científicos como, por ejemplo: captura de datos, almacenamiento y acceso a la información de manera eficaz.

Es importante destacar que, la catalogación de especímenes se define como el proceso de registro de metadatos de un individuo en particular. Además, este proceso se puede realizar de diversas formas dependiendo de la institución, pero, generalmente se tiene en cuenta las reglas taxonómicas de Linneo como base.

Con el paso del tiempo se han desarrollado distintas técnicas para obtener datos particulares mediante herramientas de consulta basadas en identificadores o códigos específicos. En el ámbito de la catalogación, éstos identificadores deben ser unívocos para cada muestra, además, existen marcadores que podrían facilitar la consulta de los especímenes, tales como: códigos de barra y códigos QR e incluso puntos de interés asociados a una ubicación geográfica. Consecuentemente, la tecnología ha brindado acceso a otras herramientas, una de ellas es la realidad aumentada, la cual permitiría visualizar información adicional al escanear un marcador utilizando un dispositivo móvil.

El presente Trabajo Especial de Grado, tiene como propósito desarrollar un sistema para el enriquecimiento de la información de especímenes catalogados en museos y herbarios mediante la incorporación de realidad aumentada.

Se desarrolló un sistema de registro de especímenes que brinda la posibilidad de registrar, consultar, eliminar y modificar la información de cada ejemplar, además de, incorporar campos personalizables, registrar códigos de barra e incluir archivos multimedia que podrán ser visualizados desde un dispositivo móvil. Para esto se utilizó un conjunto de tecnologías que facilitaron el avance del proyecto, entre ellas están: para la elaboración de la aplicación móvil, el marco de trabajo Ionic (desarrollado en el lenguaje JavaScript), para la elaboración del sistema web administrativo el marco de trabajo Vue.js (desarrollado en el lenguaje JavaScript), para el desarrollo del servidor el marco de trabajo Lumen (desarrollado en el lenguaje PHP), MySQL (Sistema manejador de Base de Datos) y la metodología ágil de desarrollo de software Scrum.

Este documento se encuentra estructurado de la siguiente manera:

En el capítulo I se describe la situación actual, el planteamiento del problema, la propuesta de solución, los objetivos de la investigación, el alcance del Trabajo Especial de Grado (TEG) y los usuarios potenciales del sistema.

En el capítulo II se describen los antecedentes del trabajo, la definición de conceptos relacionados al mismo y las herramientas utilizadas para el desarrollo.

En el capítulo III se describe la metodología aplicada durante el desarrollo del TEG y la justificación de su uso.

En el capítulo IV se describe el marco aplicativo en el cual se encuentran listadas las tecnologías utilizadas en el proyecto, perfiles de usuario del sistema, requerimientos funcionales y no funcionales, la aplicación de la metodología Scrum en el desarrollo, el análisis del modelo de datos, las principales interfaces tanto de la aplicación web como de la móvil y las pruebas realizadas con los resultados obtenidos.

Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## **CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1. Situación Actual y Planteamiento del Problema**

Actualmente la consulta de especímenes en muchos centros biológicos y centros de estudio como herbarios, museos y colecciones, se realiza mediante búsquedas personalizadas y sencillas dependiendo de la categoría, nombre o características que estén establecidas en dichos centros de catalogación.

En las últimas décadas se han realizado estudios en base a la identificación de animales y plantas por medio de códigos ADN. Esta iniciativa propone emplear información dentro de una misma región génica, en todas las especies vivientes y con condiciones de secuenciación universalmente aceptadas y estandarizadas. Estos estudios científicos no pretenden sustituir la taxonomía alfa, sino agilizar las tareas de identificación apoyando los estudios convencionales morfoanatómicos. (Altamirano & Yáñez, 2016).

Por otro lado, la mayoría de estos centros de estudio almacenan la información de los especímenes mediante códigos personalizados. También se rigen por procesos de catalogación, definidos como la manera en la que se incorpora la información asociada a un ejemplar, previamente identificado y clasificado, a un repositorio de datos, para facilitar el almacenamiento y la investigación de cada uno de ellos.

Sin embargo, dependiendo de la región en la cual se encuentre el centro de estudio, el procedimiento de identificación y registro puede cambiar.

Lo expuesto anteriormente genera una dificultad al momento de realizar una investigación colaborativa entre establecimientos académicos situados en diferentes partes del mundo.

Cabe destacar que existen diversas páginas web de los ya mencionados centros de estudio, los cuales poseen gran variedad de especímenes catalogados por región y dependiendo de la categoría a la cual pertenecen. En estos sitios web se puede hacer la búsqueda por países, regiones o propiedades específicas que poseen los animales, plantas, rocas o incluso minerales estudiados anteriormente.

Cada estructura de almacenamiento en estos sitios es distinta y posee diferencias entre los campos que son o no obligatorios para cada especie. Debido a esto, al momento de realizar una inserción en algún sitio web (para los científicos), en algunos casos deben recurrir a obviar parámetros importantes de un centro a otro, y como consecuencia se tiene una falta de homogeneidad en las estructuras que se utilizan para almacenar la información, sean fichas de catalogación, metadatos, planillas o bases de datos.

Finalmente, la problemática detectada radica en la dificultad para realizar una investigación en la que participen diferentes entes, como museos o centros de investigación situados en distintas localidades geográficas ya que las estructuras de almacenamiento en estos lugares suelen tener muchas diferencias causando falta de homogeneidad en las estructuras que se utilizan para almacenar la información, dificultando la búsqueda de características relacionadas a los especímenes previamente catalogados y almacenados en el sistema.

## **2. Planteamiento de la solución**

Como se ha expuesto anteriormente, la catalogación de especímenes abarca una gran cantidad de métodos y estándares que permiten describir y realizar estudios sobre los diferentes ejemplares. Para ello, en este planteamiento se define la creación de una aplicación tanto móvil como web que incluye un estándar de catalogación dinámico y flexible. Además, permite la consulta de la información previamente incluida en la base de datos, mediante técnicas de geolocalización, realidad aumentada y consulta particular basada en nombre o códigos asignados.

La flexibilidad del sistema se basa en agregar campos admitiendo más detalle en la información de los especímenes. Éste desarrollo permite realizar el proceso de manera más personalizada y como consecuencia se logra unificar los procesos de catalogación.

El sistema estará apoyado en técnicas de realidad aumentada ya que al momento de leer un código de barra o código QR (marcadores), se mostrará de manera interactiva información básica asociada al ejemplar como lo es el nombre científico, la descripción y el nombre del catalogador. El proceso de capturar un código, permitirle al usuario ver más detalles del espécimen o escanear un código diferente para alternar los datos que se visualizarán en la pantalla. Además, brindar la posibilidad de realizar consultas simples y avanzadas de especímenes.

Por otro lado, estará basado en las herramientas de geolocalización que ayuden a conocer la ubicación de ejemplares en el campo e instituciones biológicas que posean especímenes asociados en la aplicación.

Cabe destacar que el desarrollo de esta aplicación se regirá por el sistema de clasificación taxonómica convencional para la catalogación, dejando abierta la posibilidad de agregar características o información adicional asociada a un espécimen o muestra en particular.

## **3. Objetivos del Trabajo Especial de Grado**

### **3.1. Objetivo General**

Desarrollar una aplicación que permita catalogar especímenes y enriquecer su información mediante incorporación de realidad aumentada y geolocalización.

### **3.2. Objetivos Específicos**

1. Aplicar la metodología de desarrollo ágil Scrum para la creación de la aplicación
2. Crear estructuras adaptables y dinámicas que permitan el manejo flexible de los datos.
3. Emplear las herramientas seleccionadas para el desarrollo de aplicaciones móviles y web.
4. Utilizar las tecnologías predilectas para el uso de la realidad aumentada, geolocalización y marcadores.
5. Realizar validaciones, pruebas unitarias y pruebas de integración para asegurar el correcto funcionamiento de la aplicación.

#### **4. Alcance del Trabajo Especial de Grado (TEG)**

El alcance del TEG es crear una aplicación de catalogación para el enriquecimiento de la información de especímenes, asegurando su funcionalidad y operatividad; concediendo al investigador la posibilidad de editar, crear, actualizar, eliminar, listar, consultar y respaldar los datos de los especímenes de interés, además, permitir a personas naturales consultar dichos ejemplares mediante búsqueda habitual o con técnicas de geolocalización, realidad aumentada y marcadores. La realidad aumentada será aplicada cuando se requiera consultar un espécimen mediante un código de barra o código QR y se mostrarán en la pantalla los detalles y la posibilidad de ver más información del ejemplar.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente capítulo se describirá detalladamente cada uno de los elementos que serán utilizados directa o indirectamente en el desarrollo del sistema e incluso se definirá las relaciones más significativas entre ellos.

### 1. Marco Conceptual

#### 1.1. Colección biológica

Una colección biológica es un banco de datos que funciona como representación del patrimonio natural de un país o región, constituyen un archivo histórico de utilidad múltiple donde la preservación de especímenes y su información asociada sirven como base para estudios taxonómicos, sistemáticos, ecológicos, filogenéticos, biogeográficos, de genética de poblaciones y conservación (Juárez, 2016). Por otro lado, Alcolado (2001) define de la siguiente manera: “Colecciones Biológicas: conjunto de organismos, o partes de éstos, organizados con el fin de proporcionar informaciones sobre la procedencia, colecta e identificación de cada uno de sus especímenes. Se refiere a la custodia de objetos disímiles de origen natural separados de su medio y a diferentes tipos de colecciones vivas, ya sean Jardines Botánicos, Zoológicos, Acuarios y Ceparios y hasta reservas bióticas de diferentes categorías”.

Las colecciones biológicas son de muchos tipos, con múltiples funciones y usos, directamente relacionados con la institución a la que representan y a la comunidad a la cual va dirigida. Constituyen la fuente básica de las investigaciones biológicas. Los fondos en ellas depositados conforman la piedra angular de los estudios taxonómicos, biogeográficos, evolutivos y de biodiversidad, además de ser consulta obligada en inventarios, evaluaciones de áreas y diseño de estrategias para la protección y manejo de ecosistemas naturales.

La colección biológica es de gran importancia al momento de la catalogación de especímenes tanto los ya identificados como los nuevos. Es de vital importancia que los bancos de datos que posean dicha información sean confiables y robustos además de bien estructurados.

##### 1.1.1. Tipos de colecciones biológicas

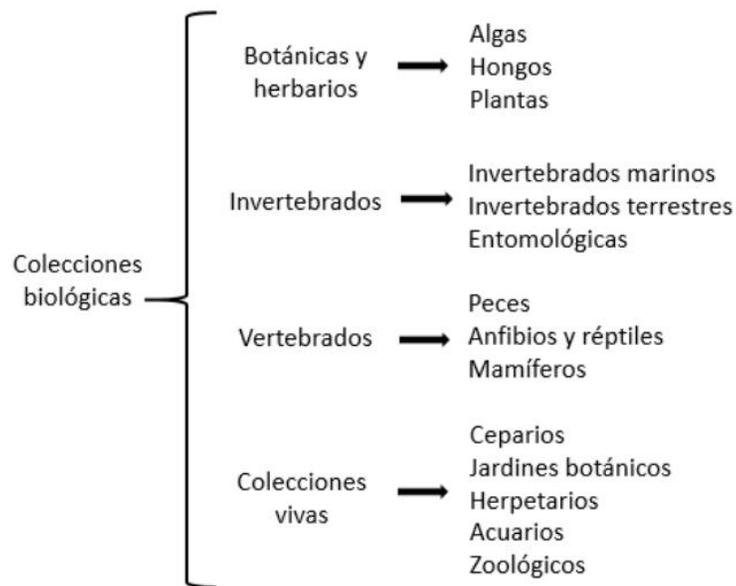
El manejo de la información biológica en una colección se representa de tres formas según el método de conservación, en la Figura 1: Colecciones biológicas se muestran los tipos según su clasificación Alcolado (2001):

**Ejemplares en seco:** divididos en tres categorías:

- **Categoría 1.** Piel de aves, mamíferos y algunos reptiles, pieles montadas en taxidermia, trofeos, invertebrados montados en alfileres, nidos de aves e insectos, excicatas y la mayoría de los ejemplares botánicos.
- **Categoría 2.** Huesos con excepción de fósiles.
- **Categoría 3.** Conchas, conchas de cangrejos.

**Ejemplares en líquido:** Animales y plantas, organismos enteros o partes, preparaciones histológicas, enteras o partes y piedras, fósiles, minerales.

**Documentación:** Archivos en papel, archivos en película y cinta, archivos electrónicos y moldes.



*Figura 1: Colecciones biológicas*

**Fuente:** (Juárez, 2016)

### 1.1.2. Importancia de una colección biológica

Las colecciones biológicas constituyen una fuente invaluable del conocimiento de nuestra riqueza natural. Estos archivos resguardan en su mayoría la evidencia del conocimiento que se tiene de los recursos bióticos. En la actualidad las colecciones significan un apoyo importante para el avance científico y más aún cuando se encuentran en áreas donde la diversidad de formas de vida es muy grande (Díaz, 1998).

Las colecciones son un banco de información para el análisis de especies, inclusive las que se encuentran en riesgo o en peligro de extinción, esta última evita la necesidad de coleccionar y sacrificar a los individuos para su estudio. Según Juárez (2016), las colecciones biológicas son un acervo invaluable para diferentes usos como:

- **Investigación:** taxonomía, sistemática, evolución, estudios de modelos predictivos de la biodiversidad del planeta, investigaciones sobre el ambiente, ecología de las especies, estudios de químicos ambientales, investigaciones biomédicas, bioquímicas y bioprospección, estudios moleculares, cladísticos y estudios sobre biodiversidad.
- **Difusión:** permite demostrar al público por medio de exhibiciones, publicaciones y otras actividades el uso de las colecciones y sus datos y de esta manera ubicarlas como patrimonio nacional en el mismo nivel que se encuentran las colecciones de historia y de arte.

- **Docencia:** apoyar a las actividades de docencia en los temas relacionados con los especímenes, sus lugares de origen, relaciones ecológicas, anatomía, y su biología en general (Juárez, 2016).

## 1.2. Clasificación de organismos

La clasificación de organismos está íntimamente relacionada a la taxonomía. La taxonomía biológica es una rama de la biología que se ocupa de la identificación y nomenclatura de los organismos. En sentido general, taxonomía es la ciencia de la clasificación. De acuerdo a su origen etimológico griego: taxis significa “ordenamiento” y nomos “regla o norma” (Que Significado, 2018).

Una de las primeras clasificaciones taxonómicas la hizo Aristóteles separando los animales de los vegetales. Además, clasificó los animales en aquellos que tenían sangre y los que no, los que se arrastraban de los que no, etc. A pesar de la clasificación de Aristóteles, y de otras clasificaciones después de la suya, la biología considera al padre de la taxonomía moderna a Carlos Linneo (S. XVIII), un botánico sueco que desarrolló el modelo de clasificación actual de los seres vivos (Ciencias Naturales, s.f.) (Linneo, 1735).

Cada especie se identifica, según el método de Linneo, con un nombre en latín que consta de dos palabras. La primera de ellas, con su inicial en mayúscula, corresponde al género al que pertenece la especie. La segunda, en minúscula, puede hacer referencia a varias cosas diferentes, por ejemplo, a alguna característica de la especie, a su descubridor, a su hábitat, etc. Esta segunda palabra siempre ha de ir acompañada de la primera, pues por sí sola no indica la especie (Ciencias Naturales, s.f.) (Radford, 1974).

La clasificación de organismos ha sido el pilar fundamental al momento de identificar un ser vivo, la gran cantidad de ejemplares que pueden pasar por este proceso es abrumadora, por tanto, al lograr determinar propiedades específicas y recurrentes entre algunos de ellos es de gran impacto.

## 1.3. Marcadores

El concepto de marcadores o códigos de barra fue desarrollado por Norman Joseph Woodland, quien dibujó una serie de líneas en la arena para recrear el código morse, y Bernard Silver. Una patente fue otorgada en 1966 y NRC fue la primera compañía en desarrollar un escáner comercial para leer la simbología del código de barra. Un paquete de goma de marcas de Wrigley fue el primer artículo escaneado, en el supermercado Marsh en Troy, Ohio, la ciudad natal de NRC (GS1, 1973).

Se denominan marcadores a todas las formas de obtener información a través de códigos, representaciones, imágenes, entre otros. Los más conocidos son los códigos de barra con los cuales se busca, mediante una representación de líneas, un identificador que facilite la obtención de datos.

### 1.3.1. Tipos de códigos de barra

**128C:** es un formato de código de barras lineal apilado utilizado en variedad de aplicaciones, principalmente transporte, tarjetas de identificación y gestión de inventario (Keyence, 1981), un ejemplo claro de este tipo de código se encuentra en la Figura 2: Código de barra .



*Figura 2: Código de barra 128C*

**Fuente:** (Keyence, 1981)

Algunas características del código de barra 128C son:

- Incluye todos los caracteres ASCII.
- El código Code 128 no solo es versátil, sino también compacto, capaz de almacenar una mayor cantidad de datos que un código de barras estándar en la misma cantidad de espacio.
- Es un código de barras que posee mayor densidad que la mayoría de los demás códigos, pero también es el más versátil en la categoría 1-D (Keyence, 1981).

**Código QR:** Es un módulo para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional Figura 3. La matriz se lee en el dispositivo móvil por un lector específico (lector de QR) y de forma inmediata nos lleva a una aplicación en internet y puede ser un mapa de localización, un correo electrónico, una página web o un perfil en una red social (Vega, 2011).



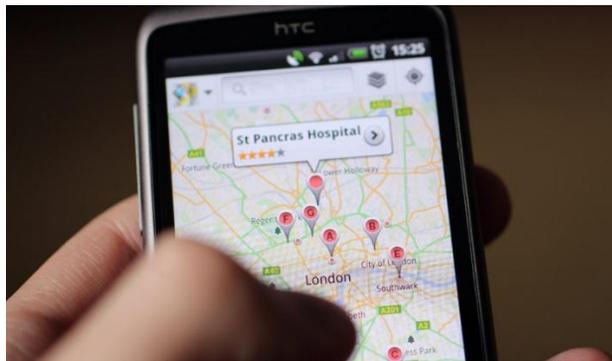
*Figura 3: Código de barras QR*

**Fuente:** (Vega, 2011)

Los códigos QR también pueden leerse desde computadores personales, teléfonos inteligentes o tabletas mediante dispositivos de captura de imagen como escáneres o cámaras de fotos, programas que lean los datos QR y una conexión a Internet para las direcciones web.

#### 1.4. Geolocalización

La geolocalización es la capacidad para obtener la ubicación geográfica real de un objeto, como un radar, un teléfono móvil o un ordenador conectado a Internet. Normalmente, las aplicaciones de geolocalización hacen dos cosas: informan su ubicación a otros usuarios y asocian ubicaciones del mundo real (como restaurantes y eventos) a su ubicación. Las aplicaciones de geolocalización que se ejecutan en dispositivos móviles, como en la Figura 4, brindan una experiencia más rica que las que se ejecutan en las PC de escritorio porque los datos relevantes que envía y recibe cambian a medida que cambia su ubicación ya que tienen la capacidad de comunicación GPS con los satélites del sistema. (López, 2016).



*Figura 4: Ejemplo de Geolocalización*

**Fuente:** (López, 2016)

También se puede definir como un concepto que hace referencia a la situación que ocupa un objeto en el espacio y que se mide en coordenadas de latitud (x) y longitud (y). Es una herramienta que permite obtener la ubicación geográfica real de cualquier tipo de objeto o persona, esto se realiza a través de, por ejemplo, un dispositivo móvil o un computador conectado a internet, el término geolocalización está intrínsecamente ligado al uso de sistemas de posicionamiento, teniendo mayor énfasis en una determinada posición significativa (Ionescu, 2010).

En líneas generales, la geolocalización permite identificar puntos específicos en un mapa virtual estructurado por nodos, lo que abre un gran campo de posibilidades a la hora de realizar mercadeo o posicionamiento específico. Principalmente, en el contexto de la catalogación de especímenes, se podría definir sus ubicaciones mediante puntos de interés en el mapa, incluidas las instituciones que se encargan de investigar y analizar dichos ejemplares.

##### 1.4.1 Usos

**Localizar la información en un mapa:** localizar un recurso, empresa u organización en un mapa, colocar un elemento sobre un mapa que lo contextualice con su entorno.

**Programar acciones:** programar acciones en Internet para que se ejecuten en función de la localización de una persona en el espacio, de forma que se automatice una información a partir de dónde se encuentre en un momento dado.

**Proteger la privacidad:** identificar la información sobre la geolocalización que se da en Internet para proteger la privacidad del usuario y de los datos de localización que quiera compartir en Internet.

#### **1.4.2 Importancia de la geolocalización**

La geolocalización es una poderosa forma de localizar sitios, eventos e incluso personas que lo permitan, además, en el caso de dispositivos móviles permite agregar funcionalidades directas. Esto último, hace posible que se realicen cada vez más aplicaciones personalizables Beltrán (López, 2016).

En el campo de la biología, la palabra de geolocalización también se emplea para referirse al seguimiento de la migración de animales y plantas. Por años los científicos han estado siguiendo o rastreando animales y las formas en que migran. Muchos lo han hecho por investigación, algunos lo han hecho para ayudar a los animales y para monitorearlos. Basado, por ejemplo, en el historial de tiempo de luz solar, la temperatura del agua o la profundidad, medida por un instrumento unido al animal. Son empleados instrumentos como los microchips implantados o el seguimiento por satélite (Today, 2006).

#### **1.5. Realidad Aumentada (RA)**

La realidad aumentada es una tecnología derivada de la realidad virtual que, a diferencia de ésta, no consiste en generar un entorno virtual separado de la realidad, sino que se caracteriza por insertar objetos o gráficos virtuales en un entorno real. Aquí el individuo no queda inmerso en un mundo virtual, sino que mejora o aumenta el espacio que le rodea con elementos generados por ordenador que complementan la realidad. Las posibilidades que ofrece la tecnología de realidad aumentada en espacios expositivos y patrimoniales han crecido exponencialmente en los últimos años debido a su gran atractivo para el público, constituyendo un importante recurso dentro de sus programas museográficos más vanguardistas (Ruiz Torres, 2013).

La realidad aumentada también supone la incorporación de datos e información digital en un entorno real, por medio del reconocimiento de patrones que se realiza mediante un software. En otras palabras, es una herramienta interactiva que está dando sus primeros pasos alrededor del mundo y que en unos años se verá en todas partes, sorprendiendo y alcanzando todas las disciplinas: videojuegos, medios masivos de comunicación, arquitectura, educación e incluso en la medicina. Llevará un mundo digital inimaginable al entorno real.

Las posibilidades de adaptación de la realidad aumentada a las diferentes actividades cotidianas y a los sectores y ámbitos empresariales son muchas y muy amplias. Y es que precisamente aquí es donde radica todo su potencial. En la actualidad, la gran parte de las iniciativas de realidad aumentada, se han centrado en el ámbito del ocio y el marketing, pero es

previsible que se extiendan a otras áreas a medida que la tecnología madure y se simplifique todavía más (Telefónica, 2011).

Principalmente, la realidad aumentada permite agregar componentes gráficos a la pantalla mientras se presenta un entorno real (la cámara de los dispositivos), en ámbitos de catalogación de especímenes, la realidad aumentada podría darse a través de un código de barra o código QR y al identificarlo, se agregarían componentes gráficos asociados al ejemplar analizado con información e imágenes relacionadas.

### 1.5.1. Dispositivos de RA

Los dispositivos de realidad aumentada normalmente constan de cascos o gafas y un sistema de visualización para mostrar al usuario la información virtual que se añade a la real, como en la Figura 5. El *Headset* lleva incorporados sistemas de GPS, necesarios para poder localizar con precisión la situación del usuario. Los dos principales sistemas de visualización empleados son la pantalla óptica transparente y la pantalla de mezcla de imágenes. Tanto uno como el otro usan imágenes virtuales que se muestran al usuario mezcladas con la realidad (Figura 6) o bien proyectadas directamente en la pantalla (Ruiz Torres, 2013).



*Figura 5: Ejemplo de realidad aumentada*

**Fuente:** (Ruiz Torres, 2013)



*Figura 6: Realidad aumentada en museos*

**Fuente:** (Sierra, 2017)

Los sistemas de realidad aumentada modernos utilizan una o más de las siguientes tecnologías: cámaras digitales, sensores ópticos, acelerómetros, GPS, giroscopios, etc. El hardware de procesamiento de sonido podría ser incluido en los sistemas de realidad aumentada. Los sistemas de cámaras basadas en realidad aumentada requieren de una unidad CPU potente y gran cantidad de memoria RAM para procesar imágenes de dichas cámaras (Telefónica, 2011)

### **1.5.2. Diferencias entre Realidad Aumentada (RA) y Realidad Virtual (RV)**

- La realidad virtual "traslada" al usuario a una realidad diferente de la suya: permite viajar en el tiempo y el espacio, volar o sumergirse en el océano. Ofrece una experiencia en un mundo paralelo y diferente en el que puede interactuar. En el caso de la realidad aumentada se aprovecha el entorno más cercano del usuario para ofrecerle información digital sobre el mundo real, complementando lo que percibe a través de sus sentidos (Realidad-virtual y realidad aumentada, 2016).
- La tecnología sobre la que se basa la realidad virtual es la antigua metodología de la estereoscopia: en ella se muestra una imagen ligeramente diferente a cada ojo, ofreciendo así una sensación tridimensional. Se requiere un dispositivo que aísla visualmente al usuario del mundo real. Además de los efectos visuales, se conecta también a unos guantes y permite interactuar con la realidad, tocando objetos o realizando otras acciones. La realidad aumentada no necesita de un dispositivo llevado por el usuario. En ocasiones puede ser el teléfono móvil o una pantalla interactiva los que ofrezcan la posibilidad de iniciar la realidad aumentada en el lugar donde se encuentre el usuario. No obstante, algunas empresas sí están desarrollando dispositivos específicos de realidad aumentada para hacer la experiencia más interactiva.
- Mientras la realidad virtual está ahora limitada al entretenimiento digital, la realidad aumentada ha encontrado aplicaciones en campos como el deporte, la

medicina y la información. En el campo médico, permite por ejemplo visualizar los vasos sanguíneos, proyectándose sobre la piel para facilitar el trabajo del personal sanitario. La AR tiene además usos educativos (Realidad-virtual y realidad aumentada, 2016).

## **1.6. Estructuras de datos**

Se puede definir como una forma particular de organizar los datos en una computadora, con un fin establecido. Las estructuras de datos son utilizadas para manejar grandes cantidades de datos de manera eficiente para usos tales como bases de datos o algoritmos determinados. Normalmente, pueden ser de dos tipos, estructuras estáticas y estructuras dinámicas.

### **1.6.1. Estructuras estáticas**

Son aquellas en las que el tamaño ocupado en memoria se define antes de que el programa se ejecute y no puede modificarse dicho tamaño durante la ejecución del programa. Estas estructuras están implementadas en casi todos los lenguajes. Su principal característica es que ocupan solo una casilla de memoria, por lo tanto, una variable simple hace referencia a un único valor a la vez. No obstante, no necesariamente se tenga que utilizar toda la memoria reservada al inicio. (Fuentes, s.f.).

### **1.6.2 Estructuras dinámicas**

No tienen las limitaciones o restricciones en el tamaño de memoria ocupada que son propias de las estructuras estáticas. Mediante el uso de un tipo de datos específico, denominado puntero, es posible construir estructuras de datos dinámicas que no son soportadas por la mayoría de los lenguajes, pero que en aquellos que si tienen estas características ofrecen soluciones eficaces y efectivas en la solución de problemas complejos.

Se caracteriza por el hecho de que con un nombre se hace referencia a un grupo de casillas de memoria. Es decir, un dato estructurado tiene varios componentes. (Fuentes, s.f.).

## **2. Antecedentes asociados a la catalogación de especímenes**

Para llevar a cabo el estudio de las múltiples y variadas formas de vida, los investigadores han tenido, en primer lugar, que nombrarlas y clasificarlas. Ya en el siglo IV a. C., el filósofo griego Aristóteles dividió el mundo de los seres vivos en dos categorías: animal y vegetal. La palabra “vegetal” sugiere árboles, arbustos, flores, hierbas, etc., objetos todos ellos que se identifican perfectamente. Por “animal” rápidamente se piensa en un gato, un perro, una rana, un pez o en un ave. Sin embargo, la naturaleza tiene una infinidad de ejemplares, incluso cerca del mar se podrían observar seres pegados a las rocas o pululando en las charcas que se forman en la bajamar, organismos que con dificultad se incluiría en la categoría de animal o de vegetal. Y las cosas se complicarían más si se observa el agua de mar bajo un microscopio, entonces aparecerán una multitud de organismos microscópicos que tampoco se podría encuadrar en ninguna de esas dos categorías (Radford, 1974).

Es importante conocer las especies que habitan la tierra, a fin de cuentas, son con las que compartimos el planeta. A continuación, se especifican algunas aplicaciones que cumplen con varios de los objetivos planteados del presente proyecto.

- **Map of Life**

Esta maravillosa aplicación permite conocer qué flora y fauna se encuentra alrededor en cualquier parte del mundo. Marcando en un mapa la ubicación, la aplicación indicará qué especies se pueden encontrar en la zona, clasificadas por grupos (aves, anfibios, insectos, árboles, plantas, pece, etc) en una base de datos de más de 900.000 especies.

- **ArbolApp**

Se trata de una guía de árboles silvestres de la Península Ibérica y Baleares. Con ella se puede identificar cualquier árbol encontrado.

En la búsqueda guiada, se puede describir en forma de clave dicotómica cómo es el árbol hasta llegar a su especie, donde se obtendrá una descripción del mismo, fotografías y distribución. También existe la búsqueda abierta, donde a partir de la localización, hojas, frutos, flores y otras características la app mostrará al árbol deseado.

- **Animals Time: ENCYCLOPEDIA**

Aunque la descripción de esta aplicación (disponible sólo en inglés y para Android) indique que está dirigida a niños, contiene muchísima información sobre cientos de especies animales. Curiosidades, distribución, hábitat, comportamiento, alimentación, etc.

También dispone de apartados específicos para especies en peligro de extinción e incluso extintas (Querol Rovira, 2016).

- **PlantNet**

La aplicación, PlantNet, es un esfuerzo de inteligencia colectiva en el que los participantes compilan información de manera local, según la región y las zonas, para hacer un catálogo global de plantas y contribuir a su preservación.

Creado por un grupo de investigadores franceses, la app funciona tomando una fotografía de la planta comparándola con las de la base de datos de Tela Botánica (Ecoosfera, s.f.).

### **3. Herramientas de Desarrollo**

Actualmente, existe una gran gama de herramientas para la construcción de aplicaciones, páginas y servicios en la web que cada vez son más intuitivas y robustas. Principalmente, se debe profundizar sobre las herramientas más factibles que permitan desarrollar una aplicación de catalogación dinámica de especies.

Se debe evaluar, además, las diferentes opciones que existen, para que así se realice una comparación técnica e instruccional que permita discernir entre la que mejor se adapta a la aplicación mencionada.

### 3.1. Marco de trabajo (*Framework*)

Conjunto de clases cooperativas que construyen un diseño reutilizable para un tipo específico de software. Un *framework* proporciona la arquitectura partiendo el diseño en clases abstractas y definiendo sus responsabilidades y colaboraciones. Un desarrollador realiza una aplicación haciendo subclases y componiendo instancias a partir de las clases definidas por el Framework. Un *framework* es una aplicación semi-completa, de control invertido, así un Framework difiere de una librería de clases, en una librería de clases, el control del flujo se encuentra en el código de la aplicación que realiza llamadas a los métodos de la librería de clases, en otro punto, en un *framework*, el control del flujo está en código del *framework* que realiza llamadas al código de la aplicación (control invertido) (Galindo Haro & Camps Riba, 2008).

Se puede definir a un framework como un armazón, que vendría a ser como una estructura el cual contiene técnicas mediante la utilización de todos los elementos que sean necesarios para beneficio del ser humano. Definido formalmente, es el conjunto de conocimientos y técnicas cuya aplicación permite la utilización racional de los materiales y de los recursos naturales, mediante invenciones, construcciones u otras realizaciones provechosas para el hombre (M. Degiovannini, 2011).

En la actualidad, los marcos de trabajo (*framework*) permiten una gran variedad de funcionalidades y herramientas para el manejo de datos en ámbitos técnicos, lo que disminuye la dificultad de realizar múltiples tareas al momento de escribir código. Esta facilidad viene dada por su curva de aprendizaje, no sólo con que se tenga el marco de trabajo brindando herramientas se realiza una aplicación. Algunos de los marcos de trabajo requieren mayor tiempo de adaptación del desarrollador que otros, por ello, cuando se evalúa la posibilidad de realizar un proyecto debe tomarse en cuenta este factor.

#### 3.1.1. Marcos de trabajo para aplicaciones web y móvil

Un *framework* para aplicaciones web es un *framework* diseñado para apoyar el desarrollo de sitios web dinámicos, aplicaciones web y servicios web. Este tipo de *frameworks* intenta aliviar el exceso de carga asociado con actividades comunes usadas en desarrollos web. Por ejemplo, muchos *framework* proporcionan bibliotecas para acceder a bases de datos, estructuras para plantillas y gestión de sesiones, y con frecuencia facilitan la reutilización de código (Galindo Haro & Camps Riba, 2008).

Un framework web es una estructura que se encuentra definida que permite la reutilización de sus componentes, los cuales facilitan la creación de estas aplicaciones permitiendo ahorrar tiempo y mantenimiento (Chinlli, 2015).

#### **Ionic Framework**

Ionic es una herramienta, gratuita de código abierto, para el desarrollo de aplicaciones híbridas basadas en HTML5, CSS y JS. Está construido con Sass y optimizado con AngularJS. Ionic ofrece toda la funcionalidad que se puede encontrar en los SDK de desarrollo móviles nativos. Los usuarios pueden construir sus aplicaciones, personalizarlas para Android o iOS y desplegarlas a través de Cordova. Ionic incluye componentes móviles, tipografía, paradigmas interactivos y un tema base extensible (Ionic, 2018).

**Ventajas:**

- Alto rendimiento.
- Diseño amigable.
- Ordenado y con potentes herramientas.
- Buena documentación.
- Curva de aprendizaje: media-alta.

**Vue.js Framework**

Vue.js es un *framework* progresivo para construir interfaces de usuario. A diferencia de otros *frameworks* monolíticos, Vue está diseñado desde el inicio para ser adoptado incrementalmente. La biblioteca principal se enfoca solo en la capa de la vista, y es muy simple de utilizar e integrar con otros proyectos o bibliotecas existentes. Por otro lado, Vue también es perfectamente capaz de soportar aplicaciones sofisticadas de una sola página cuando se utiliza en combinación con herramientas modernas y librerías compatibles. (Vue.js, s.f.)

**Ventajas:**

- Funcionalidad intuitiva.
- Ligero.
- Buena documentación.
- Curva de aprendizaje: baja.

**3.1.2. Marcos de trabajo para servidores**

Son fragmentos de software que hacen más fácil escribir, mantener y escalar aplicaciones web. Proporcionan herramientas y bibliotecas que simplifican tareas comunes de desarrollo web, incluyendo enrutado de URLs a los manejadores apropiados, interacción con bases de datos, soporte de sesiones y autorizaciones de usuario, formateado de la salida, y mejora de la seguridad contra los ataques web (Galindo Haro & Camps Riba, 2008).

En otras palabras, son aplicaciones genéricas que facilitan la escritura y lectura del código, así como también el manejo de datos e información. Normalmente, poseen una abstracción importante cuando se habla de bases de datos y almacenes.

**Laravel**

Laravel es un *framework* del lado del servidor usando PHP el cual permite crear API's de manera funcional y rápida. es un *framework* de código abierto para desarrollar aplicaciones y servicios web con PHP 5 y PHP 7. Su filosofía es desarrollar código PHP de forma elegante y simple (Laravel, s.f.).

**Ventajas:**

- Organización de rutas y fácil acceso.

- Autenticación propia del *framework*.
- Documentación enriquecida por comunidad e informes.
- Curva de aprendizaje: media-baja.

### **Lumen**

Lumen es un *microframework* de PHP desarrollado por el autor del *framework* Laravel, Taylor Otwell. Permite crear API's de manera funcional y veloz. Su objetivo es maximizar el desempeño, y para obtener éste incremento en el desempeño (Otwell, s.f.).

### **Ventajas:**

- Organización de rutas y fácil acceso.
- Autenticación propia del *framework*.
- Fácil configuración inicial.
- Curva de aprendizaje: baja.

Luego de la investigación se puede concluir que las herramientas más convenientes a utilizar son: del lado del servidor Lumen (PHP) ya que provee una buena organización de rutas, contiene elementos importantes del marco de trabajo Laravel como lo son la autenticación y la configuración inicial, del lado del módulo administrativo Vue.js ya que posee una curva de aprendizaje baja y es ligero en base a los componentes que utiliza, finalmente, del lado de la aplicación Ionic que a pesar de no tener una curva de aprendizaje tan baja, brinda un alto rendimiento y extensa documentación que facilita su uso.

### **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

Para este tercer capítulo se comenzará definiendo la palabra metodología. El concepto hace referencia al plan de investigación que permite cumplir un conjunto de objetivos en el marco de una ciencia. Cabe destacar que una metodología puede ser aplicada no solo para una investigación científica, sino también en diversos ámbitos como una exposición doctrinal o tareas que requieran habilidades, conocimientos o cuidados específicos. (Pérez Porto & Gardey, 2008).

Además de lo anterior, el marco metodológico se podría definir como la organización previa que permite una mejor planificación en tiempo, resultados y pruebas en las que se basa el proyecto.

#### **1. Metodología para el desarrollo de la aplicación**

En la actualidad existen diversas metodologías para el desarrollo de software, teniendo como mayor auge e índice de éxito las metodologías o marcos de trabajo ágiles. Las metodologías ágiles son una serie de técnicas para la gestión de proyectos que cumplen con los siguientes cuatro valores:

- Los individuos y su interacción, por encima de los procesos y las herramientas.
- El software que funciona, frente a la documentación exhaustiva.
- La colaboración con el cliente, por encima de la negociación contractual.
- La respuesta al cambio, por encima del seguimiento de un plan (Raya, 2016).

Según el portal web de OBS (*Business School*) de la Universidad de Barcelona, entre los marcos de trabajo y metodologías ágiles más utilizados en la actualidad se tienen: Extreme Programming (XP), Scrum, Kanban y Agil Inception (OBS Business School, 2018).

Para este proyecto se ha decidido aplicar el marco de trabajo ágil Scrum.

Scrum es un marco de trabajo para el desarrollo de software y el mantenimiento de productos complejos donde se pueden emplear varias técnicas y procesos. Este marco de trabajo es ligero, fácil de entender y difícil de llegar a dominar. Muestra la eficacia relativa de las prácticas de gestión de producto y las prácticas de desarrollo, de modo que se pueda ir mejorando en el proceso de desarrollo.

Las bases fundamentales de este marco de trabajo son: los Equipos Scrum, los roles, los eventos, los artefactos y las reglas asociadas. Cada uno de estos componentes sirve a un propósito específico y es esencial para el éxito de Scrum y para su uso (Schwaber & Sutherland, 2013).

## **2. Teoría de Scrum**

Scrum se basa en la teoría de control de procesos empírica o empirismo (Manager, 2015). El empirismo asegura que el conocimiento procede de la experiencia y de tomar decisiones basándose en lo que se conoce (Significados, 2018). Scrum emplea un enfoque iterativo e incremental para optimizar la predictibilidad y el control del riesgo.

A continuación, se describen los tres pilares que soportan toda la implementación del control de procesos empírico:

### **2.1. Transparencia:**

Los aspectos significativos del proceso deben ser visibles para aquellos que son responsables del resultado. La transparencia requiere que dichos aspectos sean definidos por un estándar común, de tal modo que se comparta un entendimiento común de lo que se está viendo. Por ejemplo, aquellos que desempeñan el trabajo y aquellos que aceptan el producto de dicho trabajo deben compartir una definición común de “Terminado” (Rosales & Adonis, 2016).

- **Definición de “Terminado” (*Definition of “Done”*):** todos los miembros del Equipo deben tener un entendimiento compartido de lo que significa que un elemento de la Pila de producto se describa como “Terminado”, para asegurar la transparencia. El propósito de cada Sprint es entregar incrementos de funcionalidad que se puedan poner en producción, y que se ajusten a la definición de “Terminado” actual del Equipo Scrum. Cada Incremento se integra con todos los Incrementos anteriores asegurando que todos los Incrementos funcionan en conjunto. A medida que los Equipos Scrum maduran, se espera que su Definición de “Terminado” se amplíe para incluir criterios más rigurosos que garanticen una mayor calidad.

### **2.2. Inspección:**

Los usuarios de Scrum deben inspeccionar frecuentemente los artefactos de Scrum y el progreso hacia un objetivo, para detectar variaciones. Su inspección no debe ser tan frecuente como para que interfiera en el trabajo. Las inspecciones son más beneficiosas cuando se realizan de forma diligente por inspectores expertos, en el mismo lugar de trabajo.

### **2.3. Adaptación:**

Si un inspector determina que uno o más aspectos de un proceso se desvían de límites aceptables, y que el producto resultante no será aceptable, el proceso o el material que está siendo procesado deben ser ajustados. Dicho ajuste debe realizarse cuanto antes para minimizar desviaciones mayores. Scrum tiene cuatro eventos formales, contenidos dentro del Sprint, para la inspección y adaptación los cuales son:

- Reunión de planificación del sprint (*Sprint Planning Meeting*).
- Scrum diario (*Daily Scrum*).
- Revisión del sprint (*Sprint Review*).
- Retrospectiva del sprint (*Sprint Retrospective*).

(Rosales & Adonis, 2016).

### **3. El Equipo Scrum**

El Equipo Scrum está conformado por un Dueño del producto (*Product Owner*), el Equipo de desarrollo (*Development Team*) y un Facilitador (*Scrum Master*). Los Equipos Scrum son autoorganizados y multifuncionales (Roche & Julio, 2018). Los equipos autoorganizados eligen la mejor forma de llevar a cabo su trabajo y no son dirigidos por personas externas al equipo. Los equipos multifuncionales tienen todas las competencias necesarias para llevar a cabo el trabajo sin depender de otras personas que no son parte del equipo. El modelo de equipo en Scrum está diseñado para optimizar la flexibilidad, la creatividad y la productividad.

Los Equipos Scrum entregan productos de forma iterativa e incremental, maximizando las oportunidades de obtener retroalimentación. Las entregas incrementales de producto “Terminado” aseguran que siempre estará disponible una versión potencialmente útil y funcional del producto.

A continuación, se describe cada uno de los roles pertenecientes al Equipo Scrum:

#### **3.1. Equipo de desarrollo (*Development Team*):**

Está conformado por los profesionales que realizan el trabajo de entregar un Incremento de producto “Terminado”, que potencialmente se pueda poner en producción, al final de cada iteración. Solo deben haber cambio en los miembros del equipo entre las iteraciones.

#### **3.2. Facilitador (*Scrum Master*):**

Es un líder que está al servicio del Equipo Scrum, responsable de asegurar que Scrum sea entendido y adaptado, ayudando a todos en cada una de las interacciones con el fin maximizar el valor creado por el Equipo Scrum. Además, se caracteriza por las siguientes características:

- 50% desarrollador, no sólo perfil gerencial.
- Escucha el progreso y remueve los impedimentos.
- Es el moderador de los eventos.

#### **3.3. Dueño del producto (*Product Owner*):**

Es el responsable de maximizar el valor del producto y del trabajo del Equipo de Desarrollo. El cómo se lleva a cabo esto puede variar entre distintas organizaciones, Equipos Scrum e

individuos. El Dueño del producto es una única persona, no un comité y es responsable de gestionar la Pila del producto (*Product Backlog*). La gestión de la Pila del producto incluye:

- Definir los elementos de la Pila del producto.
- Priorizar los elementos en la Pila del producto para alcanzar los objetivos y misiones de la mejor manera posible.
- Revisar junto con otros involucrados el producto al final de cada sprint.
- Asegurar que la Pila del producto es visible, transparente y clara para todos, y que muestra aquello en lo que el equipo trabajará a continuación.
- Asegurar que el Equipo de Desarrollo entiende los elementos de la Pila del producto al nivel necesario.

Para que el Dueño de producto pueda hacer bien su trabajo, toda la organización debe respetar sus decisiones. Las decisiones del Dueño de producto se reflejan en el contenido y en la priorización de la Pila del producto.

(Roche & Julio, 2018).

#### 4. Artefactos

Los artefactos definidos por Scrum están diseñados para maximizar la transparencia de la información clave, que es necesaria para asegurar que todos tengan el mismo entendimiento del artefacto.

- **Pila del producto (*Product Backlog*):** es una lista ordenada de todo lo que podría ser necesario para construir el producto, y es la única fuente de requisitos para cualquier cambio a realizarse en el producto. Es priorizada por el Dueño del producto, puede ser re-priorizada en la planificación de cada sprint. La Pila del producto enumera todas las características, funcionalidades, requisitos, mejoras y correcciones que constituyen cambios a ser hechos sobre el producto para entregas futuras. Los elementos de la Pila del producto tienen como atributos la descripción, la ordenación, la estimación y el valor.
- **Pila de pendientes del sprint (*Sprint Backlog*):** es el conjunto de elementos de la Pila de producto seleccionados para el Sprint, más un plan para entregar el Incremento de producto y conseguir el objetivo del Sprint. La Lista de Pendientes del sprint es una predicción hecha por el Equipo de Desarrollo acerca de qué funcionalidad formará parte del próximo Incremento y del trabajo necesario para entregar esa funcionalidad en un Incremento “Terminado”.
- **Incremento:** El Incremento es la suma de todos los elementos de la Pila del producto completados durante un Sprint y el valor de los incrementos de todos los Sprints anteriores. Al final de un Sprint, el nuevo Incremento debe cumplir la Definición de “Terminado” del Equipo Scrum.

#### 5. Eventos

Según (Schwaber & Sutherland, 2013) los eventos de la metodología Scrum son los siguientes:

- **Reunión de planificación del sprint (*Sprint Planning Meeting*):** El trabajo a realizar durante el Sprint se planifica en la Reunión de planificación del sprint. Este plan se crea mediante el trabajo colaborativo del Equipo Scrum completo y tiene un máximo de duración de ocho horas para un Sprint de un mes. El *Scrum Master* se asegura de que el evento se lleve a cabo y que los asistentes entiendan su propósito.
- **Scrum diario (*Daily Scrum*):** es una reunión con un bloque de tiempo de 15 minutos para que el Equipo de Desarrollo sincronice sus actividades y cree un plan para las siguientes 24 horas. Esto se lleva a cabo inspeccionando el trabajo avanzado desde el último Scrum Diario y haciendo una proyección acerca del trabajo que podría completarse antes del siguiente. El Scrum Diario se realiza a la misma hora y en el mismo lugar todos los días para reducir la complejidad. Durante la reunión, cada miembro del Equipo de Desarrollo explica: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué voy a hacer hoy?, ¿Tengo impedimentos?
- **Revisión del sprint (*Sprint Review*):** se basa en una reunión informal, no una reunión de seguimiento, para inspeccionar el Incremento y adaptar la Pila del producto si fuese necesario. Durante la Revisión del sprint, el Equipo Scrum y los interesados colaboran acerca de lo que se hizo durante el Sprint. Basándose en esto, y en cualquier cambio a la Pila del producto durante el Sprint, los asistentes colaboran para determinar las siguientes cosas que podrían hacerse para optimizar el valor. El resultado de la Revisión del sprint es una Pila del producto revisada, que define los elementos de la Pila del producto posibles para el siguiente Sprint.
- **Retrospectiva del sprint (*Sprint Retrospective*):** es una oportunidad para el Equipo Scrum de inspeccionarse a sí mismo y crear un plan de mejoras que sean abordadas durante el siguiente Sprint. La Retrospectiva del sprint tiene lugar después de la Revisión del sprint y antes de la siguiente Reunión de planificación del sprint. El *Scrum Master* alienta al equipo para que mejore su proceso de desarrollo y sus prácticas para hacerlos más efectivos y amenos para el siguiente Sprint. Para el final de este evento, el Equipo Scrum debería haber identificado mejoras que implementará en el próximo Sprint.

(Schwaber & Sutherland, 2013).

## 6. Razones que justifican la selección del marco de trabajo Scrum

Entre las principales ventajas y beneficios que se tienen al aplicar el marco de trabajo Scrum en el desarrollo de una aplicación, se tienen los siguientes:

- Permite involucrar más al cliente con el desarrollo del producto, lo que genera mayor satisfacción.
- Permite mayor integración entre todas las personas involucradas en el proceso de desarrollo del proyecto.
- Busca la mejora continua durante todo el proceso de desarrollo en todos los niveles y aspectos del proyecto.

- Está abierto al cambio, acepta los cambios sin ningún problema buscando siempre la forma de maximizar beneficios y/o minimizar impactos negativos.
- Permite entregar un producto de valor y útil para el cliente luego de cada iteración.
- Permite tener una buena organización a nivel interno y externo.
- Permite establecer tiempos fijos de entrega, lo cual impide que se atrase cualquier entregable al cliente, siempre y cuando las condiciones para el desarrollo estén disponibles al cien por ciento.
- Se aprovecha mejor el tiempo, dado que se tiene una lista con todas las actividades pendientes por hacer durante cada sprint, y cualquier integrante del equipo puede ir tomando dichas actividades siguiendo el orden previamente establecido para las actividades.
- Permite reconocer los errores y fortalezas de los integrantes del equipo, con el fin de buscar la mejora constante a medida que avanza el proyecto (Raya, 2016).

El uso de la metodología ágil de desarrollo Scrum tomó un papel fundamental en la ejecución del proyecto al facilitar la organización de tareas, lo cual permitió ordenar las funcionalidades requeridas a través de bloques de tiempo en los cuales se evidenciaba el avance del Sprint y se destacaban las tareas que quedaban rezagadas en dicho Sprint y se agregaba al *Product Backlog*. Gracias a los eventos que contiene Scrum, se realizaban revisiones diarias (*Daily Scrum*) para pautar las actividades a realizar en ese día y cuáles fueron los avances del día anterior.

Las ventajas que se evidenciaron al usar esta metodología fueron:

- Optimiza el manejo del tiempo
- Resulta más eficiente desarrollar aplicaciones al tener un seguimiento diario de las actividades realizadas.
- Es abierto a cambios ya que en ocasiones se presentaban inconvenientes con los componentes desarrollados por lo cual debían ser modificados, estos cambios se realizaron sin problema al agregarlos al *Product Backlog*.

## CAPÍTULO IV. MARCO APLICATIVO

En el presente capítulo se definen las funcionalidades del sistema EMUSE (hace referencia a la abreviación “MUSE” para museos y la sigla “E” para espécimen) para el enriquecimiento de la información de especímenes catalogados en museos y herbarios. Se describen las tecnologías y herramientas utilizadas, los perfiles de usuario, los Sprints realizados utilizando la metodología de desarrollo ágil Scrum y las pruebas respectivas realizadas sobre la aplicación.

### 1. Requerimientos funcionales

El sistema presenta una serie de requerimientos funcionales que serán expuestos a continuación:

- Implementar las funcionalidades CRUD para la creación, lectura, actualización y eliminación de todos los recursos, así como las funcionalidades para el respaldo de los datos.
- Implementar la consulta mediante marcadores como lo son códigos QR, códigos de barra y códigos en texto alfanuméricos.
- Implementar la funcionalidad de geolocalización y realidad aumentada para la consulta de especímenes.
- Implementar la búsqueda avanzada de especímenes.
- Implementar jerarquías de roles que incluyan administrador, coordinador, catalogador, investigador visitante y visitante.
- Permitir el acceso a la aplicación desde dispositivos móviles y de escritorio.
- Permitir la carga y descarga masiva de los datos en el sistema.
- Permitir respaldar los datos del sistema.

### 2. Requerimientos no funcionales

También, se presenta una serie de requerimientos no funcionales que estarán reflejados en el sistema:

- Usabilidad: permitir a los usuarios el fácil acceso y manejo de la aplicación.
- Rendimiento: permitir un tiempo de respuesta bajo y aceptable para las peticiones.
- Disponibilidad: permitir que se tenga acceso a la aplicación en cualquier momento.
- Mantenibilidad: apoyar la facilidad de mantenimiento y cambios en la aplicación.
- Eficiencia: uso racional de los recursos para lograr tiempos de respuesta óptimos.

- **Confiabilidad:** ampliar la capacidad de la aplicación para cumplir con las funcionalidades anteriormente expuestas.
- **Portabilidad:** permitir la ejecución de la aplicación en diferentes arquitecturas.

### **3. Usuarios potenciales**

La aplicación va dirigida principalmente a usuarios clasificados en dos categorías, en primer lugar, los investigadores, catalogadores y administradores que podrán utilizar abiertamente todas las funcionalidades administrativas y de usuario común y, en segundo lugar, los usuarios externos como visitantes e investigadores visitantes que tendrán la posibilidad de consultar la información previamente cargada.

### **4. Perfiles de usuario**

El sistema eMUSE posee un esquema de usuarios que facilita el control de las acciones que pueden o no ser realizadas dependiendo de su tipo. A continuación, se evidencian los perfiles que están presentes en el desarrollo.

#### **4.1. Administrador**

Este tipo usuario tiene la libertad de crear usuarios, instituciones, especímenes, objetos multimedia y también tiene la facultad de editarlos y eliminarlos a voluntad. Cabe destacar que, el administrador puede crear usuarios de cualquier perfil.

#### **4.2. Catalogador**

El usuario Catalogador, tiene la posibilidad de ingresar toda la información correspondiente a un espécimen, realizando cualquier tipo de modificación en los datos ya ingresados.

#### **4.3. Coordinador**

El usuario Coordinador puede crear instituciones, especímenes, objetos multimedia y también editarlos y eliminarlos. Además, este usuario puede crear otros usuarios de cualquier tipo excepto del tipo Administrador.

#### **4.4. Investigador Visitante**

El usuario Investigador Visitante puede modificar la información de los especímenes ya registrados además tiene la libertad de consultar especímenes, instituciones y objetos multimedia.

#### **4.5. Visitante**

El usuario Visitante puede consultar toda la información de los especímenes, instituciones y objetos multimedia a través de la aplicación móvil.

Funcionalidad	Administrador	Coordinador	Catalogador	Investigador Visitante	Visitante
Registrar especímenes	Si	Si	Si	No	No
Modificar especímenes	Si	Si	Si	Si	No
Eliminar especímenes	Si	Si	Si	No	No
Registrar instituciones	Si	Si	Si	No	No
Modificar instituciones	Si	Si	Si	No	No
Eliminar instituciones	Si	Si	Si	No	No
Consultar especímenes	Si	Si	Si	Si	Si
Consultar instituciones	Si	Si	Si	Si	Si
Registrar usuario Administrador	Si	No	No	No	No
Registrar usuarios	Si	Si	No	No	No

*Tabla 1: Perfiles de usuario*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

## 5. Aplicación de la metodología Scrum

El desarrollo del sistema eMUSE fue basado en la metodología ágil Scrum, apoyándose de sus artefactos como lo son el *Product Backlog* y *Sprint Backlog* como también en los eventos asociados *Daily Scrum* y *Sprint Planning Meeting*. Esta aplicación de la metodología se verá reflejada a continuación.

### 5.1. Lista de objetivos (*Product Backlog*)

A continuación, se mostrará una lista de los Sprint de la metodología seleccionada que contribuyeron a el desarrollo del sistema:

<b>Sprint</b>	<b>Actividad</b>	<b>Fecha</b>
<b>1</b>	1.1. Creación de proyecto Ionic. 1.2. Configuración del proyecto Lumen. 1.3. Inicio de repositorios en Git. 1.4. Elaboración de la base de datos MySQL. 1.5. Creación de migraciones y semillas en Lumen. 1.6. Creación de vistas iniciales en Ionic.	30-07-2018 al 03-08-2018
<b>2</b>	2.1. Desarrollo de operaciones CRUD en Lumen. 2.2. Desarrollo del motor de búsqueda de los especímenes. 2.3. Complementar vistas y diseños. 2.4. Creación de documentación básica del servidor. 2.5. Ejecución de pruebas unitarias para los servicios de Lumen.	06-08-2018 al 10-08-2018
<b>3</b>	3.1. Definición de la estructura de los marcadores. 3.2. Creación de servicio para la generación de los marcadores asociados a un espécimen. 3.3. Creación de vistas de búsqueda y aplicación de filtros. 3.4. Configuración de marcadores en la aplicación móvil.	13-08-2018 al 17-08-2018
<b>4</b>	4.1. Definición de puntos de interés de instituciones y especímenes. 4.2. Integración de la aplicación de Google Maps en Ionic. 4.3. Creación del proyecto Vue.js para el sistema administrador.	20-08-2018 al 24-08-2018
<b>5</b>	5.1. Integración de la aplicación Leaflet en Vue.js. 5.2. Implementación de operaciones CRUD en Vue.js para crear, modificar y eliminar especímenes e instituciones.	27-08-2018 al 31-08-2018
<b>6</b>	6.1. Integración de la realidad aumentada al momento de escanear un marcador. 6.2. Culminación del diseño de las vistas en el sistema	03-09-2018 al 07-09-2018

	administrativo y móvil.	
7	7.1. Ejecución de pruebas unitarias y funcionales para los servicios del sistema administrativo. 7.2. Ejecución de pruebas unitarias y funcionales para la aplicación móvil. 7.3. Ejecución de pruebas funcionales para los servicios de Lumen. 7.3. Ajustes finales de desarrollo. 7.4. Elaboración del documento.	10-09-2018 al 14-09-2018
8	8.1. Finalización del tomo del presente trabajo de grado.	17-09-2018 al 21-09-2018

Tabla 2: Lista de Sprint realizados en el desarrollo del sistema

Fuente: Creada por los Autores, 2018

## 5.2. Lista de tareas de la iteración (*Sprint Backlog*)

### **Sprint 1: Inicio del proyecto, creación de base de datos, configuración de migraciones y sedes, creación de vistas y diseño simples.**

En este primer Sprint de la metodología Scrum se crearon los proyectos de desarrollo, tanto para servidores (Lumen) como para aplicación (Ionic), además, se crearon los repositorios en git de cada proyecto. Por otro lado, se crearon migraciones para el almacén de datos, iniciándose con la estructura establecida anteriormente y que funcionaría independiente del manejador de base de datos. Adicionalmente, se crearon las semillas (*seeds*) en Lumen para rellenar el almacén de datos con información de prueba. Con respecto a Ionic, se desarrollaron las vistas iniciales en bosquejos simples que en principio no tendrían funcionalidad.

### **Sprint 2: Desarrollo de operaciones CRUD, motor de búsqueda de los especímenes, complementar vistas, documentación del API (*Application Programming Interface*) de Lumen, pruebas unitarias de los servicios en Lumen.**

Se desarrollaron las operaciones CRUD para todos los registros en el almacén de datos, estas incluyen las funcionalidades de editar, crear y eliminar usuarios, especímenes, instituciones, puntos de interés y objetos multimedia. También, se desarrolló el motor de búsqueda avanzado el cual permitiría buscar uno o varios ejemplares, desde nombre de catalogador o nombre científico hasta reino e incluso fecha de catalogación.

Se debe definir los tipos de peticiones existentes en la documentación:

- GET: El método GET solicita una representación de un recurso específico. Las peticiones que usan el método GET sólo deben recuperar datos.

- PUT: El modo PUT reemplaza todas las representaciones actuales del recurso de destino con la carga útil de la petición.
- DELETE: El método DELETE borra un recurso en específico.
- POST: El método POST se utiliza para enviar una entidad a un recurso en específico, causando a menudo un cambio en el estado o efectos secundarios en el servidor.

(Puentes, 2018)

Luego se complementaron las vistas con los títulos, campos de texto, sección de geolocalización y escáner de marcadores. Para lograr un avance significativo en la aplicación y posteriormente en el sistema administrativo, se realizó una documentación completa de los servicios, contemplando rutas, funcionalidad, ejemplo de entrada y ejemplo de salida. Esta documentación también define tipo de datos y formatos de respuesta. Un ejemplo de la documentación resumida se encuentra en la Tabla 3: Ejemplo de los servicios que se encuentran en la aplicación, el resto en el Anexo 1.

<b>Ruta</b>	<b>Acción</b>	<b>Tipo de petición</b>	<b>Datos de entrada (Estructura)</b>
<b>api/usuario/{id}</b>	Obtener un usuario en específico	GET	api/usuario/{id}/
<b>api/usuario/{id}</b>	Editar un usuario en específico	PUT	<pre> {   "email": STRING,   "password": STRING,   "nombre": STRING,   "apellido": STRING,   "teléfono": STRING (OPCIONAL),   "direccion": STRING (OPCIONAL),   "tipo": STRING,   "tipo_catalogador": STRING (OPCIONAL) } </pre>

<b>api/usuario/{id}</b>	Eliminar un usuario en específico	DELETE	api/usuario/{id}/
<b>api/password_change/</b>	Cambiar contraseña	POST	{ "email": STRING, "password": STRING }

Tabla 3: Ejemplo de los servicios que se encuentran en la aplicación

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

Cabe destacar que, todos los servicios devuelven una respuesta genérica de la siguiente forma: `{ "status": STRING, "result": STRING o ARRAY }`, el campo status contendrá *“failed”* si ocurrió algún tipo de error y por consiguiente se agregará un nuevo campo a la respuesta de nombre *“message”* en el que indicará el problema presentado, por el otro lado, si la petición está correcta se enviará en el campo status *“success”* seguido del campo *“result”* que depende de la petición se presentará en forma de cadena de caracteres o de un arreglo de datos.

Seguido de la documentación se realizaron pruebas unitarias a cada servicio siguiendo los parámetros establecidos en la misma. En estas pruebas se enviaron datos de prueba para contemplar todos los casos posibles de fallo y éxito. Gracias a estas pruebas de mínima intensidad se lograron captar errores de validación, fallas en la estructura de la base de datos y problemas con las peticiones, que fueron atendidas de inmediato para que la aplicación móvil y el sistema administrativo no tuviera inconvenientes al integrarlas. En el Sprint 7 se realizaron pruebas funcionales con más detenimiento que se verán reflejadas en la sección de Pruebas realizadas y resultados.

**Sprint 3: Definición de la estructura de los marcadores, creación de servicio para la generación de los marcadores asociados a un espécimen, creación de vistas de búsqueda y aplicación de filtros, configuración de marcadores en la aplicación móvil.**

Se definió la estructura de los marcadores, en principio, se estableció utilizar los recursos del servidor para crear las imágenes y los códigos pertinentes unívocos para cada espécimen. También, se estableció que el marcador de código de barras sería numérico y los códigos QR representarían el id del espécimen. Posterior a esto, se creó una funcionalidad en el servidor que permite generar y obtenerlos. Por la parte de la aplicación, se creó la vista para escanear un código QR o código de barras.

Se crearon las vistas de búsqueda simple de espécimen y de institución, además de la búsqueda avanzada de especímenes por filtros. Además, se realizaron ajustes a las vistas ya creadas anteriormente y el flujo básico de la aplicación.

#### **Sprint 4: Definición de puntos de interés de instituciones y especímenes, integración de la aplicación de Google Maps en Ionic, creación del proyecto Vue.js para el sistema administrador.**

Se definió la estructura de los puntos de interés de las instituciones, también, se estableció la estructura de los puntos de interés para los especímenes en el campo en la cual contará con parámetros como latitud, longitud y altitud para su ubicación geográfica, además, tendrá parámetros como nombre de catalogador que podrá ser configurado desde el administrador por si se diera el caso de que el catalogador no esté registrado y un comentario respectivo a dicho punto.

Se integraron los servicios de Google Maps en Ionic para poder usar la ubicación de instituciones y de especímenes en la aplicación. Por último, se definieron los flujos para el sistema administrador usando Vue.js, además del uso de las funcionalidades y la permisología de cada usuario.

#### **Sprint 5: Integración de la aplicación Leaflet en Vue.js, implementación de operaciones CRUD en Vue.js para crear, modificar y eliminar especímenes e instituciones.**

Se integró la aplicación Leaflet, una aplicación similar a la de Google Maps ligera y funcional que permite ubicar puntos en un mapa, además de editarlos y poder configurarlos de manera personalizable en formato web. Luego se definieron las operaciones CRUD en el sistema administrativo como lo son crear, modificar y eliminar especímenes e instituciones dependiendo de la permisología que tenga dicho usuario autenticado.

#### **Sprint 6: Integración de la realidad aumentada al momento de escanear un marcador, culminación del diseño de las vistas en el sistema administrativo y móvil.**

Se agregaron componentes visuales y funcionalidades de realidad aumentada al momento de escanear un código QR o código de barra, estos componentes permiten ver un resumen consolidado del espécimen escaneado y da la facilidad de poder escanear otros códigos mientras se sigue escaneando, de ver la descripción completa del espécimen y de cerrar la vista con esos componentes.

Se finalizó el diseño de las vistas en el sistema administrativo, se ajustaron las dimensiones para dispositivos móviles y de escritorio, se realizaron ajustes en validación de campos y se agregaron funcionalidades a las vistas para que fuese más intuitivo realizar la catalogación de especímenes. Finalmente, se realizaron ajustes en Ionic a la aplicación móvil, entre ellos se destacan: ajustes en los campos adicionales de la búsqueda avanzada de los especímenes, optimización en el uso de los recursos al momento de utilizar la aplicación Google Maps, finalización de la funcionalidad del escáner de marcadores.

#### **Sprint 7: Ejecución de pruebas unitarias y funcionales para los servicios del sistema administrativo, ejecución de pruebas unitarias y funcionales para la aplicación móvil, ejecución de pruebas funcionales para los servicios de Lumen, ajustes finales de desarrollo, elaboración del documento.**

Se realizaron las pruebas unitarias del sistema administrativo y de la aplicación móvil, con cada funcionalidad disponible. En el caso del sistema administrativo, se detectaron fallas con respecto a la permisología, que fueron solventados al momento, también, al momento de cargar

objetos multimedia ocurría una inconsistencia de datos en el servidor. Además, se realizaron las respectivas pruebas funcionales para cada sección establecida en el sistema administrativo y en la aplicación que se verán reflejadas y explicadas con detenimiento en la sección de Pruebas realizadas y resultados.

Por otro lado, se inició la edición del documento presente que fue apoyado por el seminario anteriormente presentado corrigiendo los detalles resaltados por los tutores presentes. Se estableció un ciclo de dos Sprints (contando el número 7) para que pudiera ser finalizado con celeridad.

### **Sprint 8: Finalización del tomo del presente trabajo de grado.**

Se finalizó el tomo del documento para ser entregado a los tutores y al jurado evaluador.

### **5.3. Tecnologías y herramientas utilizadas para el desarrollo**

El desarrollo del sistema fue apoyado por las tecnologías: Lumen (PHP) para el servidor, Ionic 3 para la aplicación móvil y Vue.js para el sistema administrativo. En cuanto a las herramientas utilizadas se tienen en cuenta: Google Maps y Leaflet para la funcionalidad de geolocalización en la aplicación móvil y en la aplicación web respectivamente, Storage para la carga y descarga de archivos desde el servidor, MySQL para el sistema manejador de base de datos, para el manejador de versiones se utilizó Bitbucket y finalmente Cordova Plugin QRscanner para escanear los códigos QR y de barra desde la aplicación móvil.

Todas las tecnologías mencionadas fueron utilizadas para el desarrollo de la aplicación, el sistema administrativo y los servicios necesarios con el fin de facilitar todo el proceso de codificación y diseño del software.

### **5.4. Implementación de la realidad aumentada**

Para la implementación de la realidad aumentada se utilizó la herramienta Cordova Plugin QRscanner que permite obtener la información, previamente registrada en el sistema, a través de los marcadores. No obstante, dicha herramienta no soporta la funcionalidad de incluir diseños y objetos adicionales a la pantalla. Por tanto, se realizó un desarrollo adaptado a la tecnología QRscanner para que permitiera incluir fichas, botones e inclusive texto personalizado en la pantalla al momento en que se efectúa el proceso de escaneo sobre la visualización de la cámara. Esto último brinda una experiencia interactiva al usuario, ya que al consultar los marcadores con cualquier dispositivo móvil se visualizarán los detalles del ejemplar, dándole la posibilidad de extender la información del espécimen o escanear otro código sin la necesidad de cambiar de interfaces.

### **5.5. Análisis del modelo de datos**

Con la necesidad de involucrar un sistema personalizable para los catalogadores al momento de registrar un nuevo espécimen se diseñó un modelo de base de datos “híbrido” el cual permite crear, modificar y eliminar la data tanto de forma dinámica como de forma estática. También, es necesario que el sistema manejador de base de datos no sea influyente en este enfoque, la solución fue determinar los datos que serían obligatorios al momento de catalogar un nuevo espécimen y cuáles no, y así, con el concepto de migraciones que brinda el micro-framework Lumen, formar la estructura que llevaría la base de datos sin involucrar un sistema manejador específico.

*Inicialmente, es necesario tener un manejo de usuarios y permisología para el sistema administrativo, luego, que estos usuarios estuvieran relacionados con los especímenes creados y modificados y estos a su vez conectados con las instituciones establecidas. Además, permitir que agregar nuevos campos fuese intuitivo y opcional sin perder el enfoque híbrido. Por tanto, se presenta un esquema que describe con brevedad las tablas involucradas en la estructura anteriormente mencionada (*

Tabla 4: Tablas involucradas en la estructura de la base de datos) y luego de ello, en la Figura 7 se presenta el modelo de base de datos planteado por los autores.

<b>Nombre de la tabla</b>	<b>Descripción</b>
<b>Users</b>	Permite almacenar la estructura de autenticación y relacionada directamente con la tabla Usuarios.
<b>Usuarios</b>	Almacena la información básica de los usuarios además del tipo de usuario.
<b>Institucion</b>	Contiene toda la información del instituto, así como también su ubicación geográfica y su contacto.
<b>Especimen</b>	Almacena la información esencial y pertinente de un espécimen, también, contiene un campo llamado “campos_adicionales” el cual es de tipo “TEXT” que es estructurado en formato JSON para así permitir el manejo dinámico y personalizable de los datos.
<b>Punto_de_interes</b>	Permite almacenar puntos de interés en el campo, y asociarlos a un espécimen. Contiene la información necesaria para ubicarlo geográficamente en el campo.
<b>Multimedia</b>	Contiene las rutas al almacén de archivos de cada imagen, video, audio o documento que se desee agregar a un espécimen.
<b>Log_actividad</b>	Contiene cualquier tipo de acción que se le realice a una institución, espécimen o usuario en el sistema.
<b>Especimen_institucion</b>	Almacena la relación entre instituciones y especímenes.

*Tabla 4: Tablas involucradas en la estructura de la base de datos*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

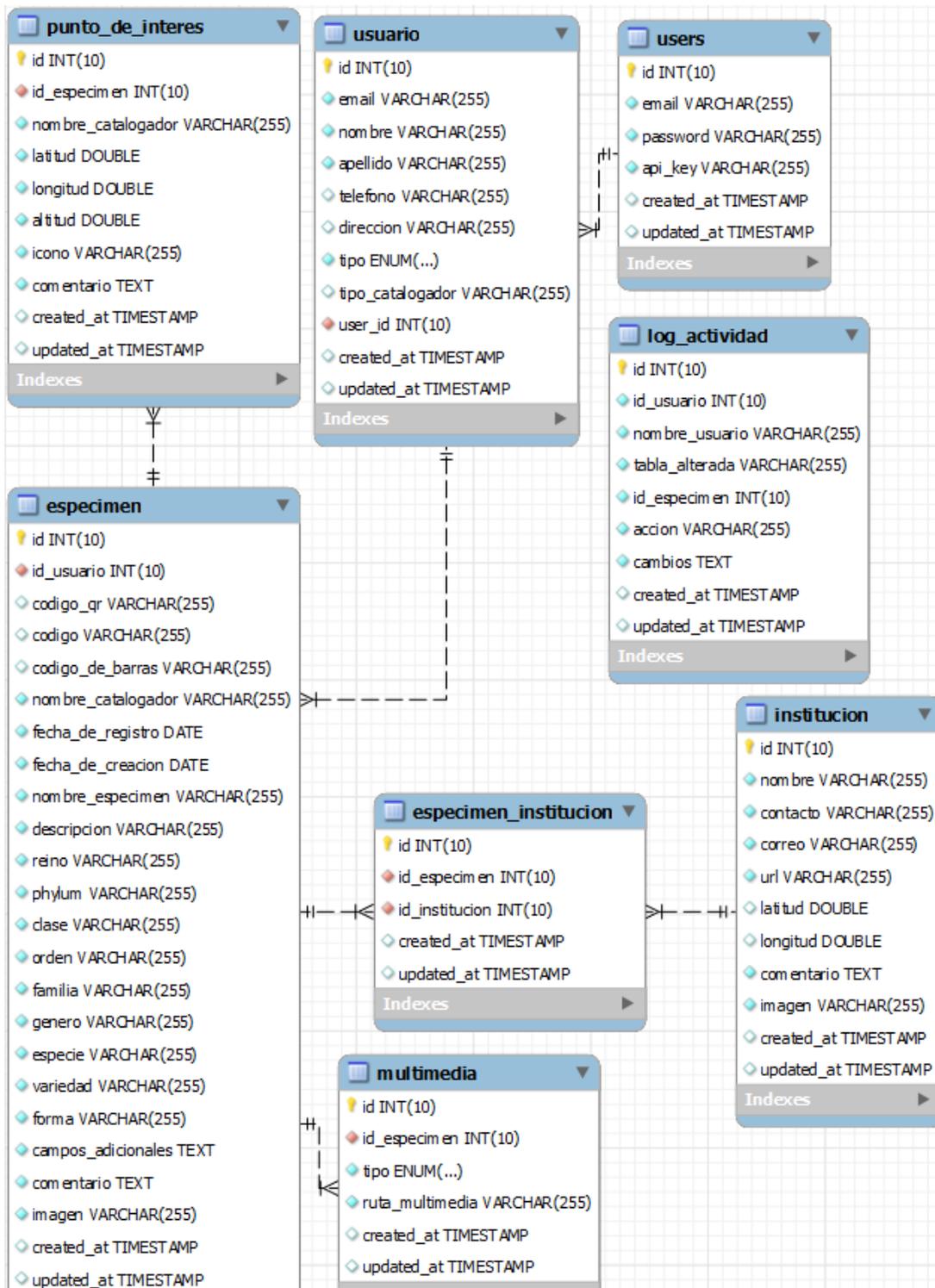
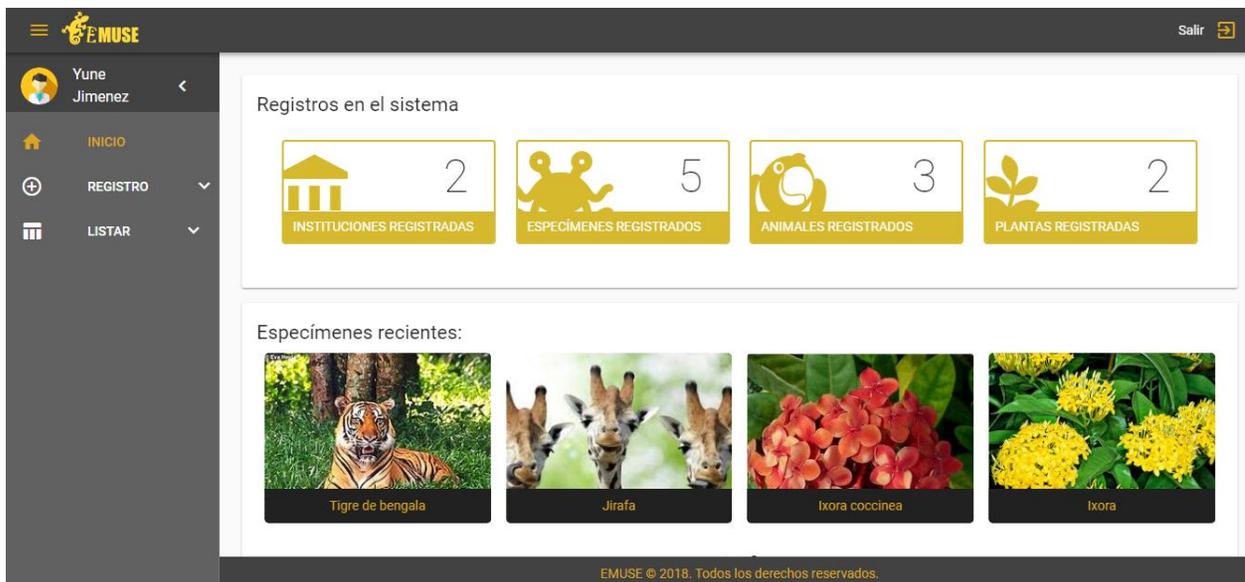


Figura 7: Modelo de la base de datos

Fuente: Creada por los Autores, 2018

## 5.6. Principales interfaces diseñadas

- Inicio del sistema administrativo



*Figura 8: Inicio del sistema administrativo*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

En el inicio del sistema administrativo (Figura 8) se encuentran una serie de contadores que reflejan la cantidad de especímenes catalogados, la cantidad de instituciones registradas en el sistema y la cantidad de animales y plantas almacenadas. Además, se muestran tanto los últimos especímenes como instituciones guardadas en la base de datos recientemente.

- **Registro de un espécimen en el sistema administrador**

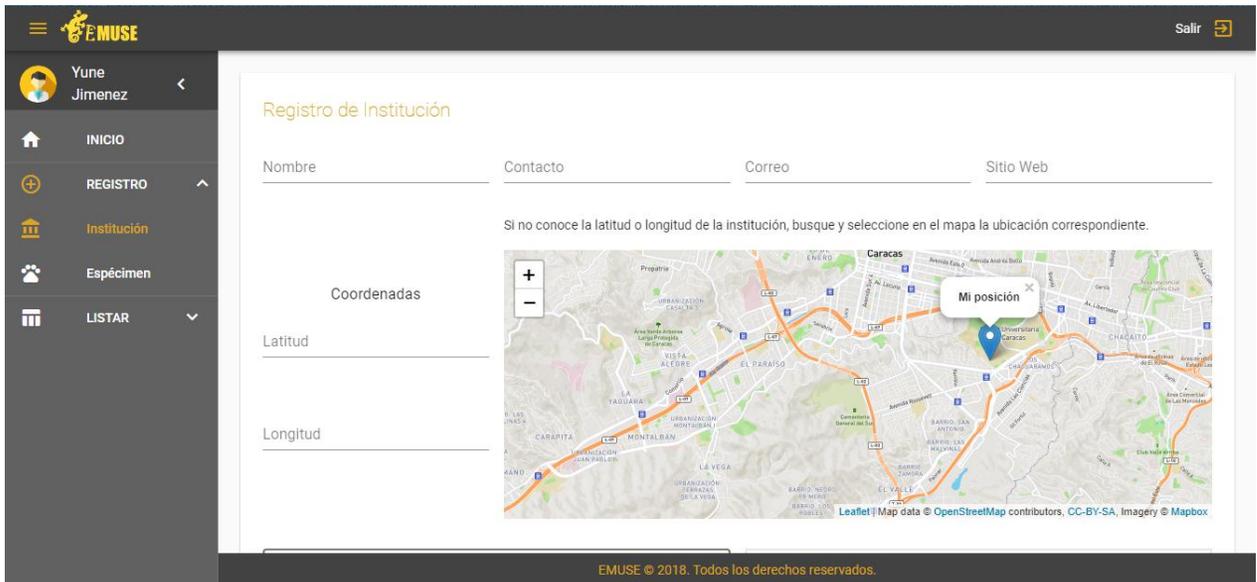
The screenshot displays the EMUSE system administrator interface. On the left is a dark sidebar menu with the user profile 'Yune Jimenez' and navigation options: INICIO, REGISTRO (expanded), Institución, Espécimen (highlighted), and LISTAR. The main content area is titled 'Registro de Espécimen' and contains a form with the following fields: 'Catalogador', 'Nombre', 'Fecha encontrado' (with a calendar icon), 'Fecha registro en la instit...', 'Reino', 'Phylum', 'Clase', 'Orden', 'Familia', 'Género', 'Especie', 'Variedad', and 'Forma'. At the bottom of the form are a 'Descripción' text area and an image upload area with the text 'Click o arrastre la imagen del espécimen'. The footer of the interface reads 'EMUSE © 2018. Todos los derechos reservados.'

*Figura 9: Formulario del registro de un espécimen*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

En el registro de un espécimen (Figura 9) el usuario puede llenar los campos ya establecidos y agregar otros en caso de que lo considere necesario con toda información que se quiera incluir de un ejemplar, también puede insertar contenido multimedia asociado al ejemplar como audio y video y los puntos geográficos en los que éste se encuentra, dichos puntos tendrán utilidad posteriormente para conocer la institución en la que se encuentra el espécimen y donde lo podemos ubicar en el campo.

- **Registro de una institución**



*Figura 10: Formulario del registro de una institución*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

Al registrar una institución (Figura 10) se incluirá en el sistema la información más relevante de la misma rellorando los campos que se presentan como el nombre, teléfono de contacto, correo electrónico y página web si la posee, además se permite agregar una imagen de dicha institución y la ubicación en la que se encuentra.

- **Lista de información**

**Especímenes** Buscar

Nombre ↑	Catalogador	Reino	Especie	Acción
Ixora	Yunelis Jiménez	Plantae	Ixora	
Ixora coccinea	Yunelis Jiménez	Plantae	I. coccinea	
Jirafa	Ricardo	Animalia	G. camelopardalis	
Tigre de bengala	Yunelis Jiménez	Animalia	P. tigris	
Turpial	Yunelis Jiménez	Animalia	I. icterus	

Filas por página: 25 | 1 - 5 de 5

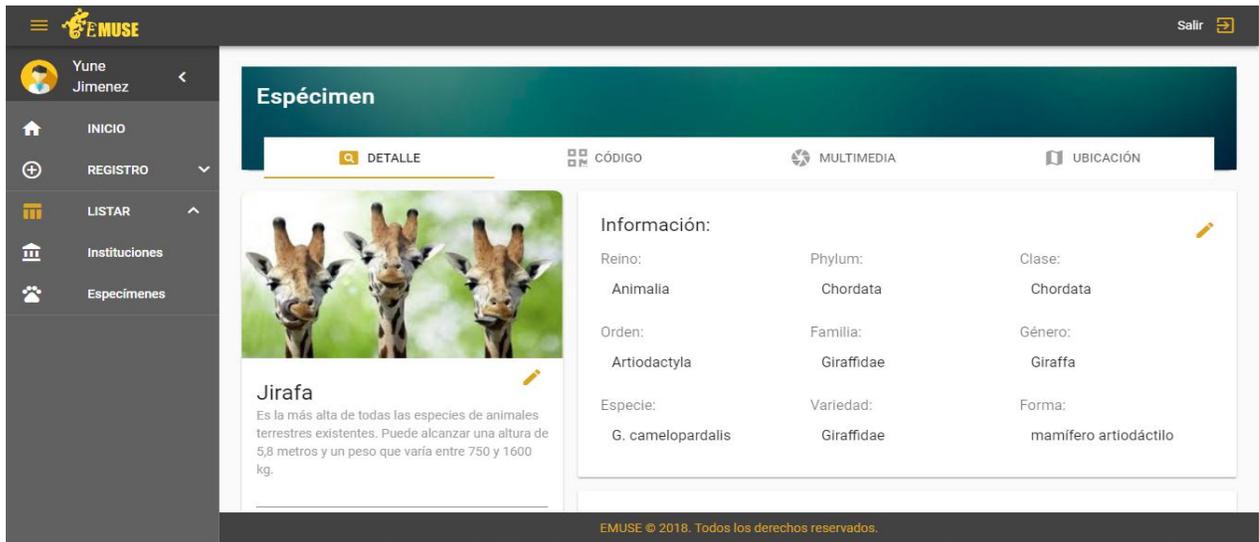
EMUSE © 2018. Todos los derechos reservados.

*Figura 11. Lista paginada de los especímenes guardados en el sistema*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

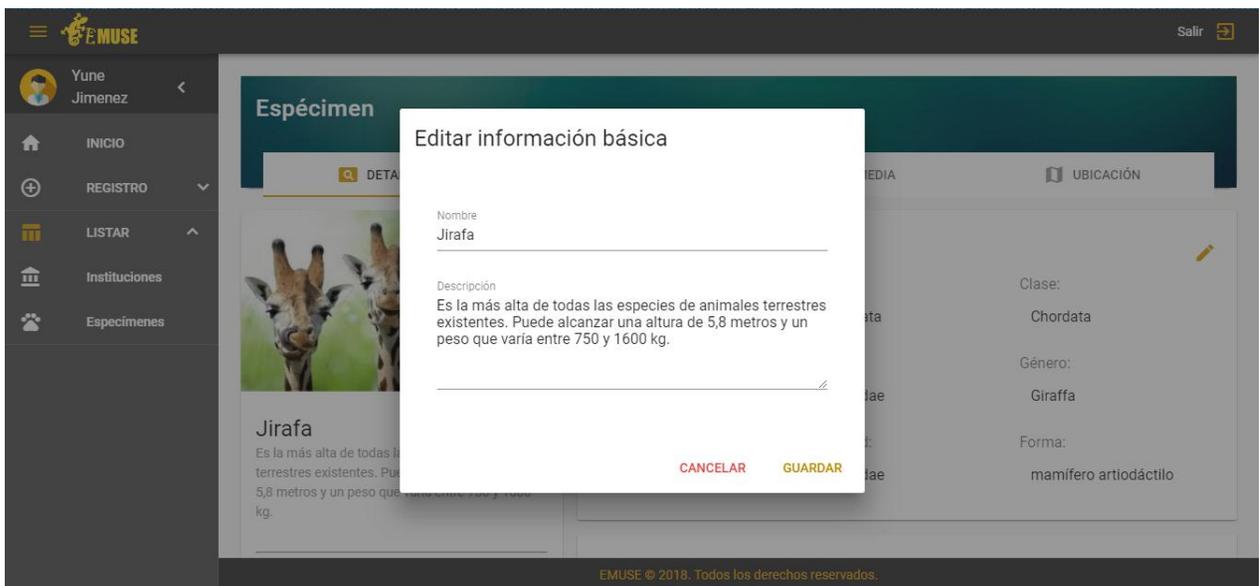
El sistema da la posibilidad de mostrar el contenido que hay registrado en una lista paginada (Figura 11), tanto de los especímenes como de las instituciones respectivamente permitiendo la visualización de toda la información guardada y modificarla por las personas autorizadas cuando sea necesario.

- **Detalle y modificación de la información**



*Figura 12: Detalle de la información de un espécimen*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018



*Figura 13: Modificación de parte de la información básica asociada a un espécimen*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

Al ver el detalle de un ejemplar (Figura 12) o de alguna institución se pueden observar todos los datos guardados en el sistema y el usuario autorizado puede editar la información si así lo desea (Figura 13). Además, en el caso de un espécimen se visualizan sus códigos y contenido multimedia como el audio, video y las imágenes del mismo.

- **Inicio de la aplicación móvil**



*Figura 14: Inicio de la aplicación móvil*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

En el inicio de la aplicación móvil (Figura 14) el usuario tiene la libertad de elegir entre buscar una institución, un espécimen o escanear un marcador asociado a un espécimen catalogado en alguna institución.

- Escanear marcadores



*Figura 15: Escanear marcadores*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

El usuario puede escanear marcadores asociados a los ejemplares a través de cualquier dispositivo móvil (Figura 15). Esta vista está ligada a la funcionalidad de la realidad aumentada ya que, al consultar un marcador, se visualizará una ficha con la imagen, nombre científico, catalogador y reino del espécimen la cual se mostrará sobre la cámara brindando la posibilidad de ver más detalles o de escanear un nuevo marcador (código de barra o código QR).

- **Buscar un espécimen**

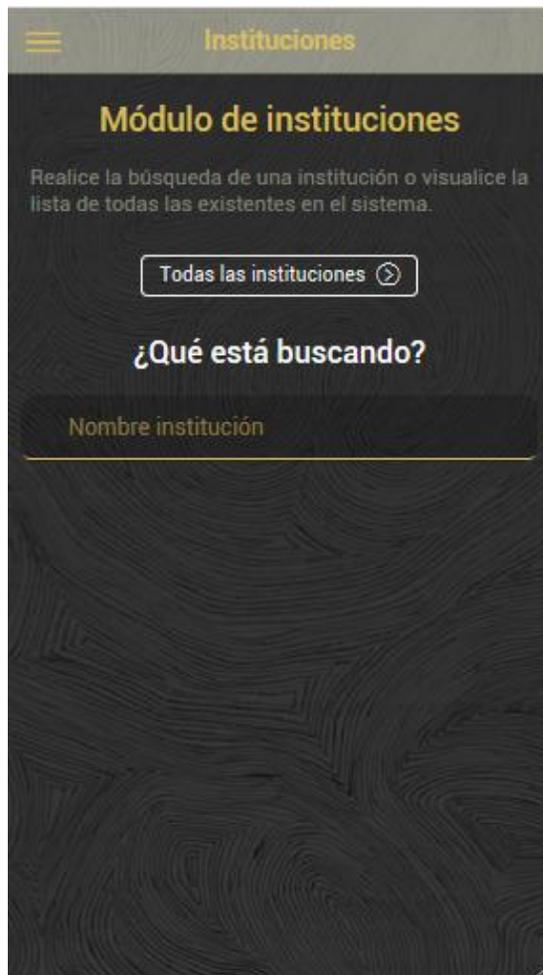


*Figura 16: Búsqueda de un espécimen*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

El usuario puede insertar el nombre del ejemplar que quiera consultar y en caso de no conocerlo puede hacer una búsqueda avanzada en la que ingresa otro dato conocido para encontrar información que coincida (Figura 16). Los diferentes datos que se podrán ingresar son los encontrados al momento de registrar un espécimen, como el género, familia, especie, entre otros.

- **Buscar una institución**



*Figura 17: Búsqueda de una institución*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

El usuario podrá hacer una búsqueda de las instituciones que desee (Figura 17) y que hayan sido registradas previamente en el sistema para visualizar su información básica como el nombre, teléfono y dirección de correo además de conocer su ubicación gracias a la funcionalidad del mapa.

- **Detalle de un espécimen en la aplicación móvil**



*Figura 18: Vista del detalle de un espécimen*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

En el vista de un espécimen se puede observar la información asociada a un ejemplar como el nombre, una breve descripción y reproducir un archivo de audio o de video en caso de que los contenga (Figura 18) además, se permite visualizar más detalle para ver algunos de los datos ingresados por los investigadores mediante el sistema administrativo.

- **Mapa de ubicación**



*Figura 19: Vista del mapa con la ubicación de una institución*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

En la aplicación móvil el usuario puede acceder a la ubicación de un ejemplar o de una institución en particular (Figura 19) si así lo desea a través del mapa. En el caso de un ejemplar se permite mostrar la ubicación de las instituciones y de los sitios en campo en donde este se encuentre.

## 5.7. Pruebas realizadas y Resultados

Durante el desarrollo del Trabajo Especial de Grado, se llevaron a cabo pruebas unitarias y funcionales tanto del servidor y el sistema administrativo como también de la aplicación móvil. En el caso de las pruebas unitarias, fueron detalladas en la sección de lista de tareas de la iteración: *Sprint Backlog* y a continuación se presentan las pruebas funcionales de cada módulo.

### 5.7.1. Pruebas realizadas en el servidor

Las pruebas funcionales que se realizaron en el servidor estuvieron en función de casos de prueba estructurados de la siguiente manera:

Para las pruebas del lado del servidor, se utilizó la herramienta *Postman* de Google la cual permite realizar peticiones de cualquier tipo. Está compuesto por diferentes herramientas y utilidades gratuitas que permiten realizar tareas diferentes dentro de los ambientes de servidores.

Para cada funcionalidad que provee el servidor siguiendo el esquema de la documentación previa se crearon peticiones con datos de prueba que buscaban forzar errores en el sistema. Gracias a ello, se hallaron errores de sintaxis de las rutas de algunas funcionalidades, se detectó también una serie de eventos inesperados al momento de obtener los datos de los usuarios, como lo fueron: el último usuario registrado no se reflejaba en el sistema y no se reflejaba la relación entre usuario-institución. En la Figura 20 se puede observar la distribución de las pruebas.

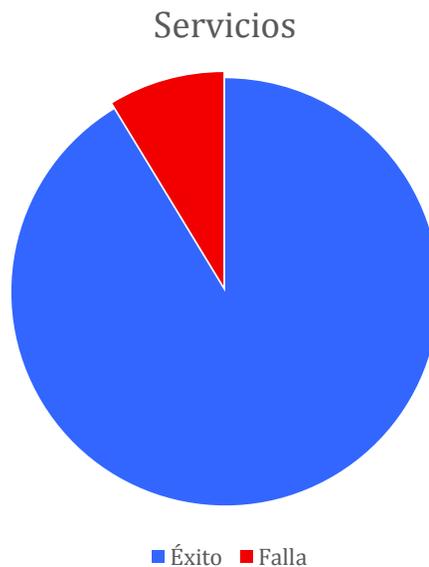


Figura 20: Resultado de prueba de servidor: total 46 servicios, 42 éxito y 6 fallos

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

No obstante, estos errores en el servidor fueron resueltos a medida que se realizaban las pruebas funcionales para cada servicio. También, se diseñaron casos para probar el correcto funcionamiento de las peticiones, esperando obtener una respuesta exitosa del lado del sistema, estas fueron culminadas de manera satisfactoria.

### 5.7.2. Pruebas realizadas en el sistema administrativo

Las pruebas unitarias y funcionales que se realizaron en el sistema administrativo estuvieron basadas en cada servicio que provee, detallados a continuación:

Las pruebas asociadas al registro de especímenes en el sistema se basaron en primer lugar en ingresar datos repetidos, lo que posteriormente permitió hacer validaciones en el servidor y en el sistema administrativo para evitar esta inconsistencia de datos. Luego, se denotó una falla importante al momento de integrar la aplicación Google Maps en la web impidiendo usarlo más de una vez al día, por lo tanto, se integró la aplicación Leaflet que resolvió el inconveniente presentado.

Además, al utilizar la funcionalidad de generar códigos QR y de barra se presentó el inconveniente de que no eran visualizados correctamente en la pantalla, y posteriormente, se modificaron las dimensiones para solventar esa incidencia. En la Figura 21 se muestra gráficamente la distribución de las pruebas.

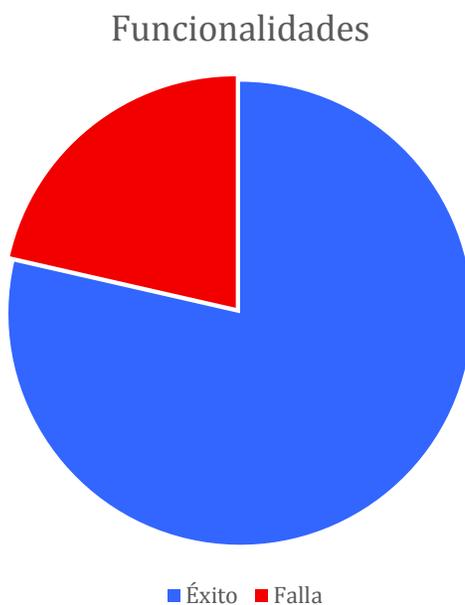


Figura 21: Resultado de prueba de administrador: total 14 servicios, 11 éxito y 3 fallos

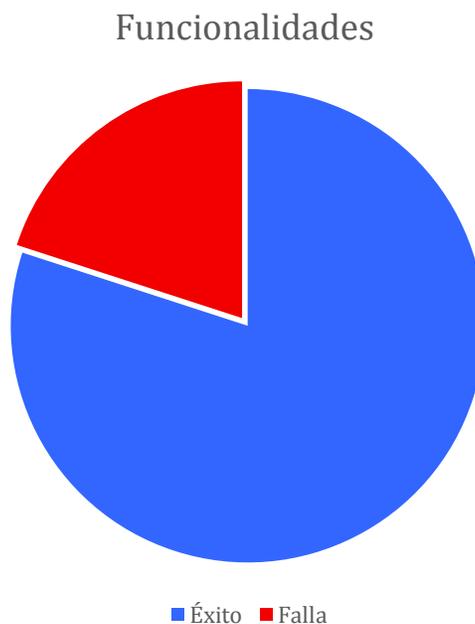
**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

### 5.7.3. Pruebas realizadas en la aplicación móvil

Las pruebas unitarias y funcionales que se ejecutaron en la aplicación móvil estuvieron basadas en consultas de espécimen, instituciones, ubicación, escáner y búsquedas avanzadas, estas pruebas serán detalladas y explicadas a continuación:

Las pruebas asociadas al escáner de marcadores tuvieron un resultado no esperado en la primera implementación, ya que, se necesitaba integrar componentes visuales para poder aplicar la realidad aumentada a la aplicación, para solventar esta incidencia se tuvo que integrar una nueva funcionalidad que permitiera agregar dichos componentes y poder interactuar con ellos mientras se escaneaba un código.

Para el caso de la búsqueda avanzada de espécimen se detectó una falla al momento de agregar un campo adicional de búsqueda a la petición, por tanto, se modificó la forma en la que el servidor procesaba la consulta y también la estructura en la que emitía el servicio. En la Figura 22 se muestra una gráfica con el resultado de las pruebas.



*Figura 22: Resultado de prueba de la aplicación móvil: total 10 servicios, 8 éxito y 2 fallos*

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

### 5.7.4. Pruebas de aceptación

Se realizaron pruebas de aceptación para determinar si la aplicación y el sistema cumplían con las necesidades y los requerimientos del usuario. Estas pruebas fueron basadas en una lista de preguntas e instrucciones que permitían explorar todas las funcionalidades de los productos de software ya mencionados. Cabe destacar que, las pruebas fueron realizadas por los desarrolladores y por los tutores del TEG.

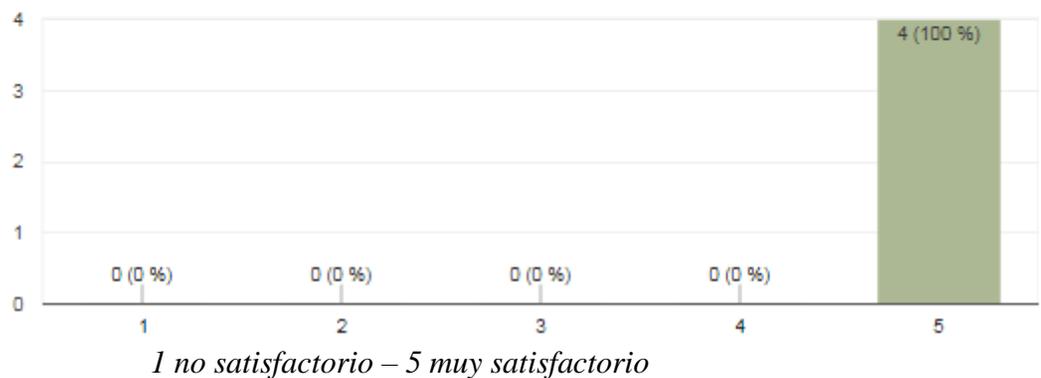
Las pruebas estaban divididas entre tres secciones:

- **Pruebas de aceptación - Sistema administrativo EMUSE**, en esta sección se les dio a los usuarios credenciales de administrador y una lista de instrucciones a seguir, un ejemplo de estas instrucciones se encuentra en la Figura 23, para validar el comportamiento permitiéndoles explorar todo su contenido.

#### 1- Ingrese al sistema administrativo de EMUSE

#### Inicio satisfactorio

4 respuestas



*Figura 23: Ejemplo de las instrucciones suministradas para las pruebas de aceptación del sistema administrativo y su respuesta correspondiente*

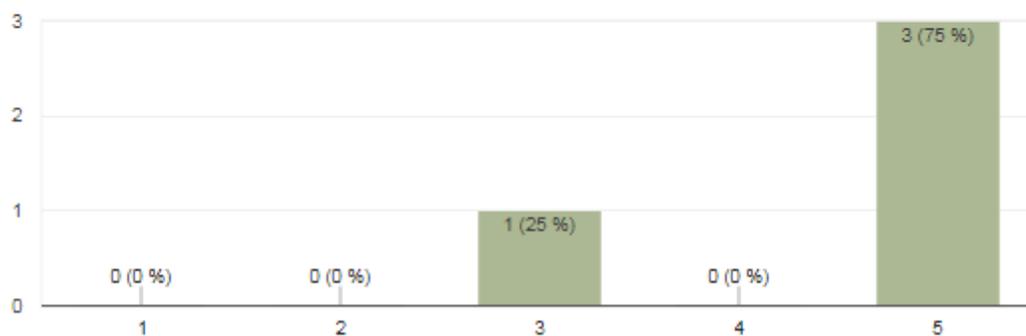
**Fuente:** Documentos de Google, visualización de respuestas del formulario, 2018

- **Pruebas de aceptación - Aplicación móvil EMUSE**, a diferencia de la sección anterior, se les dio acceso a los usuarios sin necesidad de una credencial para interactuar con la aplicación móvil, además, de una serie de instrucciones que facilitarían el uso de la misma, un ejemplo de dichas instrucciones está en la Figura 24.

#### 5- Ubicar espécimen en el mapa

#### Ubicar espécimen en el mapa

4 respuestas



*1 no satisfactorio – 5 muy satisfactorio*

*Figura 24: Ejemplo de las instrucciones suministradas para las pruebas de aceptación de la aplicación móvil y su respuesta correspondiente*

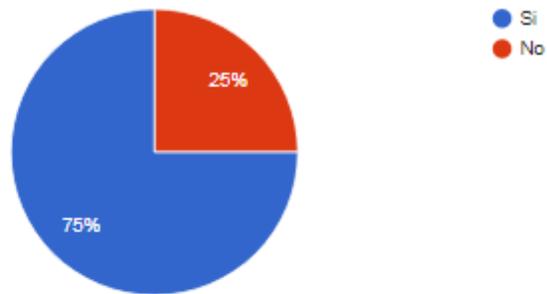
**Fuente:** Documentos de Google, visualización de respuestas del formulario, 2018

- **Cuestionario de aceptación**, finalmente en esta sección se presentó una serie de preguntas acerca de la experiencia obtenida con respecto a diseño, usabilidad, satisfacción y detalles adicionales que quisiera agregar el usuario.

En la Figura 25 se muestran dos gráficos en base a las pruebas de aceptación, obteniendo un 75% en la respuesta “sí” en ambas: en cuanto a la comodidad del uso de la aplicación y la dificultad con registrar espécimen, esta última permitió detallar un error de validación al usuario al momento de registrarlo.

¿Se sintió cómodo con el uso de la aplicación?

4 respuestas



¿Tuvo alguna dificultad para registrar especímenes?

4 respuestas

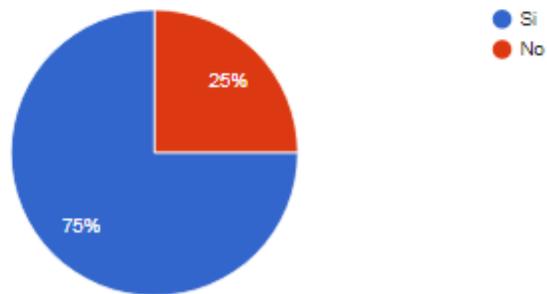


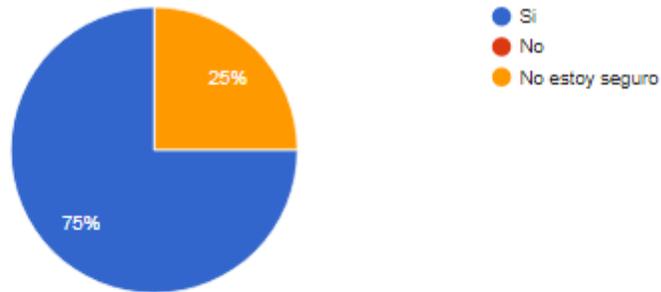
Figura 25: Pruebas de aceptación (1)

**Fuente:** Documentos de Google, visualización de respuestas del formulario, 2018

En la Figura 26, al igual que en la figura anterior, se muestran dos gráficos, para el primero se cuestiona sobre las características de la interfaz obteniendo un 75% en la respuesta favorable. Para el segundo, se busca conocer si hubo alguna dificultad para realizar modificaciones en el sistema obteniendo un 100% de descontento, siendo este, el mismo fallo comentado en el anterior gráfico.

¿Le parece que la interfaz del sistema es simple, sencilla y organizada?

4 respuestas



¿Presentó alguna dificultad para realizar modificaciones en el sistema administrativo?

4 respuestas



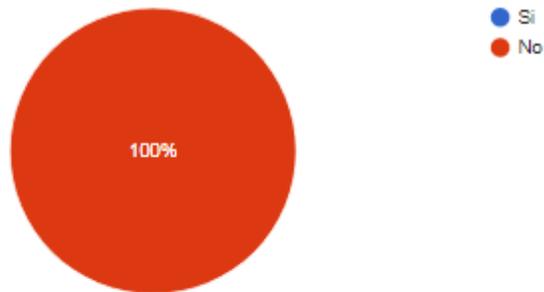
Figura 26: Pruebas de aceptación (2)

**Fuente:** Documentos de Google, visualización de respuestas del formulario, 2018

En la Figura 27, se presentan las siguientes dos preguntas de las pruebas de aceptación, en la primera se evidencia que los usuarios no se encontraron con problemas que no pudieran resolver. En la segunda pregunta, se obtuvo como resultado que los usuarios se encuentran a gusto con el diseño y la interfaz del sistema en un 100%.

¿La aplicación presentó algún tipo de error que usted no pudiera manejar?

4 respuestas



¿Se sintió cómodo con el tamaño, color y tipo de fuente?

4 respuestas

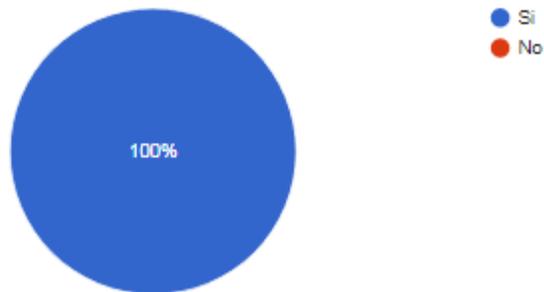


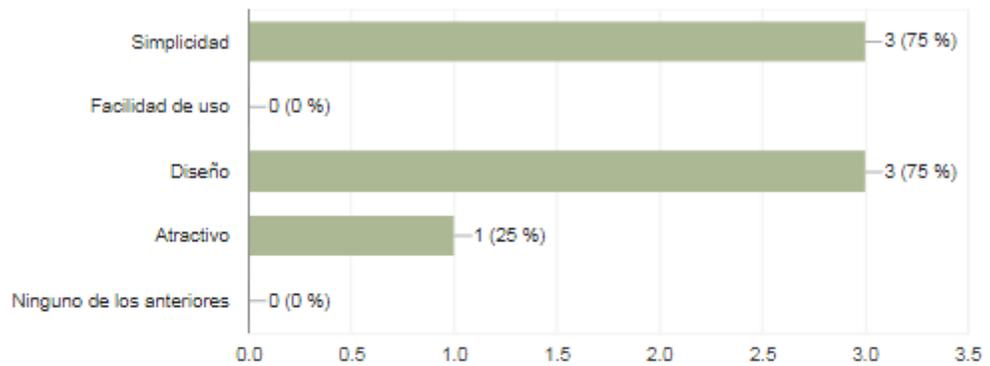
Figura 27: Pruebas de aceptación (3)

**Fuente:** Documentos de Google, visualización de respuestas del formulario, 2018

En la Figura 28, se muestran las últimas dos preguntas de aceptación, en la primera se le solicita al usuario que indique cuales aspectos les parece favorable de la aplicación, siendo las características: diseño, simplicidad y atractivo las más resaltantes. Para la segunda, se le solicita al usuario determinar qué tan interesante fue su interacción con la aplicación.

¿Cuál o cuáles de los siguientes aspectos le atraen de la aplicación?

4 respuestas



¿Qué opinión tiene con respecto a la interacción con la aplicación?

4 respuestas

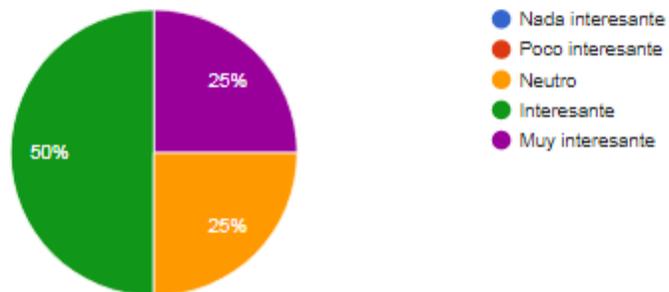


Figura 28: Pruebas de aceptación (4)

**Fuente:** Documentos de Google, visualización de respuestas del formulario, 2018

### 5.7.5. Resultados asociados a los requerimientos funcionales

- El requerimiento de implementar las funcionalidades CRUD para la creación, eliminación, actualización y lectura de la información se abarcó exitosamente al

proveer servicios de gestión de datos para los especímenes, instituciones, usuarios, archivos multimedia y puntos de interés.

- La consulta mediante marcadores se apoyó en la herramienta de escaneo Cordova Plugin QRscanner para lograr decodificar los códigos QR y códigos de barra, además de desarrollar un método de consulta para códigos alfanuméricos de texto plano.
- Se desarrolló la funcionalidad de geolocalización desde el sistema administrativo con la herramienta Leaflet y desde la aplicación móvil con la funcionalidad que provee Google Maps. Adicionalmente, se creó un módulo que permite mostrar detalles del espécimen al momento de capturar los marcadores asociados al mismo.
- Se implementó un motor de búsqueda para la aplicación móvil en el cual el usuario podrá personalizar su consulta entre las propiedades y características de los ejemplares.
- Se creó la jerarquía de roles al momento de ingresar al sistema administrativo para restringir las acciones que puede realizar cada usuario.
- Al crear el sistema administrativo y la aplicación móvil se le permite al usuario acceder a los datos a través de dispositivos móviles y de escritorio.
- Mediante el uso de archivos “csv” y “xls” se logra realizar la carga de los datos hacia el sistema. Además, se provee una plantilla que facilita la creación de registros masivamente.
- Se desarrolló la funcionalidad de exportar los datos del sistema en un formato de archivo PDF para respaldar toda la información asociada a especímenes e instituciones.

#### 5.7.6. Resultados asociados a los requerimientos no funcionales

- **Usabilidad:** se crearon diseños simples e intuitivos para que el usuario pudiera tener un manejo sencillo de la aplicación, realizar consultas de manera intuitiva, escanear marcadores asociados a los especímenes y ubicarlos en el campo sin complicaciones.
- **Rendimiento:** el desarrollo se apoyó en tecnologías y herramientas actuales que permitieron crear, modificar, eliminar y consultar los datos de manera simple y óptima con un mínimo procesamiento en todas las peticiones.
- **Disponibilidad:** se permite que el acceso a la aplicación pueda realizarse en cualquier horario sin inconvenientes ya que todos los servicios están desplegados en un dominio público.

- **Mantenibilidad:** al desarrollar la aplicación, el sistema administrativo y los servicios de gestión de datos para los recursos, se brinda la posibilidad de realizar cambios en el futuro de manera transparente debido a que la codificación se escribió con un esquema sencillo que permite modificarlo y leerlo fácilmente. Además, se da la libertad de agregar funcionalidades según las necesidades que se tengan.
- **Eficiencia:** la aplicación móvil se desarrolló con la intención de brindar rapidez y ligereza, esto se cumple gracias a que existe un manejo óptimo de los datos por parte del servidor y de la aplicación misma.
- **Confiabilidad:** al desarrollar cada servicio y funcionalidad del sistema, se realizaron validaciones en el manejo de datos, peticiones y excepciones para brindar un control de fallos aceptable, los cuales apoyaron las pruebas unitarias y funcionales.
- **Portabilidad:** gracias a que la aplicación se desarrolló bajo el marco de trabajo Ionic, se permite su ejecución desde distintas arquitecturas como lo son iOS y Android.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los centros de estudio como museos y herbarios tienen la necesidad de almacenar y verificar la información y las características esenciales asociadas a especímenes identificados previamente, para ello se creó una aplicación ágil y robusta que da la posibilidad de consultar dichos ejemplares y, además, facilitar a los investigadores y catalogadores crearlos, modificarlos o eliminarlos de los bancos de datos.

Para el presente Trabajo Especial de Grado se desarrolló un sistema de catalogación de especímenes basado en tres (3) componentes de software, uno de ellos del lado del servidor que contiene la lógica de los datos que además, permite almacenar la información, el segundo, el sistema administrativo asociado directamente a el servidor y mediante el cual se facilita la gestión de los usuarios, especímenes e instituciones, y por último, una aplicación móvil de consulta que da la posibilidad de listar instituciones y ubicarlas geográficamente, además de, buscar especímenes por nombre o campos adicionales, ubicarlos en el campo y escanear su código asociado.

El desarrollo del sistema de catalogación fue apoyado por las tecnologías: Lumen (PHP) para el servidor, Ionic 3 para la aplicación móvil y Vue.js para el sistema administrativo. En cuanto a las herramientas utilizadas se tienen en cuenta: Google Maps y Leaflet para la funcionalidad de geolocalización en la aplicación móvil y en la aplicación web respectivamente, Storage para la carga y descarga de archivos desde el servidor, MySQL para el sistema manejador de base de datos y finalmente Cordova Plugin QRscanner para escanear los códigos QR y de barra desde la aplicación móvil.

Es fundamental que la catalogación de especímenes se haga de manera dinámica sin perder los estándares y las metodologías establecidas, por consecuencia, se diseñó una estructura que permite la introducción dinámica de los datos sin perder los parámetros fijos para las plantas y los animales. Por tanto, se implementó una vista adicional en el sistema administrativo que permite agregar campos adicionales a cada espécimen de manera rápida y eficaz.

Se crearon funcionalidades de carga y descarga masiva de los datos, lo que permite respaldarlos y usarlos en otras aplicaciones, almacenando la información de especímenes e instituciones en archivos. Estos archivos son de tipo “csv”, “xls” y “PDF”.

El uso de la metodología ágil de desarrollo Scrum tomó un papel fundamental en la ejecución del proyecto al facilitar la organización de tareas, lo cual permitió ordenar las funcionalidades requeridas a través de bloques de tiempo.

Con respecto a las pruebas realizadas y los resultados obtenidos sobre los tres componentes desarrollados del sistema de catalogación, se determinó una serie de errores y eventos no esperados que fueron solventados al momento. Estas pruebas ayudaron a satisfacer los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema.

Se logró alcanzar los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto, cumpliendo con los requerimientos definidos, aplicando métodos basados en los conocimientos obtenidos cursando los estudios de Licenciatura en Computación de la Facultad de Ciencias, Universidad Central de Venezuela.

Finalmente, las recomendaciones sugeridas para futuros trabajos son las siguientes:

- Agregar la funcionalidad de reconocimiento de imágenes.
- Enriquecer la visualización de los objetos multimedia aplicando conocimientos en el área de Computación Gráfica en torno a vistas 3D.
- Seguir el enfoque lado del servidor – lado del cliente.
- Agregar funcionalidades adicionales al sistema administrativo.
- Permitir el acceso a la aplicación a través de dispositivos iOS.

## REFERENCIAS

- Acerca Ciencia. (13 de Mayo de 2013). Obtenido de <http://www.acercaciencia.com/2013/05/13/clasificacion-de-los-seres-vivos/>
- Alcolado M, P. y. (16 de Enero de 2001). Instituto de Ecología y Sistemática. Obtenido de Instituto de Ecología y Sistemática: <http://www.ecosis.cu/>
- Altamirano, M., & Yáñez, P. (2016). EL CÓDIGO DE BARRAS DE ADN(barcoding)... La Granja.
- Angular. (2018). Obtenido de <https://angular.io/>
- Beltrán López, G. (2016). Geolocalización online. La importancia del dónde. UOC. Blog de biología. (s.f.). Obtenido de <https://www.blogdebiologia.com/sistemica-y-taxonomia.html>
- Chinlli, C. G. (2015). Análisis comparativo de framework software libre para el desarrollo de aplicaciones de escritorio en java. Obtenido de Análisis comparativo de framework software libre para el desarrollo de aplicaciones de escritorio en java.
- Ciencias Naturales. (s.f.). Obtenido de <http://www.areaciencias.com/TAXONOMIA-CLASIFICACION%20DE%20LOS%20SERES%20VIVOS.htm>
- Developers. (s.f.). Obtenido de <https://developer.android.com/studio/?hl=es-419>
- Díaz, D. A. (1998). Ecosur. Obtenido de Ecosur: <https://www.ecosur.mx/coleccionesbiologicas>
- Django rest framework. (s.f.). Obtenido de <http://www.django-rest-framework.org/>
- Ecoosfera. (s.f.). Obtenido de <https://ecoosfera.com/2017/04/4-apps-ecologicos-que-te-ayudaran-a-descubrir-la-vida-salvaje/>
- Fuentes, A. (s.f.). Robotica UV. Obtenido de Robotica UV: <http://robotica.uv.es/pub/Libro/PDFs/CAPI5.pdf>
- Galindo Haro, J. M., & Camps Riba, J. M. (2008). Diseño e implementación de un marco de trabajo (framework) de presentación para aplicaciones JEE.
- Gonzalez, M. (Septiembre de 2011). Scielo. Obtenido de Scielo: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2011000300011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000300011)
- GS1, G. -O. (1973). GS1. Obtenido de GS1: <https://www.gs1.org/>
- Historia de la Clasificación de los Seres Vivos. (s.f.). ESCUELA EUROPEA DE LUXEMBURGO.
- Ionescu, D. (29 de Marzo de 2010). PcWorld. Obtenido de PcWorld: <https://www.pcworld.com/article/192803/geolo.html>
- Ionic. (2018). Obtenido de <https://ionicframework.com/>
- Juárez, U. A. (2016). Colecciones Biológicas. Juárez.
- Keyence. (12 de Septiembre de 1981). Obtenido de Keyence: [https://www.keyence.com/ss/products/auto\\_id/barcode\\_lecture/basic/code128/](https://www.keyence.com/ss/products/auto_id/barcode_lecture/basic/code128/)
- Laravel. (s.f.). Obtenido de <https://laravel.com/>
- Linneo, C. (1735). Systema naturæ. En C. Linneo, Systema naturæ.
- M. Degiovannini, C. d. (2011). Java Hispano. Obtenido de Java Hispano: [JavaHispano.com](http://JavaHispano.com)
- Manager, S. (2015). Scrum Manager I.
- Nóbrega, Y., & Prieto, W. (2016). Análisis de requerimientos del Módulo “Catalogación de Recursos” para la Biblioteca Alonso Gamero y Sistema de Bibliotecas de la Facultad de Ciencias. Caracas.
- Node frameworks. (2013). Obtenido de <http://nodeframework.com/>
- OBS Business School. (2018). Obtenido de <https://www.obs-edu.com/es/blog-project-management/agile-project-management/cuales-son-los-metodos-agiles-mas-utilizados>

Otwell, T. (s.f.). Lumen . Obtenido de Lumen: <https://lumen.laravel.com/>

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008). Definición.de. Obtenido de <https://definicion.de/metodologia/>

Puentes, A. (19 de Marzo de 2018). Developer Mozilla. Obtenido de Developer Mozilla: <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Methods>

Que Significado. (6 de Junio de 2018). Obtenido de <http://quesignificado.com/taxonomia-biologica/>

Querol Rovira, M. (2016). All You Need Is Biology. Obtenido de <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2016/06/11/mejores-aplicaciones-moviles-naturaleza-campo/>

Radford. (1974). Vascular plants systematics. Harper & Row, The Univeristy of Michigan, 891pp.

Raya, R. (20 de Junio de 2016). ¿Qué son las metodologías ágiles?. LeanMonitor Blog. Obtenido de <http://blog.leanmonitor.com/es/que-son-las-metodologias-agiles/>

Realidad-virtual y realidad aumentada. (26 de Mayo de 2016). Obtenido de <https://www.interxion.com/es/blogs/2016/05/5-diferencias-entre-realidad-virtual-y-realidad-aumentada/>

Roche, & Julio. (2018). Deloitte. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/roles-y-responsabilidades-scrum.html>

Rosales, G., & Adonis, R. (14 de Septiembre de 2016). LinkedIn. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/3-pilares-del-empirismo-en-scrum-adonis-ricardo-rosales-garc%C3%ADa>

Ruiz Torres, D. (2013). La realidad aumentada y su aplicación en el patrimonio cultural.

Schwaber, K., & Sutherland, J. (2013). La Guía de Scrum.

Sierra, M. M. (22 de Marzo de 2017). Universia. Obtenido de Universia: <http://noticias.universia.es/ciencia-tecnologia/noticia/2017/03/22/1150739/realidad-aumentada-llega-museos.html>

Significados. (7 de Marzo de 2018). Obtenido de <https://www.significados.com/empirismo/>

Stanley M. Tomkiewicz, J. (22 de Agosto de 2004). Archive. Obtenido de Archive: <https://web.archive.org/web/20060718092755/http://telonics.com/technotes/tracking.html>

Stevenson, R. (Diciembre de 2005). Printed Circuit Desing & Fab. Obtenido de <http://pcdandm.com/pcdmag/mag/0512/0512stevenson.pdf>

Telefónica, F. (2011). Realidad Aumentada: una nueva lente para ver el mundo.

Today, S. (3 de Octubre de 2006). Satellite Tracking - Space Today. Obtenido de Satellite Tracking - Space Today: <http://www.spacetoday.org>

Use React Native. (s.f.). Obtenido de <http://www.reactnative.com/>

Vega, A. (06 de Octubre de 2011). Etiquetas Laboratorio. Obtenido de Etiquetas Laboratorio: <http://www.etiquetas-laboratorio.com/blog/codigos-bidimensionales-qr-bidi-datamatrix/>

Vue.js. (s.f.). Obtenido de <https://vuejs.org/>

## ANEXOS

### Anexo 1: Glosario

**Definición:** Centros de estudio

**Disponible en:** <https://www.researchgate.net/>, Clasificación y manejo de colecciones biológicas.

Se le denomina centro de estudio a cualquier ente que se especializa en brindar información de interés a un grupo de personas. En cualquier caso, existen centros que se guían hacia algún ámbito específico. Cuando hablamos de catalogación y colecciones biológicas, normalmente están asociados a un centro de estudio que se encarga de monitorear sus investigaciones y brindar esa información hacia las personas interesadas, esto en muchas ocasiones tiende a desarrollarse de distintas formas, la más común es incluir seminarios o recorridos dentro del centro de estudio, pero algunos de ellos aplican metodologías para que esta enseñanza sea más práctica.

**Definición:** Especie

**Disponible en:** <https://definicion.de/especie/>

Se le denomina especie a cada uno de los grupos en que se dividen los géneros, es decir, la limitación de lo genérico en un ámbito morfológicamente concreto. En Biología, una especie es la Unidad básica de la Clasificación biológica.

También definida como el conjunto de organismos o poblaciones naturales capaces de entrecruzarse y de producir descendencia fértil, pero no pueden hacerlo (o al menos no lo hacen habitualmente) con los miembros de poblaciones pertenecientes a otras especies. En muchos casos, los individuos que se separan de la población original y quedan aislados del resto pueden alcanzar una diferenciación suficiente como para convertirse en una nueva especie; por lo tanto, el aislamiento reproductivo respecto de otras poblaciones es crucial.

Diferencia entre especie y espécimen: la especie se refiere en ámbitos generales a un grupo de individuos que poseen la misma cadena biológica o de género y que pueden ser estudiados, en cambio, el espécimen se refiere directamente a una muestra de ellos y que normalmente es conservado para tenerlo como base en futuros estudios.

**Definición:** Espécimen.

**Disponible en:** Diccionario panhispánico de dudas (1.<sup>a</sup> edición).

Espécimen es aquel individuo o parte de un individuo que se toma como muestra, especialmente el que se considera representativo de los caracteres de la población a la que pertenece. Los especímenes son conservados en colecciones biológicas, tales como herbarios, acompañados de información acerca de su origen y las condiciones de recolección y preparación, información sin la cual pueden perder la mayor parte de su valor científico.

**Definición:** Herbario

**Disponible en:** <https://definicion.de/herbario>

Es una colección de Plantas o partes de plantas, disecadas, preservadas, identificadas y acompañadas de información crítica sobre el sitio de colección, nombre común y usos. Tal colección en general representa la Flora, o patrimonio vegetal, de una localidad, región o país. También se conoce como herbario el espacio donde se encuentra esta colección.

**Definición:** Museo

**Disponible en:** <https://definicion.de/museo/>

Es una institución pública o privada, permanente, con o sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y de su desarrollo, y abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica, expone o exhibe, con propósitos de estudio y educación, colecciones de arte, científicas, entre otros. Los museos de historia natural y ciencias naturales suelen exhibir los trabajos del mundo natural. El enfoque está en la naturaleza y la cultura. Las exposiciones pueden educar al público acerca de la paleontología, la historia antigua y la antropología. La evolución biológica, las cuestiones ambientales y la biodiversidad son las principales áreas en museos de ciencias naturales.

## Anexo 2: Documentación resumida de los servicios del lado del servidor

**Fuente:** Creada por los Autores, 2018

Ruta	Acción	Tipo de petición	Datos de entrada (Estructura)
<b>api/login/</b>	Login de Usuario	POST	<pre>{   "email": STRING,   "password": STRING }</pre>
<b>api/usuario/</b>	Crear nuevo usuario	POST	<pre>{   "email": STRING,   "password": STRING,   "nombre": STRING,   "apellido": STRING,   "telefono": STRING (OPCIONAL),   "direccion": STRING }</pre>

			(OPCIONAL), “tipo”: STRING, “tipo_catalogador”: STRING (OPCIONAL) }
<b>api/usuario/</b>	Obtener información del usuario autenticado	GET	api/usuario/
<b>api/usuario/{id}</b>	Obtener un usuario en específico	GET	api/usuario/{id}/
<b>api/usuario/{id}</b>	Editar un usuario en específico	PUT	{ “email”: STRING, “password”: STRING, “nombre”: STRING, “apellido”: STRING, “teléfono”: STRING (OPCIONAL), “direccion”: STRING (OPCIONAL), “tipo”: STRING, “tipo_catalogador”: STRING (OPCIONAL) }

<b>api/usuario/{id}</b>	Eliminar un usuario en específico	DELETE	api/usuario/{id}/
<b>api/password_change/</b>	Cambiar contraseña	POST	{ "email": STRING, "password": STRING }
<b>api/institución/</b>	Crear una institución nueva	POST	{ "nombre": STRING, "contacto": STRING, "correo": STRING, "url": STRING, "latitud": DOUBLE, "longitud": DOUBLE, "comentario": STRING, "imagen": STRING }
<b>api/institución/</b>	Obtener todas las instituciones	GET	api/institucion/
<b>api/institución/{id}</b>	Obtener una institución en específico	GET	api/institucion/{id}
			{

<b>api/institución/{id}</b>	Editar una institución en específico	PUT	"nombre": STRING, "contacto": STRING, "correo": STRING, "url": STRING, "latitud": DOUBLE, "longitud": DOUBLE, "comentario": STRING, "imagen": STRING }
<b>api/institución/{id}</b>	Eliminar una institución en específico	DELETE	api/institucion/{id}
<b>api/institucion/busqueda/{campo}/</b>	Buscar institución por campo de texto	GET	api/institucion/busqueda/{campo}/
<b>api/institucion/busqueda/{ini}/{fin}/</b>	Obtener todas las instituciones por paginación	GET	api/institucion/busqueda/{ini}/{fin}/
<b>api/especimen/</b>	Obtener todos los especímenes	GET	api/especimen/
			{ "id_usuario": INTEGER, "codigo_qr": STRING (OPCIONAL), "codigo": STRING

<p><b>api/especimen/</b></p>	<p>Crear un nuevo espécimen</p>	<p>POST</p>	<p>(OPCIONAL),  "codigo_de_barras": STRING  (OPCIONAL),  "nombre_catalogador":  STRING,  "fecha_de_registro" : DATE,  "fecha_de_creacion" : DATE,  "nombre_especimen" :  STRING,  "descripcion" : STRING,  "reino" : STRING,  "phylum" : STRING,  "clase" : STRING,  "orden" : STRING,  "familia" : STRING,  "genero" : STRING,  "especie": STRING,  "variedad" : STRING,  "forma": STRING,  "campos_adicionales" :  STRING (formato json con  comillas),  "comentario": STRING,  "imagen": STRING  }</p>
<p><b>api/especimen/{id}</b></p>	<p>Obtener un espécimen en específico</p>	<p>GET</p>	<p>api/especimen/{id}</p>
			<p>{  "id_usuario": INTEGER,  "codigo_qr": STRING  (OPCIONAL),  "codigo": STRING  (OPCIONAL),  "codigo_de_barras": STRING  (OPCIONAL),  "nombre_catalogador":  STRING,  "fecha_de_registro" : DATE,</p>

<p><b>api/especimen/{id}</b></p>	<p>Modificar un espécimen en específico</p>	<p>PUT</p>	<pre>"fecha_de_creacion" : DATE, "nombre_especimen" :   STRING, "descripcion" : STRING, "reino" : STRING, "phylum" : STRING, "clase" : STRING, "orden" : STRING, "familia" : STRING, "genero" : STRING, "especie": STRING, "variedad" : STRING, "forma": STRING, "campos_adicionales" : STRING (formato json con comillas), "comentario": STRING, "imagen": STRING }</pre>
<p><b>api/especimen/{id}</b></p>	<p>Eliminar un espécimen en específico</p>	<p>DELETE</p>	<p>api/especimen/{id}</p>
<p><b>api/especimen/búsqueda/</b></p>	<p>Búsqueda avanzada de espécimen</p>	<p>POST</p>	<pre>{ "codigo": STRING, "nombre_catalogador":   STRING, "nombre_especimen" :   STRING, "descripcion" : STRING, "reino" : STRING, "phylum" : STRING, "clase" : STRING, "orden" : STRING, "familia" : STRING, "genero" : STRING, "especie": STRING, "variedad" : STRING, "forma": STRING, "otro" : STRING ,</pre>

			"comentario": STRING }
<b>api/especimen_institucion/</b>	Crear relación institución-espécimen	POST	{ "id_especimen": INTEGER, "id_institucion": INTEGER }
<b>api/especimen_institucion/</b>	Obtener todas las relaciones de institución-espécimen	GET	api/especimen_institucion/
<b>api/especimen_institucion/{id}</b>	Obtener una relación en específico de institución-espécimen	GET	api/especimen_institucion/{id}
<b>api/especimen_institucion/{id}</b>	Modificar una relación en específico de institución-espécimen	PUT	{ "id_especimen": INTEGER, "id_institucion": INTEGER }
<b>api/especimen_institucion/{id}</b>	Eliminar una relación en específico de institución-	DELETE	api/especimen_institucion/{id}

	espécimen		
<b>api/puntos_de_interes/</b>	Crear un nuevo punto de interés	POST	<pre> {   "id_especimen":INTEGER,   "nombre_catalogador":     STRING,   "latitud": DOUBLE,   "longitud": DOUBLE,   "altitud": DOUBLE,   "icono": STRING,   "comentario": STRING } </pre>
<b>api/puntos_de_interes/</b>	Obtener todos los puntos de interés	GET	api/puntos_de_interes/
<b>api/puntos_de_interes/{id}</b>	Obtener un punto de interés en específico	GET	api/puntos_de_interes/{id}
<b>api/puntos_de_interes/{id}</b>	Modificar un punto de interés en específico	PUT	<pre> {   "id_especimen":INTEGER,   "nombre_catalogador":     STRING,   "latitud": DOUBLE, </pre>

			<pre>"longitud": DOUBLE, "altitud": DOUBLE, "icono": STRING, "comentario": STRING }</pre>
<b>api/puntos_de_interes/{id}</b>	Eliminar un punto de interés en específico	DELETE	api/puntos_de_interes/{id}
<b>api/multimedia/</b>	Crear un nuevo registro de multimedia	POST	<pre>{ "id_especimen": INTEGER, "tipo": STRING, "ruta_multimedia": STRING }</pre>
<b>api/multimedia/</b>	Obtener todos los registros de multimedia	GET	api/multimedia/
<b>api/multimedia/{id}</b>	Obtener un registro de multimedia en específico	GET	api/multimedia/{id}
			{

<b>api/multimedia/{id}</b>	Modificar un registro de multimedia en específico	PUT	"id_especimen": INTEGER, "tipo": STRING, "ruta_multimedia": STRING }
<b>api/multimedia/{id}</b>	Eliminar un registro de multimedia en específico	DELETE	api/multimedia/{id}
<b>api/multimedia/especimen/{id}</b>	Obtener los registros de multimedia de un espécimen en particular	GET	api/multimedia/especimen/{id}
<b>api/multimedia/storage/file/</b>	Subir archivo de audio, imagen, video o de documento al servidor	POST	form-data: file   Archivo name   Texto
<b>api/multimedia/storage/delete_file/</b>	Eliminar un archivo en el servidor	POST	{ "file_path": STRING }
	Generar u		

<b>api/especimen/generate_qr/ {id}/</b>	obtener un código QR a partir del id del espécimen	GET	api/especimen/generate_qr/ {id}/
<b>api/especimen/generate_bar/ {id}/</b>	Generar u obtener un código de barras	GET	api/especimen/generate_bar/ {id}/
<b>api/especimen/code_bar/ {bar}/</b>	Obtiene el espécimen de un código de barras enviado	GET	api/especimen/code_bar/ {bar}/
<b>api/especimen/busqueda_simple /{text}/</b>	Búsqueda simple de espécimen	GET	api/especimen/busqueda_simple /{text}/
<b>api/especimen/institucion/ count/</b>	Obtiene total de especímenes e instituciones	GET	api/especimen/institucion/ count/
	Obtiene el listado de los 10 especímenes,	GET	

<b>api/especimen/institucion/ recientes/</b>	instituciones más recientes		api/especimen/institucion/ recientes/
--	-----------------------------------	--	--