



Zaves aplicación móvil de aves para el turismo de naturaleza

Jesús Alberto Espinosa Arias
Universidad de Guadalajara
jesuse@cusur.udg.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6983-8715>

Javier Antonio Zepeda Orozco
Universidad de Guadalajara
javier.zepeda@cusur.udg.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1992-2334>

Gerardo Jiménez Haro
Universidad de Guadalajara
gerardoj@cusur.udg.mx

Cómo citar: Espinosa Arias, J. A., Zepeda Orozco, J. A., & Jiménez Haro, G. (2024). Zaves aplicación móvil de aves para el turismo de naturaleza. En A. G. Ramírez Gutiérrez (Coord.), *Avances en nuevos modelos del turismo en México: Sustentabilidad, cultura e inclusión como ejes del desarrollo endógeno* (pp. 79-106). Universidad Panamericana. <https://doi.org/10.21555/turismo.2024.03>

Resumen

México y su biodiversidad, experimentan un auge en el turismo de naturaleza, particularmente en la observación de aves. Algunas aplicaciones móviles existentes como Merlin e iNaturalista no son accesibles para todos. Zaves surge como una alternativa inclusiva, diseñada bajo los principios del diseño universal para atender las necesidades de personas con discapacidad y adultos mayores. Estas características son: uso equitativo y flexible, información pertinente, mínimo esfuerzo físico y una interfaz intuitiva. La aplicación incorpora videos cortos subtítulos y en lengua de señas mexicana, alojados en su canal de YouTube para optimizar el peso de la aplicación. De manera gratuita y sin registro, Zaves proporciona información sobre 102 aves acuáticas y terrestres, convirtiéndose en

la única aplicación de su tipo en México. Su aceptación inicial ha sido positiva, con 52 mil visualizaciones en YouTube. No obstante, se requiere una evaluación para identificar áreas de mejora y establecer un programa de difusión.

Palabras clave: turismo de naturaleza, observación de aves, grupos minoritarios, aplicación móvil.

Introducción

México es uno de los países más megadiversos del mundo, gracias a su ubicación geográfica y su topografía, lo que le permite contar con prácticamente todos los tipos de ecosistemas a lo largo del territorio, destaca en plantas vasculares, cactáceas, mamíferos, anfibios, reptiles y aves. Existen 10,500 especies de aves en el mundo, de estas, México cuenta con el 11 % esto es, entre 1,123 y 1,150 especies (Navarro-Sigüenza et al., 2014) estas características hacen muy atractivo al país para el turismo de naturaleza, el cual se empezó a desarrollar a finales de la década de los noventa enfocándose principalmente en la región sur, con el descenso en río en el estado de Veracruz. Posteriormente se impulsaron otras actividades como la observación de aves, también conocida como aviturismo o turismo ornitológico, que es el viaje motivado para la realización de actividades de ocio relacionadas con la ornitología, como la detección, identificación u observación de la avifauna. Con el objetivo de acercarse a la naturaleza para cubrir necesidades de aprendizaje, afiliación, consecución y/o reconocimiento personal (López, 2008), esta actividad tiene beneficios para el medio ambiente ya que se propicia que las personas observadoras se vuelvan más sensibles y puedan llegar a contribuir a la conservación de la biodiversidad. También se podrían obtener algunos beneficios en la salud mental, porque se produce un mejor estado de ánimo, se propicia la disminución de estrés y se promueven los pensamientos positivos (Cox et al., 2017; Hammoud et al., 2022; Methorst et al., 2021; Ulrich, 1979). Esta actividad en el 2006 contaba con 78,820 observadores de aves (Gómez, 2011), en su mayoría para ver flamencos en la Península de Yucatán con una derrama económica de más de \$ 23 millones de dólares americanos. La actividad ha presentado un fuerte impulso que se manifiesta en el 2019 en un incremento considerable de más de un millón de avituristas y una derrama de \$ 319 millones de dólares americanos, esto

se debe en parte a algunos factores como el aumento de touropeadores, el incremento de festivales de aves, sitios de congregación de aves, la diversificación de destinos de observación de aves, entre los que destacan Bahía de Banderas en Nayarit, Baja California Sur, Quintana Roo, Veracruz y San Luis Potosí (Cantú et al., 2020).

Tradicionalmente para la observación de aves se utilizan las guías de campo impresas de diferentes tipos, tamaños, por grupos de aves, regiones geográficas o de cierta localidad. Estas son de gran apoyo para la identificación de especies, sin embargo, tienen el inconveniente de ser voluminosas y pesadas, además de que tardan en actualizarse por los procesos editoriales y de impresión, así como los costos asociados a estas últimas etapas. Con el desarrollo de la tecnología y la aparición del teléfono inteligente como un dispositivo que permite la portabilidad, conectividad, individualidad, adaptabilidad, inmediatez, interactividad y la ubicuidad (Villalonga y Lazo, 2016), se propicia que estos dispositivos cada día tengan más protagonismo en nuestras vidas.

De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) en el 2022, del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2023), existen 93.8 millones de personas usuarias de teléfonos inteligentes (celulares). El 97 % de las personas usuarias se conectó a internet por medio de su celular, esto propicia que cada día exista un mayor número de aplicaciones para utilizarse en el celular, como las de actividades turísticas relacionadas a los viajes, destinos, reservas, o las de sitios y actividades específicas. En este sentido, se han desarrollado varias aplicaciones para facilitar la observación de aves, como son los casos de Merlin (Cornell Lab of Ornithology, 2023) y iNaturalist (California Academy Sciences, 2023) que tiene carácter global y nacional respectivamente, además de una cantidad importante de aplicaciones locales. Desafortunadamente, ninguna de estas contempla como usuarios a los grupos minoritarios como las personas con discapacidad o los adultos mayores. Según el Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2020), en México existen más de 6 millones de personas (6,179,890) con algún tipo de discapacidad, lo que representa el 4.9 % de la población total del país. Esto indica que existe un segmento importante de población que es poco atendido en lo que respecta a la actividad turística. En México estas políticas se han enfocado principalmente a la implementación de la

infraestructura adaptada, dejando de lado el aspecto de los servicios (Arias, 2023) y la información. En este sentido cobra importancia el desarrollo aplicaciones y servicios para estos grupos minoritarios, que brinden datos específicos y adaptados.

Metodología

Para el desarrollo de la aplicación, se realizó un análisis de las principales aplicaciones móviles de aves Merlin e iNaturalist. En el caso Merlin, es una aplicación muy completa que permite identificar a las aves por medio de una fotografía, por identificación sonora del canto del ave y por la descripción de sus características del tamaño, color y actividad. En los tres casos se completa la información con la ubicación geográfica y la fecha donde se observó el ave. Así, la aplicación proporciona una serie de opciones de aves con las características mencionadas. Merlin es excelente para la identificación de aves, sin embargo, para su buen funcionamiento requiere de la descarga de la base de datos de las aves de la región o del país, que utiliza un espacio de quinientos a mil megabytes en la memoria del celular. Esta desventaja, que consume muchos datos y espacio para su instalación, se compensa con el respaldo de la Universidad de Cornell, que brinda la app de manera gratuita.

En el caso de iNaturalist, es una aplicación más amplia que Merlin debido a que no es específica para aves, también se puede identificar todo tipo de fauna (mamíferos, insectos, crustáceos), flora y hongos. Esta aplicación permite subir registros de las especies con lo que contribuye a crear ciencia ciudadana. También es de descarga gratuita, utiliza menos de 50 megabytes en su instalación y propicia el registro y el intercambio de datos con otros usuarios de la aplicación.

De estas dos aplicaciones, la más completa para identificar aves es Merlin por sus capacidades para reconocer imágenes y sonidos, sin embargo, requiere de tener un procesador más rápido y de espacio en la memoria en el celular de 500 megabytes a 1 gigabyte, lo que limita a muchos usuarios de poder utilizarla. Las dos aplicaciones manejan un lenguaje sencillo, sin embargo, ninguna atiende a los grupos minoritarios como las personas con discapacidad o adultos mayores. Por esta razón se decidió desarrollar la aplicación Zaves, como una plataforma para proporcionar información sencilla y amigable sobre las aves en

México con adaptaciones para personas con discapacidad, principalmente auditiva, y videos subtitrulados en lengua de señas mexicana, ofreciendo un valor agregado que hasta el momento no integra ninguna otra aplicación.

El proyecto estuvo dividido en tres etapas: la primera orientada a recabar, comprobar y adaptar la información técnica y científica a un lenguaje sencillo, accesible y también compatible con la lengua de señas mexicana. Esto, luego de realizar un proceso de observación en campo para registrar las fotografías y videos de las aves. En segundo lugar, se redactaron y adaptaron los guiones para producir 102 videos, que combinaron fotografías, video, locución, música y sonidos de las propias aves en algunos casos. En la tercera etapa, se realizó el diseño y programación de los contenidos en una aplicación móvil para dispositivos Android.

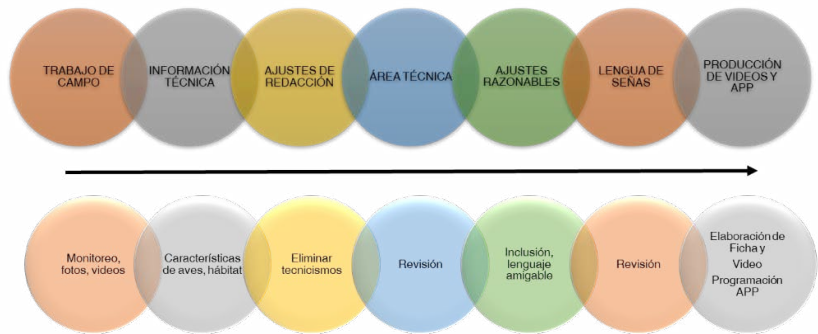
Durante las tres etapas se aplicaron los principios de diseño universal, que de acuerdo con la NC State University en 1997, se definen como el diseño de productos y entornos que puedan ser utilizados con todas las personas, en la mayor medida posible, sin la necesidad de adaptación o diseño especializado. Los principios de diseño universal son: 1) Uso equitativo (debe ser útil para todas las personas); 2) uso flexible (cuenta con un amplio rango de preferencias y adaptaciones); 3) uso simple e intuitivo (es fácil de entender, sin importar la experiencia); 4) información pertinente (utiliza diferentes auxiliares pictóricos y verbales); 5) tolerancia lectora (no tiene elementos peligrosos o aislados, no tiene riesgo de uso), y 6) mínimo esfuerzo físico (diseñada para ser usada cómoda y eficientemente); tamaño adecuado (el tamaño proporciona una forma cómoda de alcanzar la información) (NC State University, 1997). Además, se usó un tipo de letra y colores adecuados para las personas con discapacidad visual.

Etapas 1: Investigación, redacción y adaptación de información

Para la selección de aves, se parte de un proceso de observación en campo y del antecedente de la creación de un catálogo de aves cuyo hábitat es el lago de Zapotlán en Zapotlán el Grande, Jalisco, México. Se utilizó para la descripción de las fichas, las guías de aves de Ducks Unlimited de México (2004, 2009), Dunn y Alderfer (2011), Howell

y Webb (1995), Kaufman (2005), Pérez, Riojas-López y Mellink (2013), Peterson y Chalif (1989), Sibley (2014) y Van Perlo (2006).

Figura 1. Proceso de desarrollo de etapa 1 de Zaves



Fuente: elaboración propia.

La información adicional se obtuvo de sitios web especializados como Enciclovida (<https://enciclovida.mx>), iNaturalist (<https://mexico.inaturalist.org/>), aVerAves (<https://ebird.org/averaves/explore>) y Audubon (<https://www.audubon.org/es>).

Con toda la información recabada, comprobada y analizada, se conforman las fichas técnicas que luego son combinadas con fotografías obtenidas directamente de actividades de observación en el lago de Zapotlán, cuyo periodo abarca varios años anteriores. La decisión de tomar como sitio de referencia el lago de Zapotlán, se debe a que es un sitio Ramsar por la diversidad de aves que alberga, tanto endémicas como migratorias. En ese sentido, la mayoría de las aves que visitan o habitan el lago, también se encuentran en gran parte del territorio del país por lo que la aplicación se puede utilizar en todo México y se considera como un punto de partida para una etapa posterior donde podría ampliarse el catálogo actual de aves a que sea más representativo del país.

Posteriormente, la información científica y técnica obtenida de los procesos anteriores, es adaptada a un lenguaje más claro y sencillo, de tal forma que se eliminan algunos tecnicismos. La primera versión de los textos adaptados es revisada desde la perspectiva de lenguaje accesible. Con esto se realizan ajustes razonables a la información, de tal forma que tenga una adecuada comprensión y se mantenga fiel al conocimiento científico.

Enseguida, la información fue revisada para tomar en cuenta la facilidad y factibilidad de la interpretación a la lengua de señas mexicana, por lo que la redacción nuevamente es corregida para posteriormente pasar al área de producción técnica y audiovisual (figura 1).

Etapas 2: Producción audiovisual

La adaptación de las fichas técnicas de las aves a lenguaje amigable, sencillo, busca que se permita a niños, personas mayores y con discapacidad intelectual, poder comprender la información con el fin de propiciar “la accesibilidad al entorno físico, social, económico y cultural, a la salud, la educación y a la información y las comunicaciones, para que las personas con discapacidad puedan gozar plenamente de todos los derechos humanos y las libertades fundamentales”, para cumplir con las sugerencias establecidas en la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo (CNDH, 2020, p. 25). Es decir, se consideró que la información no solamente debía ser leída, sino que también podría ser brindada en forma de audio, visualmente con fotografías, video y con una interpretación a lengua de señas mexicana con el fin de hacer llegar la información a distintos públicos.

Por lo anterior, a partir de la información generada en la etapa de investigación, se adaptó la ficha técnica de cada ave y se creó un guion para la producción de un video y un audio por cada ave identificada, que resultaron un total de 102. El guion especifica que cada video debe contener lenguaje accesible, subtítulos en español, interpretación a lengua de señas mexicana, locución y gráficos animados en pantalla. En una etapa preliminar, se trabajó un video piloto para calcular la cantidad de texto necesario para producir un video de 60 segundos o menos, estimar el tiempo necesario para la edición de cada video que incluye la grabación de voces, mezcla de música, fotografías, video y textos en pantalla.

Según el resultado del video piloto, se estimó el siguiente tiempo de producción para cada uno de los 101 videos restantes:

- 30 minutos de revisión y adaptación de texto a media cuartilla (menos de 1 minuto de locución).
- 30 minutos de grabación de locución de voz masculina o femenina por video.

- 1 hora de edición de audio por video.
- 30 minutos de grabación de lengua de señas mexicana frente a cámara para cada uno de los videos.
- 1 hora de edición, animación de fotografías y gráficos, subtítulo y postproducción de video por cada producto.
- El tiempo total estimado para la producción de cada video es de aproximadamente 5 horas (adicional al tiempo de investigación en campo y documental que integra la ficha técnica de cada ave, descrito en la etapa anterior).

Este proceso de producción audiovisual se desarrolló meticulosamente, buscando cuidar la calidad y accesibilidad del contenido, así como la uniformidad en el estilo. Aunque ya se tenían los guiones revisados, luego de su lectura en voz alta, previo a la grabación, se reducía la cantidad de texto o se verificó la facilidad con la que se interpretarían las palabras en lengua de señas mexicana, asegurando su coherencia y claridad. Cada palabra fue cuidadosamente seleccionada para transmitir de manera efectiva la información sobre las aves estudiadas, pero en algunos casos fue necesario simplificar el uso de colores, medidas, características, etcétera.

La siguiente fase implicó 30 minutos de grabación de locución de voz, tanto masculina como femenina, para cada video. Este enfoque buscaba ofrecer opciones variadas al público y facilitar la identificación con la narración. La voz fue modulada para transmitir empatía y mantener la atención del espectador durante todo el metraje. Tras la grabación de la locución, se destinó una hora completa a la edición del audio. Se realizaron ajustes meticulosos para garantizar una calidad sonora óptima, eliminando ruidos de fondo y equilibrando el volumen para una experiencia auditiva agradable. Además, se mezclaron pistas musicales diversas para enriquecer la inmersión del espectador en el contenido. Los archivos de audio se pasaron al área de video para montarles las imágenes fotográficas o en video que son el resultado de varios años de observación en campo, en el lago de Zapotlán.

La etapa final de producción comprendió una hora completa de edición, animación de fotografías y gráficos, subtítulo y postproducción de video por cada producto. Además, se incorporaron subtítulos en español para ampliar el alcance del contenido y poder obtener la información en caso de que no contar con sonido. En esta etapa, 45 minutos se dedicaron al montaje de las fotografías sobre

el audio, la mezcla de videos y cantos de las aves cuando estuvieran disponibles, así como los gráficos de instituciones participantes, título común y científico de cada ave.

Las fotografías y videos fueron proporcionados por el Mtro. Jesús Alberto Espinosa Arias, luego de un periodo de varios años de observación de aves. Cabe destacar, que la totalidad de las imágenes (fotografías y videos) son originales, es decir, que ninguna es tomada de galerías digitales o sitios en internet, sino que son parte de procesos de investigación local (Espinosa y Magaña, 2018).

Posterior a la producción de audio y video, se llevó a cabo la grabación de los videos de interpretación a lengua de señas mexicana frente a cámara, también en el estudio de televisión del Laboratorio de Periodismo del CUSur de la Universidad de Guadalajara, con una inversión de tiempo de 30 minutos por video para la grabación (con tomas repetidas de corrección), así como 15 minutos restantes en la etapa de edición, destinados a sincronizar el video de lengua de señas mexicana, ubicarlo en la mitad de la pantalla y revisar la coincidencia con los subtítulos textuales en el cada uno de los videos. Si bien, cada interpretación duraba exactamente lo mismo que el audio de locución (60 segundos o menos), el intérprete revisaba la viabilidad de las palabras a incluir y en su caso, se volvían a hacer los ajustes razonables necesarios. Se destaca que no hay una traducción detallada de la ficha técnica, sino una interpretación. Esta técnica, en palabras del intérprete, permitía agilizar el proceso de producción, brindaba la información necesaria para personas con discapacidad auditiva y era muy similar a la técnica de interpretación utilizada en las transmisiones audiovisuales en vivo, donde los intérpretes realizan este proceso al mismo tiempo que se produce un discurso o un mensaje oral. Esta decisión se tomó con el objetivo de garantizar la accesibilidad para personas con discapacidad auditiva, permitiéndoles acceder al contenido de manera inclusiva y equitativa.

En la etapa de edición, se tomó como referencia el tamaño promedio de una pantalla de 6 pulgadas de dispositivos móviles actuales. Con ello, se diseñaron y adaptaron las características accesibles para la producción de los videos, y por ello se decidió que los subtítulos en cada video estuvieran siempre en pantalla al estilo “open caption” (ATmedios, 2024). El tamaño de los subtítulos en las televisiones ha disminuido por el incremento en el tamaño de las pantallas en los hogares, así que para los videos de Zaves, los subtí-

tulos son más grandes que los de programas de entretenimiento o películas que se visualizan en casa, con el fin de facilitar la lectura a los adultos mayores o personas con discapacidad visual.

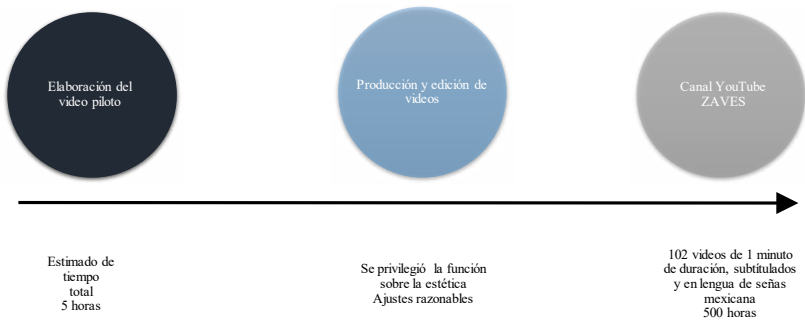
A su vez, se consideraron las siguientes situaciones o sugerencias para mantener y propiciar la accesibilidad:

- Se privilegió más la función que la estética según sugerencias de acceso universal.
- Según el tamaño pequeño del dispositivo, se asignó la mitad de la pantalla al intérprete de lengua de señas mexicanas para permitir que fuera visible cuando el teléfono estuviera en modo vertical, en lugar del recuadro en una de las esquinas.
- Los subtítulos siguen las recomendaciones básicas de contraste para ser legibles con imágenes brillantes u oscuras (tipografía plana sin serif, cara de color claro, contorno negro y sombra difusa y translúcida) para separar el texto de la imagen.
- Los subtítulos fueron integrados al video con tamaño mayor al promedio para facilitar su lectura en pantallas pequeñas (sin opción para desactivarlos, tipo *open caption*).
- La música siempre se mantiene con una intensidad menor a la voz, pues esta es la principal fuente informativa para personas con discapacidad visual.
- En algunos casos, cuando se tuvo el sonido de las aves, se incluyó sin voz, ni música, para compartir el sonido natural lo más claro posible.
- Los videos cuentan con variedad de voces femeninas y masculinas, así como distintos fondos musicales para evitar monotonía.
- Todos los videos se editaron a partir de fotografías fijas, a las cuales se les añadió movimiento tipo animación, y cuando estuvieron disponibles, se incluyeron videos de algunas de las aves.

Podría decirse que cada video se produjo luego de 5 horas de trabajo dedicadas a esta etapa, excluyendo el tiempo de investigación en campo y documental de la ficha técnica de cada ave. Este proceso buscó agregar valor al contenido, asegurando su calidad, accesibi-

lidad e impacto comunicativo. En suma, son más de 500 horas invertidas con un equipo multidisciplinario para producir 102 videos, equivalentes a 102 minutos de video. Esto da cuenta de la cantidad de recursos técnicos y humanos que hicieron posible esta etapa de producción audiovisual, muy similar a lo que se puede hacer en otro tipo de proyectos de turismo que incluyan producción de audio y video (figura 2).

Figura 2. Descripción de la producción audiovisual



Fuente: elaboración propia.

Por último, con el fin de evitar un archivo muy grande que dificultara la descarga de la aplicación móvil, se decidió que los videos estuvieran disponibles en YouTube. La decisión de compartirlos de manera pública, en lugar de dejarlos como ocultos o no listados que impidiera que el público accediera directamente a los videos sin utilizar la aplicación, obedece a los objetivos del proyecto, que busca acercar la información a la mayor cantidad de personas posible, sin importar el canal, pero privilegiando el uso de la aplicación móvil.

YouTube es el sitio que aloja al canal Zaves que contiene los videos producidos descritos en esta etapa (<https://www.youtube.com/@zavesconectateconlasaves8903>). La aplicación permite visualizar los videos dentro de ella, al tener un diseño híbrido (Hamza y Hammad, 2020), es decir, que parte de los contenidos están dentro de la aplicación y el resto en la nube (en YouTube, en este caso). Con el enlace de cada video, se pudo hacer el vínculo para integrarlos a la aplicación móvil, como se describirá en la siguiente etapa. Los videos también son de libre acceso, como lo es la plataforma YouTube.

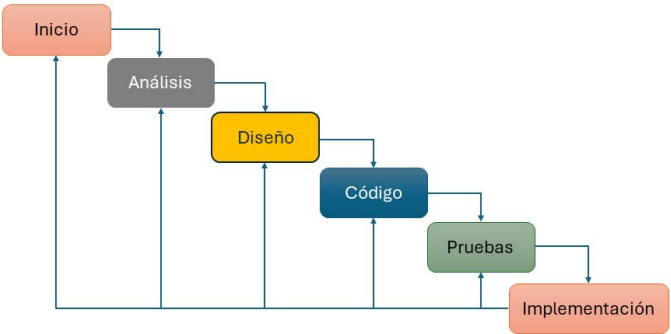
Etapas 3: Desarrollo y programación de la aplicación móvil

Con los recursos tecnológicos señalados en el apartado anterior, como metodología de desarrollo de la aplicación, se ha utilizado un modelo clásico de desarrollo de programas informáticos, también conocido como modelo en cascada en ingeniería de software.

Este enfoque de desarrollo se basa en una secuencia de etapas bien definidas, estructuradas y ejecutadas secuencialmente de manera lineal, donde cada etapa debe completarse antes de pasar a la siguiente. En este modelo, cada etapa produce una salida que se utiliza como entrada para la siguiente etapa, lo que significa que no se puede volver a una etapa anterior una vez que se ha completado. Aunque es un modelo rígido y no permite mucha flexibilidad, es útil para proyectos con requisitos claros y bien definidos y que no cambian mucho durante el ciclo de vida del proyecto, como el caso de Zaves.

El esquema de cascada se compone de las siguientes etapas (figura 3):

Figura 3. Esquema de cascada



Fuente: elaboración propia con base en Sommerville (2011).

Inicio

Con la idea y objetivos delimitados a partir de la etapa 1 y etapa 2 anteriormente expuestas, se produce un documento que permite al equipo técnico realizar una búsqueda de las mejores herramientas para el desarrollo de la aplicación.

Análisis

El desarrollo de software comienza con la especificación de requerimientos por parte del cliente (Pressman y Maxim, 2021). Lo que implica llevar a cabo lo que también se conoce como análisis y definición de requerimientos, que en términos generales consiste en tener claramente definidos los alcances y limitaciones de la aplicación, así como tener claridad acerca de las funcionalidades esperadas y de las limitaciones conocidas de acuerdo con la idea inicial y los objetivos delimitados en la etapa anterior de este modelo. Al respecto, se decidió probar con herramientas de código abierto para generar las primeras versiones de la aplicación, de tal forma que el soporte y actualizaciones no tuvieran un costo en cuanto al uso de tecnologías de software.

Diseño

Con los objetivos, herramientas y análisis de requerimientos de la aplicación claramente definidos, el siguiente paso consiste en integrar la información textual, fotográfica, enlaces a videos en YouTube que serán incluidos dentro de la Aplicación, para presentarlos de manera gráfica en una interfaz de dispositivo móvil. Para esta etapa, fue de vital importancia contar con el apoyo de un diseñador gráfico dentro del equipo de trabajo, con la finalidad de no perder de vista los principios del diseño universal mencionados con anterioridad e integrados en los videos, así como los principios de usabilidad y accesibilidad en el diseño de interfaces gráficas de usuario tanto para aplicaciones de escritorio como para aplicaciones móviles, ampliamente conocidos en ingeniería de software.

La interfaz de usuario de un producto de software es su primera impresión. Una interfaz mal diseñada decepcionará al usuario potencial y puede, de hecho, ocasionar que se vaya a otro lado. Debido a la gran cantidad de aplicaciones web y móviles competidoras en prácticamente cualquier área, la interfaz debe “atrapar” a un usuario potencial de inmediato. Desde luego que hay diferencias importantes entre las aplicaciones convencionales y las móviles. Por virtud de las restricciones físicas impuestas por los dispo-

sitivos móviles pequeños, el diseñador de la interfaz móvil debe comprimir la interacción de una forma concentrada (Pressman y Maxim, 2021).

A medida que las aplicaciones de cómputo se vuelven más dominantes, los ingenieros de software deben asegurar que el diseño de interfaces incorpore mecanismos que faciliten el acceso a quienes tienen necesidades especiales. La accesibilidad para los usuarios (e ingenieros de software) que pueden tener discapacidades es algo imperativo por razones éticas, legales y de negocios (Pressman y Maxim, 2021).

Por tal motivo, el trabajo con el diseñador gráfico permitió contar con un diseño de interfaz gráfica atractiva, amigable, accesible y funcional. Labor que se llevó a cabo en un tiempo aproximado de dos meses entre la propuesta inicial y la interfaz definitiva.

Código

Una vez corregida la interfaz, se procede a generar los archivos de código que serán utilizados para integrar las versiones de prueba.

La programación de la aplicación móvil corresponde a la etapa denominada código o también conocida como codificación. Al llegar a esta etapa, se utilizaron como insumos los elementos recopilados en las etapas anteriores denominadas inicio, análisis y diseño.

La codificación de la aplicación se llevó a cabo en un tiempo aproximado de tres meses para lograr tener una versión que pudiera ser funcional y, por tanto, que pudiera servir de insumo para la fase de pruebas. Para lograrlo, se conformó un equipo de varios programadores experimentados en el desarrollo de aplicaciones móviles.

Como ya se mencionaba, aunque el modelo clásico de desarrollo de software es un modelo rígido y no permite mucha flexibilidad, es útil para proyectos con requisitos claros y bien definidos y que no cambian mucho durante el ciclo de vida del proyecto, como el caso de Zaves, sin embargo, aún presenta algunos inconvenientes:

1. Los proyectos reales raras veces siguen el flujo de trabajo secuencial que el modelo propone.
2. El cliente debe tener paciencia, ya que no habrá una versión funcional del programa sino hasta las etapas avanzadas del proyecto (Pressman y Maxim, 2021).

Lo anterior supone una gran desventaja, ya que actualmente el desarrollo de software es de ritmo acelerado y está sujeto a un flujo casi interminable de cambios.

En consecuencia, en la actualidad la entrega y el desarrollo rápidos son por lo general el requerimiento fundamental de los sistemas de software. Incluso, es probable que, debido a factores externos, los requerimientos cambien rápida e impredeciblemente. En tal caso, el software podría ser obsoleto al momento de entregarse (Sommerville, 2011).

Por tal motivo, para esta etapa del modelo, se optó por apegarse más a la filosofía de los métodos ágiles para el desarrollo de software. Los cuales, tienen la intención de entregar con prontitud el software operativo a los clientes, quienes entonces propondrán requerimientos nuevos y variados para incluir en posteriores iteraciones del sistema. Se dirigen a simplificar el proceso burocrático al evitar trabajo con valor dudoso a largo plazo, y a eliminar documentación que quizá nunca se emplee (Sommerville, 2011).

Apegados entonces a la filosofía de los métodos ágiles para el desarrollo de software, se trabajó muy de cerca con el equipo de programadores, manteniendo una comunicación constante para verificar avances y retroalimentar el proceso de programación de la aplicación, hasta obtener una versión completamente funcional para la fase de pruebas.

Pruebas

El objetivo de esta fase es encontrar errores y corregirlos. Para lograr este objetivo, quien hace las pruebas debe entender el software y tratar de desarrollar una imagen mental acerca de cómo podría fallar el software. Si sabemos la función especificada para la que se diseñó un producto, pueden realizarse pruebas que demuestren que cada fun-

ción es totalmente operacional y a la vez buscar los errores en cada función (Pressman y Maxim, 2021).

Para llevar a cabo las pruebas en esta fase, el prototipo se instaló en distintos dispositivos para comprobar la funcionalidad y, en su caso, corregir los elementos necesarios, como márgenes de texto e imagen, funcionalidades de reproducción del video en formato vertical u horizontal, pantalla completa, regreso a los menús anteriores, conectividad a internet, etcétera.

Una vez que se realizaron todas las pruebas necesarias y que se solucionaron todos los errores encontrados, se dio el visto bueno para que la aplicación pudiera pasar a la siguiente fase.

Implementación

Finalmente, una vez que se ha comprobado que la aplicación es factible de ejecutar e instalar en dispositivos de distintas características como resultado de la fase de pruebas, se procede a generar la versión final del archivo instalador, que será puesto a disposición del público en la tienda de aplicaciones de Google (Universidad de Guadalajara y CUSur, 2023). En este sentido, esta fase completa se desarrolló para una versión de Zaves destinada a los dispositivos móviles con sistema operativo Android. Esta misma etapa podría realizarse para producir una versión para el sistema iOS.

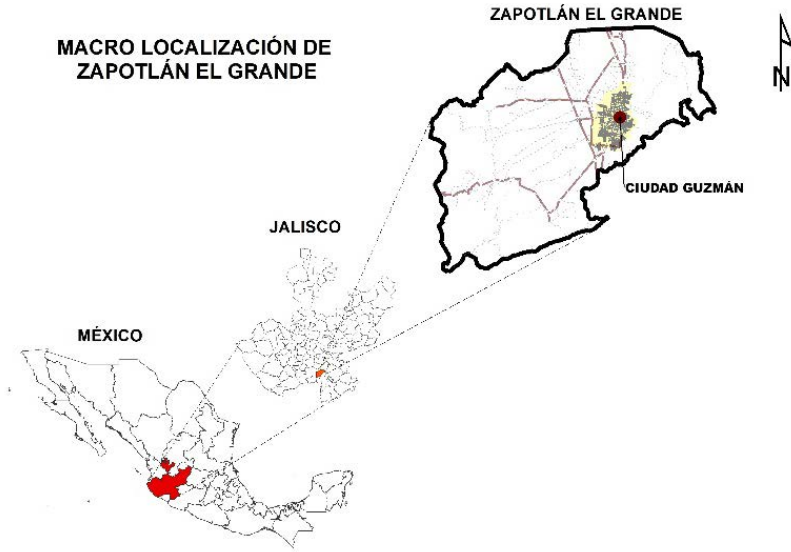
Resultados

Zaves es una aplicación que contribuye al conocimiento de la biodiversidad de las aves, la divulgación de la ciencia, fomenta el turismo de naturaleza, promueve la educación ambiental y sensibiliza la importancia de proteger a las aves y reconocerlas como parte importante para la conservación del medio ambiente, además de que produce beneficios para la salud mental; es una aplicación inclusiva e innovadora, ya que está diseñada para todo el público, pero hace énfasis para las personas con discapacidad (visual, auditiva e intelectual) y adultos mayores.

Zaves significa Zapotlán Aves, con la intención de rescatar la importancia del sur de Jalisco, México (figura 4), ya que el lago de

Zapotlán es un sitio Ramsar por la diversidad de aves que alberga, sin embargo, la mayoría de estas aves se encuentran en gran parte del territorio del país por lo que la aplicación se puede utilizar en todo México.

Figura 4. Ubicación de Zapotlán el Grande, Jalisco, México



Fuente: elaboración propia.

La aplicación está desarrollada para las dos principales plataformas de teléfonos inteligentes (Android en una primera etapa y iOS en otra, actualmente en proceso). Presenta un diseño híbrido (aplicación móvil y en la nube) que aprovecha la cobertura y conectividad de internet para los dispositivos móviles.

Es ligera, solo pesa 16 megabytes, lo que permite descargarla en cualquier dispositivo. No tiene costo, ni suscripción de pago. No requiere registro para descargarla (cuenta de correo o de Facebook, número de teléfono). Los videos se encuentran enlazados al canal de YouTube Zaves para hacer ligera la aplicación y para tener otros canales de difusión de la información.

Contiene información de 102 aves acuáticas y terrestres, integradas en los principales grupos de aves (garzas, gaviotas, golondrinas, patos, entre otros) (figura 5).

Figura 5. Grupos de aves en la aplicación



Fuente: captura de pantalla de la aplicación Zaves.

De cada ave se presenta el nombre común en español, el nombre científico; las características para poderla identificar (figura 6).

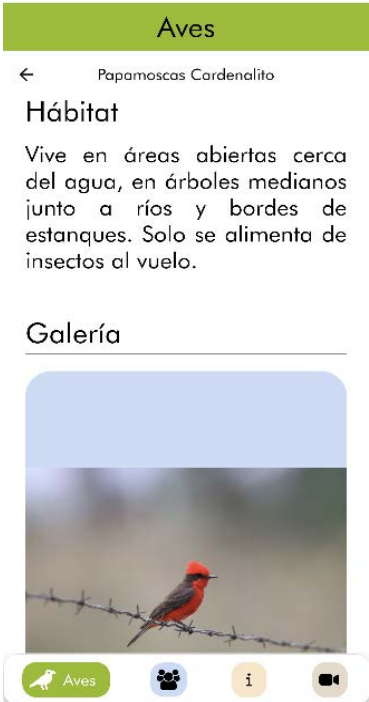
Figura 6. Nombre y características del ave (Cerceta Alas Azules)



Fuente: captura de pantalla de la aplicación Zaves.

El hábitat y el tipo de alimentación; la categoría de residencia, el endemismo y la categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), posteriormente vienen una serie de tres a cinco fotografías de la especie (figura 7).

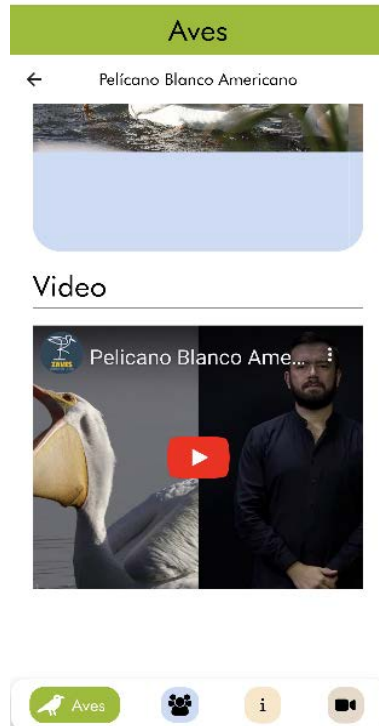
Figura 7. Hábitat, residencia, endemismo y galería fotográfica del ave (Papamoscas Cardenalito)



Fuente: captura de pantalla de la aplicación Zaves.

Finalmente se presenta el video con la información del ave subtulado y en lengua de señas mexicana (figura 8).

Figura 8. Pantalla del video del ave (Pelicano Blanco Americano)



Fuente: captura de pantalla de la aplicación Zaves.

En la información de texto presentado se realizaron ajustes razonables, adecuaciones del tipo de letra y los colores para personas con discapacidad, el lenguaje utilizado es sencillo, amigable, sin tecnicismos para que pueda ser entendible para cualquier persona. Las fotografías y los videos de aves en sus espacios naturales son todos de los autores.

De cada ave existe un video el cual contempla las siguientes características: Tiene duración máxima de un minuto, se encuentran subtulados y en lengua de señas mexicana. El video se puede observar de 3 formas diferentes en el celular (con el contenido de texto de la aplicación, a pantalla completa en forma vertical y en

horizontal); la mitad de la pantalla es para el intérprete de lengua de señas mexicana con el fin de que se pueda apreciar mejor; los subtítulos siguen las reglas básicas de contraste para que puedan ser legibles y se separe el texto de la imagen; además tienen un mayor tamaño con el fin de facilitar la lectura y no se pueden desactivar. La locución se presenta con variedad de voces femeninas y masculinas, así como de fondos musicales para evitar monotonía (figura 9).

Figura 9. Pantalla de video subtítulo y en lengua de señas mexicana (Monjita americana)



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, la aplicación se ha presentado en diferentes foros académicos y de divulgación, así como en el instituciones públicas y privadas del estado de Jalisco, además de escuelas primarias en las que se rescatan las siguientes memorias:

En las escuelas primarias de la región sur, ha tenido una adecuada aceptación y gusto, tanto en los niños como en los padres de familia; ya que se utiliza con el fin de generar conciencia sobre la conservación de la biodiversidad en los recursos de avifauna local. En dichas presentaciones se han utilizado juegos y actividades recreativas para el uso de la aplicación, resultando una metodología muy efectiva y útil para los fines mencionados. En estas reuniones, los usuarios realizaron la observación de que se podría mejorar la organización de la aplicación, ya que actualmente se encuentra

organizada por grupos de aves, lo que resulta complicado de utilizar para las personas que tienen un primer acercamiento con las aves. Se pretende que en la siguiente actualización se eliminen los grupos de aves y se presenten por orden alfabético.

Así mismo, en la Universidad Pedagógica Nacional sede Ciudad Guzmán, Jalisco; también se presentó la aplicación y llamó la atención a los estudiantes como un medio de apoyo para utilizarlos con alumnos con discapacidad. En el Centro de Atención Múltiple (CAM) sede Ciudad Guzmán, Jalisco que atiende a niños con discapacidad auditiva especialmente, los alumnos, maestros y padres de familia la encontraron como una herramienta favorable para utilizar con las infancias con discapacidad, y se sugirió que se incluyera como parte del material de apoyo para enseñanza, además de que se está formalizando un convenio para poder distribuir la aplicación a todos los CAM del Estado de Jalisco. En este mismo sentido se ha trabajado con el Programa de Aves Urbanas (PAU) de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio) en donde se va a incluir en la Guía de acción “Celebra las aves urbanas en México”, utilizando la aplicación como apoyo en las actividades de observación de aves.

En lo que respecta al ámbito turístico, se utiliza como material de apoyo en diferentes materias de la licenciatura en Desarrollo Turístico Sustentable como recurso tecnológico y didáctico en actividades de turismo de naturaleza, senderismo y áreas naturales protegidas. Con los alumnos de la licenciatura en desarrollo turístico sustentable del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara, se ha realizado una breve evaluación piloto de la usabilidad de la aplicación con resultados favorables generales, confirmando la atención que se le dio durante el desarrollo de la aplicación a este aspecto. Sin embargo, aún hace falta evaluarlo en un número mayor de usuarios para corroborar que el diseño y el enfoque fue efectivo.

También, se estableció contacto con la Secretaría de Turismo Jalisco, donde se acordó darle difusión en sus redes sociales e incluirlo en su próxima página web de promoción turística “Explora Jalisco”. También se han iniciado pláticas con la Secretaría de Turismo federal para darle difusión.

Algunas empresas de turismo de naturaleza de la región sur de Jalisco la utilizan como apoyo para sus recorridos. En específico

una empresa dedicada a paseos en kayak por la Laguna de Zapotlán, comenta que les ha resultado de gran utilidad la aplicación y los videos como apoyo con los turistas en la observación de aves de la laguna.

El Centro de estudios para la conservación de las aves, observatorio de aves de San Pancho A.C. ubicado en San Pancho Nayarit en Bahía de Banderas, la han utilizado para sus cursos de verano “Observo aves, mejoro mi salud”. Como consecuencia de estos cursos se planteó la posibilidad de realizar una versión en inglés (por lo menos con subtítulos en inglés).

Se participó en un concurso universitario sobre la protección del medio ambiente y la divulgación de la ciencia organizado por el Centro Universitario de Arquitectura y Diseño de la Universidad de Guadalajara, donde se ganó el Galardón Colibrí 2023 por la defensa de las especies y medio ambiente, en beneficio de la sociedad y la red universitaria, en la categoría de Producción Audiovisual.

La app concursó en el Festival de Divulgación de la ciencia y el ambiente: Biotropo 2023, donde la Secretaría de Cultura del Gobierno del Estado de Jalisco seleccionó cuatro videos de la aplicación de Zaves para utilizarlo en el programa *Viajando en corto* el cual selecciona cortometrajes para ser exhibidos en los andenes de la línea 1 del Sistema de Tren Eléctrico Urbano (Siteur) en la ciudad de Guadalajara, Jalisco, en coordinación con la Secretaría de Cultura de Jalisco y el programa Ventana Local.

Zaves se ha probado con un grupo de adultos mayores en recorridos de observación de aves, quienes manifestaron la utilidad de la aplicación, destacando la facilidad de uso de esta y el aporte de los videos al contemplar las letras de los subtítulos de mayor tamaño, el audio del video y el lenguaje sencillo para conocer sobre la especie de ave.

Conclusiones

La aplicación móvil ZAVES, promueve el conocimiento de la biodiversidad, fomenta el turismo de naturaleza, la divulgación de la ciencia propicia la educación ambiental y la conservación de las aves, además de que invita a salir a la naturaleza o retomar el hábito de convivir con espacios al aire libre.

Zaves es innovadora debido a que es accesible y a que contempla a grupos minoritarios como las personas con discapacidad

(auditiva, visual e intelectual) y adultos mayores, con la elaboración de videos que se encuentran subtítulos y en lengua de señas mexicana. En este sentido, se atiende a estos grupos minoritarios en el tema de turismo, manejo del ocio y recreación.

La etapa de producción audiovisual, donde el resultado son 102 videos, tuvo una inversión de tiempo de más de 510 horas de trabajo, luego de más de 6 años de trabajo de campo e investigación documental. Todos los datos y el trabajo fue posible integrarlo en una aplicación gracias al trabajo multidisciplinario e interinstitucional.

Es de gran importancia resaltar la gratuidad de la aplicación, la amabilidad, facilidad y accesibilidad. Es ligera en su tamaño y compatible con dispositivos inteligentes nuevos y antiguos (con versiones de Android 5.0 y posteriores). No recopila datos de usuarios como el correo o número de teléfono. Con respecto al beneficio y utilidad como recurso didáctico y tecnológico, facilita el conocimiento, acercamiento y conservación de la biodiversidad, en específico en el tema de aves.

A pesar de que existen varias aplicaciones para obtener información sobre el tipo de ave, el hábitat, que apoyan a la observación de aves o ayudan a su identificación, ninguna contempla a los grupos minoritarios como Zaves. Para futuros trabajos, queda pendiente la evaluación de la aplicación para encontrar áreas de mejora, la reorganización por orden alfabético de las aves en la siguiente versión, además de identificar los beneficios para la salud mental que puede proporcionar su uso.

Por último, se considera necesario buscar y propiciar la implementación de estrategias y las fuentes de financiamiento que ayuden a la difusión y divulgación de este tipo de aplicaciones que apoyan al conocimiento, sustentabilidad y la equidad social.

Referencias

Legislación

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental– Especies nativas de México de flora y fauna silvestres– Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio– Lista de especies en riesgo, Diario Oficial de la Federación, 30 de diciembre de 2010. <https://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4254/semarnat/semarnat.htm>

Artículos, capítulos y libros

Arias, E. (2023). Análisis del Turismo Inclusivo desde la Teoría Crítica: una mirada del caso mexicano. *Revista Vértice Universitario*, 25(94). <https://doi.org/10.36792/rvu.v25i94.69>

Cantú, J. C., García De la Puente, E., González, G. y Sánchez, M. E. (2020). Riqueza alada: El crecimiento del aviturismo en México. En *Defenders of Wildlife*, UABCS, ENESUM, Teyeliz. <https://doi.org/10.25145/j.fortunat.2018.28.004>

Comisión Nacional de los Derechos Humanos (CNDH). (2020). *La Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad y su Protocolo Facultativo* (2a ed.). CNDH. <https://www.cndh.org.mx/sites/default/files/documentos/2019-05/Discapacidad-Protocolo-Facultativo%5B1%5D.pdf>

Cox, D. T. C., Shanahan, D. F., Hudson, H. L., Plummer, K. E., Siriwardena, G. M., Fuller, R. A., Anderson, K., Hancock, S. y Gaston, K. J. (2017). Doses of neighborhood nature: The benefits for mental health of living with nature. En *BioScience* (vol. 67, núm. 2, pp. 147-155). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw173>

Ducks Unlimited de México. (2004). *Conozca los Patos y Gansos - Una Guía para la Identificación de Anátidos en México*. Carrera.

Ducks Unlimited de México. (2009). *Guía para la identificación de chorlos y playeros en México*. Parra.

Dunn, J. L. y Alderfer, J. (2011). *National Geographic Field Guide to the Birds of North America* (6ª. ed.). National Geographic.

Espinosa, J. A. y Magaña, L. (2018). *Aves comunes de la laguna de Zapotlán: guía de campo*. Secretaría del Medio Ambiente y Desarrollo Territorial, Gobierno del Estado de Jalisco.

- Gómez, H. (2011). El valor económico de la observación de aves en México. En *El Dinero Vuela: El Valor Económico del Ecoturismo de Observación de Aves*. Defenders of Wildlife.
- Hammoud, R., Tognin, S., Burgess, L., Bergou, N., Smythe, M., Gibbons, J., Davidson, N., Affi, A., Bakolis, I. y Mechelli, A. (2022). *Smartphone-based ecological momentary assessment reveals mental health benefits of birdlife*. *Scientific Reports*, 12(1), 17589. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-20207-6>
- Hamza, Z. y Hammad, M. (2020). Testing Approaches for Web and Mobile Applications: An Overview. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 9(4), 657-664. <https://doi.org/10.12785/ijcds/090413>
- Howell, S. N. G. y Webb, S. (1995). *A guide to the birds of Mexico and Northern Central America*. Oxford University Press.
- Kaufman, K. (2005). *Guía de campo a las aves de Norteamérica*. Houghton Mifflin Harcourt.
- López, J. (2008). El turismo ornitológico en el marco del postfordismo, una aproximación teórico-conceptual. *Cuadernos de Turismo*, (21), 85-111.
- Methorst, J., Rehdanz, K., Mueller, T., Hansjürgens, B., Bonn, A. y Böhring-Gaese, K. (2021). The importance of species diversity for human well-being in Europe. *Ecological Economics*, 181. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106917>
- Navarro-Sigüenza, A. G., Rebón-Gallardo, M. F., Gordillo-Martínez, A., Peterson, A. T., Berlanga-García, H. y Sánchez-González, L. A. (2014). *Biodiversidad de aves en México*. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85, 476-495. <https://doi.org/10.7550/rmb.41882>
- Pérez, N., Riojas-López, M. y Mellink, E. (2013). *Aves de Manzanillo, Colima a El Salto, Jalisco*. Guía de campo. Universidad de Colima.
- Peterson, R. y Chalif, E. (1989). *Aves de México. Guía de campo*. Diana.
- Pressman, R. S. y Maxim, B. R. (2021). *Ingeniería de software. Un enfoque práctico* (9ª. ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Sibley, D. A. (2014). *The Sibley Guide to Birds* (2ª. ed.). Alfred A. Knopf.
- Sommerville, I. (2011). *Ingeniería de software* (9ª. ed.). Pearson.
- Ulrich, R. S. (1979). *Visual landscapes and psychological well-being*. *Landscape Research*, 4(1), 17-23. <https://doi.org/10.1080/01426397908705892>
- Van Perlo, B. (2006). *Birds of Mexico and Central America*. Princeton.

Villalonga, C. y Lazo, C. (2016). Factor relacional y colaboración con “Apps” en la asignatura Metodología de la Investigación. *Revista F@ro*, 1(23), 195-212. <https://www.revistafaro.cl/index.php/Faro/article/view/466>

Recursos electrónicos

ATmedios. (2024). *Servicios audiovisuales. Closed Caption*. ATmedios, accesibilidad & tecnología. <https://www.atmedios.com/es/servicios-audiovisuales/closedcaption>

Cornell Lab of Ornithology. (2023). *Merlin Bird ID de Cornell Lab* (2.1.3.). Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.labs.merlinbirdid.app>

California Academy Sciences. (2023). *iNaturalist*. Google Play. <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.inaturalist.android&pli=1>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Censo de población y vivienda*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2023). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares* (Endutih) 2022. <https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2022/>

NC State University. (1997). *The Principles of Universal Design* [Archivo PDF]. <https://design.ncsu.edu/wp-content/uploads/2022/11/principles-of-universal-design.pdf>

Universidad de Guadalajara y CUSur. (2023). *Zaves*. Google Play. https://play.google.com/store/apps/details?id=com.diego_mosan.App_Aves