

FAUNA SILVESTRE

PROYECTO CIENTÍFICO ESCOLAR

GUÍA DOCENTE MONITOREO

FOTO TRAMPEO

Monitoreo escolar de fauna silvestre:

Guía docente para realizar un proyecto científico escolar
mediante foto-trampeo



explora
Un Programa CONICYT

Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología 2018-2019
ED 220040

Gálvez, N., González, M. J., Vuskovic, T., Bañales- Seguel, C., Opazo, A., Martínez, D., Zurita, R., Ortega, F., & Schuttler, S. (2020).
Monitoreo escolar de fauna silvestre: Guía docente para realizar un proyecto científico escolar mediante foto trapeo
(First ed.) Proyecto EXPLORA de Divulgación y Valoración de la Ciencia y Tecnología 2018-2019 de CONICYT ED220040.



Ilustración de portada
Tatiana Vuskovic.
Ilustración Infografías
Pablo Manzano.
Diseño y Diagramación
Maritza Diéguez.

Impreso en Chile
Primera edición de 50 ejemplares.
Impresión Dimacofi S.A.

Todos los derechos reservados.

Primera edición 2020.
ISBN: 978-956-402-440-0

Monitoreo escolar de fauna silvestre:
Guía docente para realizar un proyecto científico escolar
mediante foto-trapeo

Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación
de la Ciencia y la Tecnología 2018-2019

Registro de Propiedad Intelectual: 2020-A-8888.



explora
Un Programa CONICYT



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Centro UC
Desarrollo Local



Autores

Gálvez, Nicolás MSc, PhD

Ingeniero Agrónomo

Profesor asociado

Campus Villarrica / Pontificia Universidad Católica de Chile

Centro de Desarrollo Local (CEDEL)

González, María-José (c)

Ingeniera en Recursos Naturales

Ríos, Claudia MSc

Ingeniero Agrónomo

Vuskovic, Tatiana MSc

Médico Veterinaria

Bañales-Seguel, Camila

Ingeniera Agrónoma

Opazo, Andrea

Profesora de Educación General Básica,

Mención Ciencias Naturales

Campus Villarrica / Pontificia Universidad Católica de Chile

Martínez, David

Licenciado en Educación General Básica

Zurita, Rodrigo MSc (c)

Profesor de Educación General Básica.

Mención Comprensión del Medio Natural

Escuela Padre Enrique Römer

Ortega, Felipe

Biólogo en Gestión de Recursos Naturales

Parque Nacional Villarrica

Corporación Nacional Forestal

Schuttler, Stephanie Ph.D

Bióloga

Investigadora Asociada

Museo de Ciencias Naturales de Carolina del Norte

Agradecimientos por sus aportes a las profesoras:

Henríquez, Ximena

Licenciada en Educación.

Mención Química y Biología

Colegio Pucón

Rivera, Bernarda

Licenciada en Educación

Profesora de Estado de Lenguaje y Comunicación.

Mención en Literatura infantil y Juvenil

Colegio Pucón



| Contenido

1. Prólogo	11
2. Introducción	13
3. ¿Cómo se usa esta Guía?	15
4. Pilares pedagógicos de la guía de monitoreo con cámara trampa	15
5. Ideas fuerza para enmarcar preguntas asociadas al estudio de fauna silvestre con foto-trampeo	21
5.1. Bosque templado de Chile y causas de declinación de la fauna silvestre	21
5.2. Fauna silvestre del bosque templado	25
6. Uso de cámaras trampa para realizar investigación en fauna silvestre	28
6.1. ¿Qué es una cámara trampa?	28
6.2. ¿Qué información puedo levantar con foto-trampeo en un contexto escolar?	31
6.3. ¿Cómo puedo procesar los datos de foto-trampeo?	34
7. Pasos para el aprendizaje basado en un proyecto de fauna silvestre utilizando foto-trampeo	46
8. Ciencia ciudadana y foto-trampeo /experiencia mundial	54
9. Estudios de caso	55
9.1. Escuela Padre Enrique Romer, Coñaripe	55
9.2. Escuela Candelaria, Pucón	62
9.3. Colegio Pucón, Pucón	67
10. Actividades con vinculación curricular	71
11. Índice de Anexos	79
12. Índice de Figuras	79
13. Índice de Tablas	80
14. Bibliografía	81



1. Prólogo

Esta guía docente se desarrolló en el marco del proyecto EXPLORA de Divulgación y Valoración de la Ciencia y Tecnología 2018-2019 de CONICYT “Monitoreo escolar de fauna silvestre en la Reserva de la Biósfera Araucarias: Ciencia ciudadana y aprendizaje basado en proyectos” código ED220040. El proyecto fue realizado por el Campus Villarrica de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), El Centro UC de Investigación y Educación en Desarrollo Local (CEDEL-UC), la Corporación Nacional Forestal (CONAF), el programa de apoyo para la Reserva de la Biósfera Araucarias y el Smithsonian Institute vía su plataforma eMammal de ciencia ciudadana. El proyecto se ejecutó durante el 2019 en las comunas de Pucón y Panguipulli. Se realizaron tres investigaciones científicas escolares con tres establecimientos abarcando diferentes niveles educacionales. La Escuela Padre Enrique Römer de Coñaripe (7° Básico), la Escuela Candelaria de Pucón (multigrado 4°, 5° y 6° básico) y el Colegio Pucón (1° medio). Las experiencias se detallan en cuadros particulares de cada proyecto insertos en la guía.

La guía a continuación es fruto del trabajo realizado durante el año 2019, en el cual, con el equipo del proyecto, se fueron co-construyendo actividades pedagógicas en conjunto con los/las docentes de los establecimientos y los guardaparques. Se desarrolló un proceso de aprendizaje basado en proyectos para el estudio de la fauna silvestre utilizando cámaras-trampa (cámaras con sensor de movimiento), donde se involucraron diversas asignaturas del curriculum nacional para su ejecución. A continuación se presenta un material con información y sugerencias pedagógicas que se espera sea una guía útil para los profesores/as si desean llevar a cabo un proyecto para estudiar fauna, y de esta forma generar



procesos de aprendizajes con el entorno, al aire libre, integrando asignaturas y acercando a los estudiantes al proceso científico. Se considera que este tipo de proyectos puede tener un alto impacto en la comunidad escolar y en su territorio.

Dada nuestra experiencia en el bosque templado del sur de Chile, hemos enfocado la guía hacia las especies y temáticas que ocurren en esta ecoregión. Sin perjuicio de lo anterior, tanto las problemáticas como los pasos y procesos descritos para llevar a cabo un proyecto escolar con foto-trampeo, pueden ser ejecutados en cualquier parte del territorio o país. En este sentido, consideramos de suma importancia que el/la docente o directivo interesado en llevar a cabo un proyecto de esta índole se asesore con académicos o profesionales del área de estudio en fauna silvestre y ámbitos afines.



2. Introducción

La influencia del ser humano en este mundo globalizado no tiene precedentes. Algunos de los sistemas naturales y fundamentales para el soporte de la vida humana, como la biodiversidad, están en niveles de alteración muy por encima de lo que sería un umbral seguro para la humanidad (Steffen *et al.*, 2015). La intensificación del uso de la tierra y los problemas asociados – como la pérdida de hábitat; la fragmentación; la degradación y los cambios en el uso del suelo – son un importante impulsor de la pérdida de biodiversidad (Gossner *et al.*, 2016). A su vez, la fauna silvestre, como parte de esa biodiversidad, es fundamental, ya que cumple importantes funciones ecosistémicas (ej. polinización, dispersión de semillas, depredación, etc.) vitales para las comunidades humanas (Primack *et al.*, 1998). La existencia de fauna también tiene valor en sí, dada su significación para el ser humano en términos de creencias espirituales y mitológicas (Herrmann *et al.*, 2013).

Por otro lado, acercar a estudiantes a la fauna silvestre en Chile es sumamente difícil, por el comportamiento críptico y elusivo de ésta, siendo la mayoría de las especies difíciles de observar y estudiar. La situación se torna más compleja dada la tendencia a la disminución del tiempo al aire libre de niños, niñas y adolescentes, sumado a que en la mayoría de los textos escolares son muy pocos los ejemplos con especies nativas (Celis-Díez *et al.*, 2016). Esto, ha generado una pérdida de conocimiento sobre la fauna, llevando además a una posible disminución por el interés en la vida silvestre y el entorno natural (Celis-Díez *et al.*, 2016).

El foto-trampeo ofrece un portal al mundo oculto de la fauna silvestre. Éste consiste en el uso de cámaras-trampa que se instalan en lugares de interés y que de manera automática, se activa sin necesidad de la presencia del usuario, registran en fotos y/o videos a los animales que pasan por el lugar. Esta tecnología, sin duda, ha

revolucionado la forma en que interactuamos con la fauna (Burton *et al.*, 2015) y nos invita a descubrir cómo la fauna silvestre habita y se comporta en nuestro entorno. Es más, hay experiencias de ciencia escolar, alrededor del mundo, que han generado conocimiento de fauna silvestre, incluso influyendo en su comunidad y actores políticos para generar instancias de conservación (Schuttler *et al.*, 2018).

Esta guía busca satisfacer, por una parte, la necesidad de que los estudiantes pasen más tiempo en contacto con la naturaleza en su entorno local y adquieran un mayor conocimiento de ella, fomentar el trabajo colaborativo y la motivación al aprendizaje. El uso de herramientas tecnológicas como las cámaras-trampa y todo el proceso de elaboración de preguntas y análisis de datos, permite un acercamiento real a la ciencia y tecnología, al entorno y las especies de fauna silvestre que cohabitan en el territorio. Por otra parte, se busca romper el estereotipo que la ciencia se hace con delantal blanco, por hombres y en un laboratorio, siendo una invitación a cambiar esta visión de ciencia y recordar que tenemos un laboratorio natural que nos ofrece oportunidades para investigar y descubrir.

Uno de los desafíos futuros, es cómo coexistir con la biodiversidad y en especial con la fauna silvestre, difícil de observar en nuestros ecosistemas. Esta guía apela a que, desde las comunidades escolares se puedan construir formas de coexistencia con la fauna silvestre. Se quiere fomentar la construcción de un puente entre el/la estudiante, la ciencia y los animales silvestres con los cuales cohabitan. Es desde este conocimiento que podemos comenzar a discutir y pensar formas de coexistir.

La guía ofrece metodologías orientadas a potenciar la cultura científica dentro y fuera de las aulas, un pensamiento crítico y reflexivo en los/las estudiantes y futuros/as ciudadanos/as.

Esperamos que cada integrante de la comunidad escolar pueda viajar a través de esta guía, para fomentar una educación activa y con pertenencia local.

3. ¿Cómo se usa esta guía?

Las secciones 4, 5 y 6 de esta guía aportan el marco teórico para el desarrollo de un proyecto de investigación con cámaras trampa. En la sección 7 se describe el proceso para realizar un proyecto de ciencia escolar enfocado en el uso de cámaras trampa. La sección 8 profundiza en la contribución de la ciencia ciudadana con datos obtenidos por cámaras trampa al desarrollo de investigación científica. En la sección 9 el/la docente puede encontrar actividades pedagógicas sugeridas para algunas asignaturas y niveles. En la sección 10 se encuentra un listado de diferentes anexos imprimibles o descargables, que sirven como material complementario principalmente para las actividades de terreno y análisis de la información. Por último en las secciones 11 y 12 se presenta un listado de las figuras y tablas de la guía.

En las distintas secciones de esta guía, cuando se menciona algún anexo que puede ser útil para un fin particular, se hace referencia a material que estará disponible como archivo descargable en una memoria externa que acompaña a la presente guía, cada uno está debidamente identificado con su número y nombre correspondiente.

4. Pilares pedagógicos de la guía de monitoreo con cámara trampa

El trabajo escolar propuesto se basa en cuatro pilares pedagógicos que buscan orientar el trabajo con cámaras-trampa en el contexto escolar. Estos son: **las experiencias al aire libre, el aprendizaje por indagación, el aprendizaje basado en proyectos y la experiencia de ciencia ciudadana.**

Experiencias al aire libre

En relación a la posibilidad que ofrece el trabajo con cámaras-trampa para tener experiencias al aire libre se puede decir que existe una contundente evidencia científica de que estas experiencias proveen beneficios personales de orden fisiológico, psicológico (Kaplan & Kaplan, 1989; Ulrich *et al.*, 1991), espiritual (Heintzman, 2009), social (empatía, generosidad, confianza y colaboración) (Zhang *et al.*, 2014), ambiental (Duraiappah *et al.*, 2005), económico (Driver *et al.*, 1991) y pedagógico (Chawla, 2015), especialmente en niños, niñas y adolescentes (Chawla, 2015; Clayton *et al.*, 2016; Louv, 2005; Mccurdy *et al.*, 2010).

Las experiencias al aire libre (EAL) se han relacionado con el desarrollo de vínculos afectivos, identitarios y funcionales con los territorios donde se desarrollan estas actividades y son fuente de conductas de aprecio, admiración, cuidado, protección y veneración de áreas verdes (Milton, 2003; Nabhan & Trimble, 1994; Schroeder, 2007; Sobel, 2008), lo que aumenta y desarrolla conductas y actitudes pro-ambientales en niños, niñas y adolescentes (Chawla, 2015; Collado & Corraliza, 2016; Schroeder, 2002). En los últimos años, diversos estudios han destacado los beneficios que las EAL proveen a las personas. Especialmente a los niños y niñas, quienes se transforman en adultos más saludables desde el punto de vista de la salud mental, de su percepción de bienestar general y con conductas pro-ambientales desarrolladas (Chawla, 2015; Clayton *et al.*, 2016; Engemann *et al.*, 2019; Mccurdy *et al.*, 2010; Preuß *et al.*, 2019).

Aprendizaje por indagación

El segundo pilar es la enseñanza de las ciencias basada en la indagación. Furman (2016) afirma que este modelo “postula a la importancia de involucrar a los niños/as en investigaciones

y exploraciones acerca de los fenómenos de la naturaleza como modo de construir las bases del pensamiento científico, en tanto este enfoque didáctico va de la mano del modo en que espontáneamente vamos explorando el mundo”. La enseñanza por indagación tiene que poner a los/las estudiantes en contacto con el mundo de los fenómenos, dándoles oportunidades de tener experiencias de primera mano (Furman y Podestá, 2010). No es lo mismo, por ejemplo, escuchar hablar del gato güiña, que saber que éste fue registrado por una cámara trampa a menos de 200 metros de la escuela. Harlen (2013) plantea que el aprendizaje basado en la indagación desarrolla la comprensión derivada de la curiosidad sobre un fenómeno o evento que es nuevo para los alumnos/as y que genera preguntas que captan su atención.

Se definen cuatro tipos de indagación según los tipos de actividades (Reyes-Cárdenas y Padilla, 2012).

1. Indagación abierta: Tiene un enfoque centrado en el estudiante que empieza por una pregunta que se intenta responder mediante el diseño y conducción de una investigación o experimento y la comunicación de resultados.
2. Indagación guiada: Donde el profesor guía y ayuda a los estudiantes a desarrollar investigaciones indagatorias.
3. Indagación acoplada: La cual acopla la indagación abierta y la guiada.
4. Indagación estructurada: Es una indagación dirigida primordialmente por el profesor, para que los alumnos lleguen a puntos finales o productos específicos.

El ciclo de indagación puede ser dividido en 3 etapas generales (Feinsinger, 2014) que servirán para planificar un estudio de monitoreo. La primera (1) se refiere a la elaboración de la pregunta

de investigación, la cual surge al combinar la observación, la propia curiosidad y los conocimientos adquiridos previamente. La segunda etapa (2), llamada Acción, permite contestar la pregunta por cuenta propia, a través de la definición del diseño con que se va a recolectar la información, la recolección de los datos según la planificación, su procesamiento y divulgación. La última etapa, (3) la Reflexión, corresponde a la discusión de los hallazgos, sus causas, comparación con otras investigaciones y surgimiento de nuevas preguntas (Arango *et al.*, 2009). Las etapas pueden ser subdivididas en mayor profundidad. Para ver mayor detalle sugerimos ver Anders *et al.* (2018).

La investigación científica es un proceso cíclico: las hipótesis se replantean frecuentemente sobre la base de los resultados que se van obteniendo y que aportan nuevas miradas al problema. Trabajar científicamente involucra hacer una predicción basada en la idea (pregunta) y luego reunir datos relevantes para ver si hay evidencia para apoyar la predicción de la idea (acción para responder la pregunta). Encontrar que la evidencia concuerda con la predicción y que la idea proporciona una buena explicación significa que esta idea cobra más fuerza en el/la estudiante. Incluso cuando parece “que no funciona”, algo se ha aprendido acerca del fenómeno. Como por ejemplo, el no detectar al gato güiña en un lugar de interés nos puede abrir otros espacios de reflexión. Cuando ya tenemos nuestros resultados y evaluamos la predicción entramos en una etapa de reflexión. La reflexión busca que las/os estudiantes evalúen su idea inicial, pero también discutan las implicancias en el mundo real. También durante esta etapa se abren nuevas preguntas o se evalúan hipótesis alternativas en el caso que los resultados no concuerdan con la predicción inicial. La etapa de reflexión, es fundamental dado que, permite desarrollar habilidades científicas de pensamiento crítico, comprensión del medio y generar debates que pueden ser motor de cambio en la comunidad escolar.

Aprendizaje basado en proyectos

Un tercer pilar que busca promover el uso de esta Guía es el Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP). Éste es un método pedagógico innovador que involucra a los estudiantes en su aprendizaje de manera activa, motivándolos a que investiguen la respuesta a alguna pregunta del mundo real (Educación 2020, s.f), por ejemplo, la pérdida de fauna silvestre en sus entornos. Parte del proceso es que, de manera colaborativa, se cree una solución concreta, involucrando a toda la comunidad escolar. El ABP permite a los alumnos adquirir los conocimientos y competencias claves en el siglo XXI mediante la elaboración de proyectos que dan respuesta a problemas de la vida real.

Esta es una metodología que propone tratar los contenidos escolares desde una perspectiva interdisciplinaria. Integra tres o más sectores de aprendizaje para abordar un problema, el cual se resuelve a través de un proyecto que realizan los alumnos durante gran parte del año escolar.

Trujillo (2015) destaca dentro de la metodología de ABP los siguientes puntos

- Requiere pensamiento crítico, resolución de problemas, colaboración y diversas formas de comunicación.
- La investigación es parte imprescindible del proceso de aprendizaje. Los alumnos formulan preguntas, buscan respuestas y llegan a conclusiones, que pueden ser parte de nuevas preguntas.
- El trabajo está organizado alrededor de una pregunta guía. La cual centra el trabajo de los estudiantes, enfocándolos en asuntos importantes, debates o problemas.
- Crea la necesidad de aprender contenidos esenciales, teniendo claridad del producto final que se espera construir.

- Permite un cierto grado de decisión del alumno.
- Incluye proceso de evaluación y reflexión.
- Implica audiencias, es decir, los alumnos presentan su proyecto a otras personas fuera del aula, lo cual aumenta la motivación del alumno.
- El aprendizaje basado en proyecto, es una metodología que permite a los alumnos aprender contenidos curriculares y poner en práctica competencias claves.

El ABP debe cumplir con dos criterios fundamentales: tener sentido para los alumnos/as, deben percibirlo como algo que personalmente les importa y además debe tener un propósito educativo, acorde a los estándares de aprendizaje.

Ciencia ciudadana

Por último, el pilar que agrupa y es transversal a los 3 conceptos anteriores es la ciencia ciudadana. La ciencia ciudadana busca aumentar la capacidad de las personas para monitorear y entender lo que pasa con su entorno local, mediante el levantamiento de información durante recorridos cotidianos o muestreo activo (ej. listas de aves en parques o jardines). El involucramiento de los ciudadanos/as en el levantamiento de datos experimentales y nuevas preguntas aporta una nueva dimensión a los investigadores/as y, sinérgicamente, los ciudadanos/as adquieren nuevas herramientas, conocimiento y un acercamiento al trabajo científico de manera más atractiva. Como resultado de este escenario abierto, se produce una mejora en las interacciones ciencia-sociedad-política que conduce a una investigación más democrática (Fundación Ciencia Ciudadana, 2019). Adicionalmente, el marco científico propone generar nuevas formas de relacionarnos con la naturaleza (Schuttler

et al., 2018). Actualmente en Chile se puede acceder a distintas plataformas digitales, que permiten la participación activa de los/las estudiantes con datos científicos, como por ejemplo, e-Bird para aves y eMammal para mamíferos e información generada mediante foto-trampeo (sección 8). La plataforma eMammal funciona a nivel global y ya está generando investigación de gran importancia para áreas de interés ambiental conectando ciudadanos/as con el proceso científico para comprender nuestro entorno (Parsons *et al.*, 2018; Schuttler *et al.*, 2018; Schuttler *et al.*, 2015).

5. Ideas fuerza para enmarcar preguntas asociadas al estudio de fauna silvestre con foto-trampeo

5.1 Bosque templado de Chile y causas de declinación de la fauna silvestre

A escala planetaria estamos viviendo un período con una tasa de extinción de especies equivalentes a eventos anteriores como la extinción masiva de los dinosaurios, aunque ahora por factores asociados a la actividad del ser humano (Barnosky *et al.*, 2011). La pérdida de hábitat y su subdivisión en pequeñas islas de hábitat, también llamada fragmentación, son una de las principales causas de declinación de fauna silvestre a nivel mundial (Brook *et al.*, 2008). Ambos procesos (Figura 1) disminuyen los recursos disponibles para las especies y facilitan el ingreso de factores negativos como especies introducidas, caza ilegal, especies domésticas (ej. perros), enfermedades y cambios en las condiciones abióticas (ej. mayor sequía) que pueden facilitar mayor frecuencia y magnitud de incendios. A su vez, al interior de estos remanentes de hábitat existe mayor degradación por lo descrito anteriormente (ej. perros domésticos que compiten con la fauna silvestre) y pueden ocurrir procesos de desaparición de fauna de los hábitats

fenómeno también llamado defaunación (Gardner *et.al.*, 2019). Estos procesos han ocasionado, según la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) que de las 5.417 especies de mamíferos que existen en el mundo, el 20% se encuentre con graves problemas de conservación (Baillie *et al.*, 2004)

La extinción de fauna no sólo es un hecho lamentable per se, sino también puede tener una serie de efectos negativos para la actividad humana. La desaparición de fauna en el bosque puede afectar negativamente la regeneración del bosque, lo que es preocupante para la captura de carbono en un escenario de crisis climática (Gardner *et al.*, 2019). Existen además consecuencias en el funcionamiento de los ecosistemas y por ende los servicios ambientales que proveen al ser humano, como la polinización, suministro de agua, control de plagas y control de inundaciones, entre otros (Galetti y Dirzo, 2013). La fauna silvestre, según la FAO (2019), es un recurso renovable que genera numerosos servicios ambientales, pues desempeña una función muy importante al regular los procesos naturales en todos los niveles de la cadena alimentaria y brinda servicios de abastecimiento, producción de alimentos e ingresos, a una gran parte de la población mundial. La fauna silvestre proporciona también servicios culturales, que constituyen la base de muchas tradiciones.

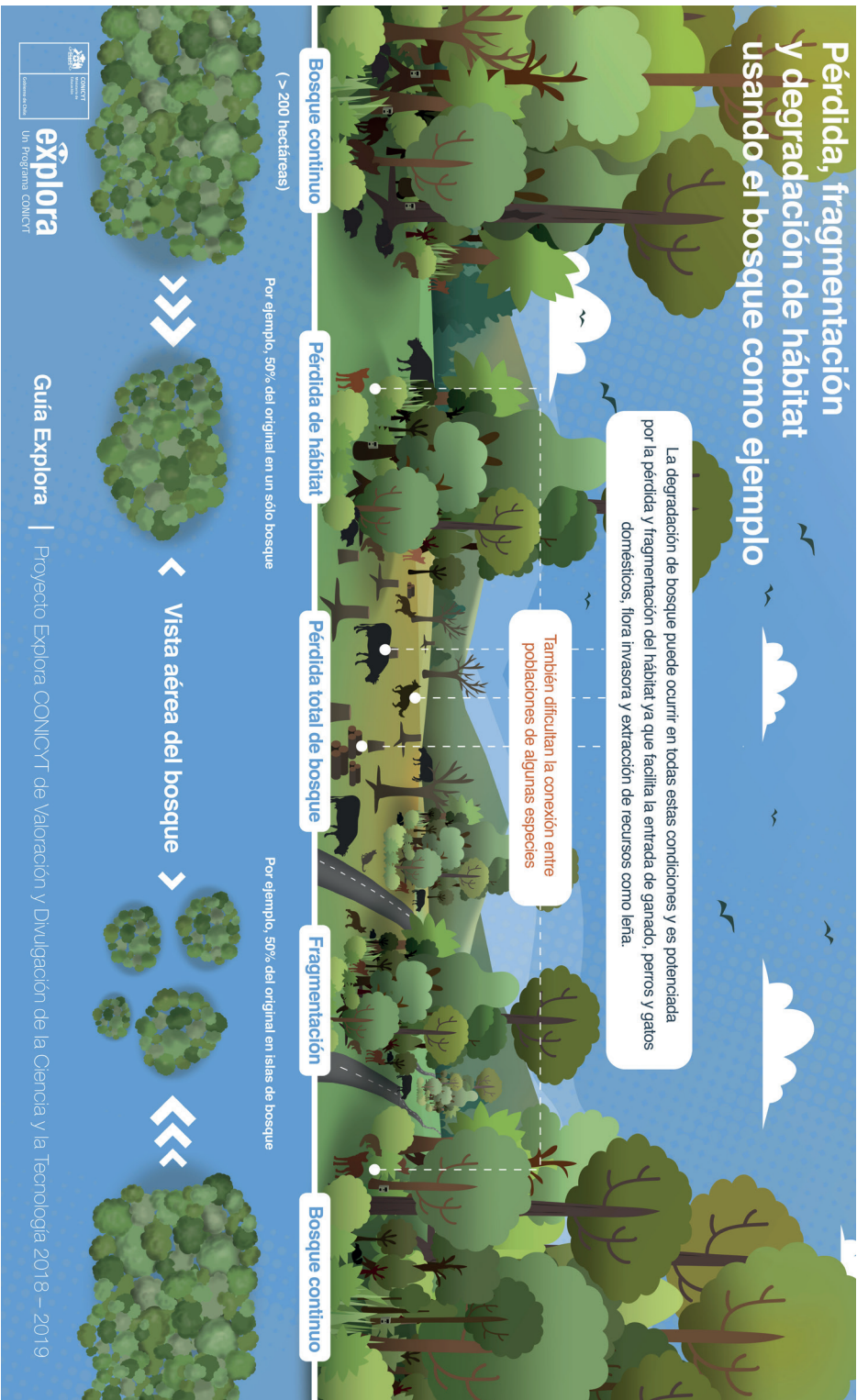


Figura 1. Causas de la pérdida de fauna silvestre.

Un hábitat fundamental para la fauna silvestre del sur de Chile es el bosque nativo. Siendo el bosque templado lluvioso, uno de los ecosistemas más importantes, el cual se extiende entre los 35° y 55°S, al oeste del sur de Sudamérica (Celis-Diez *et al.*, 2011). Se caracteriza por la alta presencia de especies endémicas de flora y fauna, lo que se debe al aislamiento geográfico del país producto de barreras naturales como el desierto por el norte y la cordillera de los Andes por el este (MMA, 2019). Estos bosques proveen recursos alimenticios y hábitat para la fauna, donde pueden refugiarse y reproducirse (Celis *et al.*, 2011).

La preservación de los bosques templados del sur de Chile, es frágil, siendo considerados como uno de los 35 “puntos calientes” (hotspots) mundiales para la conservación de la biodiversidad debido al alto endemismo de especies vegetales, la magnitud de la reducción de su superficie (< 30% original) y la alta densidad humana (Mittermeier *et al.*, 2011). Es más, la superficie de los bosques templados de Chile ha sido drásticamente reducida y fragmentada a causa de la expansión de la agricultura, explotación forestal y uso no sustentable de sus recursos (Echeverría *et al.*, 2006). Adicionalmente, el grado de protección de los bosques templados en áreas protegidas (ej. Parques Nacionales) es deficiente y por ende cobra especial importancia la protección fuera de éstas (Armesto *et al.*, 1998). La denominación de Reserva de Biósfera de la UNESCO, justamente releva esta condición. En la región de La Araucanía y en la región de Los Ríos existen territorios especialmente configurados para el desarrollo de la ciencia ciudadana, dicha condición está dada por la reserva de la Biosfera Araucarias (1.142.850 ha.) y los bosques templados lluviosos de los Andes australes (2.168.956 ha.). Esta categoría de Unesco invita a los ciudadanos a tener un rol activo en la sustentabilidad de sus territorios.

En Chile, cerca del 30% de los vertebrados del bosque templado de Chile están considerados con algún grado de amenaza en su conservación, según la legislación nacional (Celis-Diez *et al.*, 2011). La pérdida y degradación del bosque nativo es la principal amenaza para la conservación de la fauna (Muñoz-Pedreros & Yáñez, 2009; Celis *et al.*, 2011). Otras causas de la pérdida de fauna silvestre, son la sobreexplotación por caza o captura y la introducción de especies exóticas (Manzur, 2005). La introducción de especies exóticas es el ingreso de especies no pertenecientes a un ecosistema por la acción humana (Jaksic & Castro, 2014), las cuales han sido liberadas o introducidas intencionalmente (Manzur, 2005).

Dado lo anterior y considerando un contexto escolar, los sitios con bosque nativo aledaños a una escuela, en el sur de Chile, cobran alta relevancia. Saber qué pasa con la fauna silvestre en esos lugares, realizar preguntas sobre los impactos de la pérdida, fragmentación y degradación del bosque sobre la fauna silvestre, nos abre un mundo de posibilidades para explorar y reflexionar con los/las estudiantes en temas de ecología, conservación, relación humano-naturaleza y la posibilidad de orientar un proyecto con problemáticas reales, contextualizadas y de interés científico que pueden generar impacto en la comunidad escolar y local.

5.2 Fauna silvestre del bosque templado

En Chile, la fauna silvestre se define en la Ley N° 19.473 (1996) como “todo ejemplar de cualquier especie animal, que viva en estado natural, libre e independiente del hombre, en un medio terrestre o acuático, sin importar cuál sea su fase de desarrollo, exceptuados los animales domésticos y los domesticados, mientras conserven, estos últimos, la costumbre de volver al amparo o dependencia del

hombre". De acuerdo a su origen las especies pueden ser clasificadas en diferentes categorías: nativa, endémica, introducida/exótica y doméstica (Ver definiciones en Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de especies según su origen.

Categoría	Definición	Ejemplo
Nativa	Especie autóctona de Chile pudiendo estar en otros países (MMA, 2019).	La güiña (<i>Leopardus guigna</i>) es nativa de Chile, también está presente en Argentina
Endémica	Especie nativa que presenta una distribución restringida sin estar presente en otro lugar del mundo (MMA, 2019).	El zorro de Darwin (<i>Lycalopex fulvipes</i>) es endémico de Chile donde se encuentra en Chiloé, costa de la región de los ríos y la cordillera de Nahuelbuta.
Exótica / Introducida	Especie foránea que ha sido introducida, por acción humana voluntaria o involuntaria, a una determinada región que no corresponde a su rango de distribución original (CONAMA, 2008).	El jabalí (<i>Sus scrofa</i>) es una especie introducida en Chile.
Doméstica	Especie que completa su ciclo de vida en condiciones artificiales creadas por el ser humano, más aun, depende de éste, y le proporciona algún beneficio (Valadez, 2003).	El perro (<i>Canis lupus familiaris</i>) es una especie doméstica.

Asilvestrada/naturalizada	Especie exótica que se reproduce constantemente y mantiene poblaciones estables sin la intervención directa de seres humanos (Quiroz <i>et al.</i> , 2009).	El conejo europeo (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) es una especie naturalizada en Chile.
---------------------------	---	--

En el bosque templado, y en el marco de un muestreo de mamíferos grandes (excluye roedores) podemos encontrar al menos ocho especies nativas (Tabla 2). Para más información recomendamos la guía de fauna del bosque templado de Celis-Diez *et al.*, (2011) y las fichas de algunas especies presentes en el Anexo 1, ambos materiales están disponibles en el material descargable.

Tabla 2. Lista no exhaustiva de mamíferos grandes que se pueden encontrar en el bosque templado del sur de Chile, con su nombre común, científico, en mapudungún y origen.

Nombre común	Nombre científico	Nombre mapudungun	Origen
Chingue	<i>Conepatus chinga</i>	dañi	Nativa
Coipo	<i>Myocastor coipus</i>	koypu	Nativa
Güiña	<i>Leopardus guigna</i>	kod kod	Nativa
Pudú	<i>Pudu puda</i>	püdu	Nativa
Puma	<i>Puma concolor</i>	pangui (hembra) trapial (macho)	Nativa
Quique	<i>Galictis cuja</i>	kiki	Nativa
Zorro chilla	<i>Lycalopex griseus</i>	ngürü (zorro genérico)	Nativa
Zorro culpeo	<i>Lycalopex culpaeus</i>	külpew	Nativa

Chanco	<i>Sus scrofa domesticus</i>	sañwe	Doméstica
Cabra	<i>Capra hircus</i>	kapūra	Doméstica
Caballo	<i>Equus caballus</i>	kawell	Doméstica
Gato	<i>Felis silvestris catus</i>	ñarki	Doméstica
Vaca	<i>Bos Taurus</i>	waka	Doméstica
Oveja	<i>Ovis orientalis aries</i>	ufisa	Doméstica
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	trewa	Doméstica
Visón americano	<i>Neovison vison</i>		Introducida
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	kütrekütre	Introducida
Liebre europea	<i>Lepus capensis</i>	mara (genérico)	Introducida
Conejo europeo	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	koneku (genérico)	Introducida

6. Uso de cámaras trampa para realizar investigación en fauna silvestre

6.1 ¿Qué es una cámara trampa?

Para llevar a cabo el estudio y muestreo de fauna silvestre, existen métodos directos e indirectos (Tabla 3). Entre los métodos directos se encuentra la observación, captura y colecta. Y dentro de los métodos indirectos; el estudio de evidencias, ya sea de huellas, fecas, pelos, rastros, sonidos, nidos, entre otros signos, y el uso de cámaras-trampa. Los muestreos indirectos tienen la ventaja de ser más sencillos de aplicar y suelen ser una alternativa más económica y muchas veces la única para estudiar la distribución y abundancia de determinadas especies raras o difíciles de observar (Painter *et al.* 1999).

Tabla 3. Técnicas de estudio de fauna silvestre.

Métodos directos	Métodos indirectos
Observación directa	Estudio de evidencias (huellas, fecas, pelos, sonidos, nidos, otros signos)
Colecta	
Captura	Cámaras-trampa

Una cámara-trampa (Figura 2) es un dispositivo compuesto por un sistema detector (o sensor) de movimiento y/o calor, conectado al disparador de una cámara convencional. Al detectar algún movimiento o cambio en la temperatura ambiente, producido por algún animal u objeto que cruza el área de acción del detector, éste envía una señal a la cámara para disparar el obturador y capturar la imagen (Chávez *et al.*, 2013). En otras palabras, las cámaras-trampa son instrumentos fotográficos que se instalan en terreno y permiten obtener imágenes de animales que pasan frente a ésta, sin la necesidad de un operador/a presente. Esta técnica, permite fotografiar fauna con la menor intervención posible. Una cámara trampa genérica tiene algunos componentes centrales como el flash, el lente y el sensor (Figura 2). Insistimos en que si se lleva a cabo un proyecto escolar con cámaras trampa, el encargado/a deberá leer detenidamente el manual para interiorizarse de sus elementos particulares según la marca y modelo que esté utilizando.

6.2 ¿Qué información puedo levantar con foto-trampeo en un contexto escolar?

La manera de analizar los datos en un proyecto de foto-trampeo en un contexto escolar dependerá de la pregunta y objetivo de investigación que se quiera realizar (ver sección 7). Por ende, el detalle descrito a continuación tiene que ver solamente con las posibilidades de análisis en un contexto escolar (Figura 3). En general, podemos dividir en tres el tipo de información que se levanta con cámaras trampa: i) la detección o presencia de un individuo o una especie, ii) comprender aspectos espaciales como su distribución y asociaciones con el hábitat y iii) comportamiento temporal, como su patrón de actividad diario (Chávez *et al.*, 2013).

En un contexto escolar consideramos pertinente la evaluación de 6 resultados (Figura 3):

i) **Riqueza de especies:** se puede establecer la presencia de especies, lo que se puede resumir en una tabla indicando su origen (ver Tabla 2 para ejemplo) y estado de conservación (MMA, 2019). Luego, a partir de esta misma información se puede determinar el número total de especies y resaltar la presencia o ausencia de especies, según la pregunta de investigación que se quiera responder (ver sección 7).

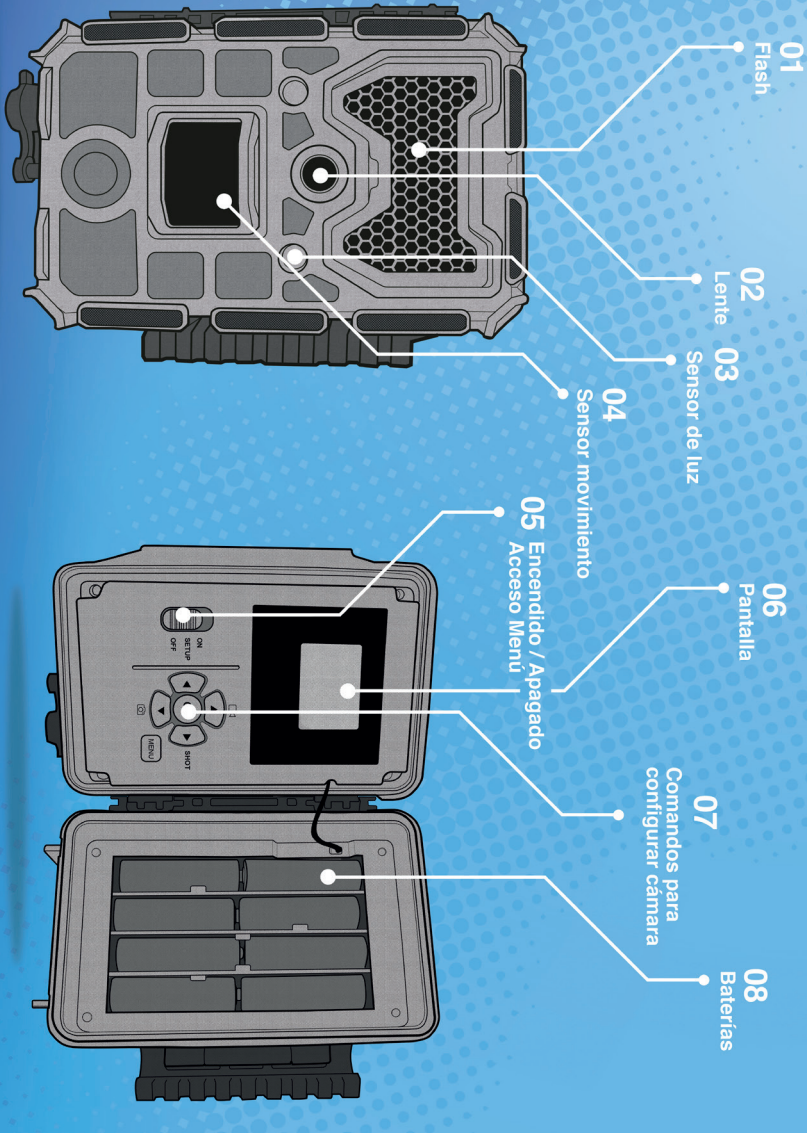
ii) **Proporción de sitios con presencia:** Es posible describir el número de sitios donde está presente una especie, lo que se puede expresar como el % del área estudiada con presencia de una determinada especie.

iii) **Curva de acumulación de especies:** podemos construir una curva de acumulación de especies, para evaluar el total de especies registradas. Si, al construir esta curva, se alcanza la saturación de

Qué es una cámara trampa y sus partes

Una cámara trampa es un dispositivo compuesto por un sistema detector (o sensor) de movimiento y/o calor, conectado al disparador de una cámara convencional.

Al detectar algún movimiento o cambio en la temperatura ambiente, producido por algún animal u objeto que cruza el área de acción del detector, éste envía una señal a la cámara para disparar el obturador y capturar la imagen.



explora
Un Programa CONICYT

Guía Explora

Proyecto Explora CONICYT de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología 2018 – 2019

Figura 2. Qué es una cámara trampa y sus partes.

especies, esto indica que se alcanzó a describir la comunidad de especies presentes.

iv) **Frecuencia absoluta y relativa de fotos:** Otra forma de describir los resultados es con el porcentaje de fotos por especie.

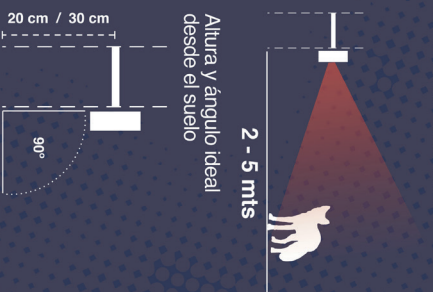
v) **Tasa de detección de especies:** que nos indica el nivel de actividad de las especies (número de fotos por día) lo que puede ser de utilidad para comparar entre sitios o especies.

vi) **Patrón de actividad:** nos permite evaluar y comparar en que momentos del día están más activos los animales.

Todos estos análisis están detallados a continuación (sección 6.3). Adicionalmente, en el material descargable podrán encontrar una base de datos para practicar (Anexo 3) y también realizar actividades de matemáticas con los/las estudiantes (Anexo 2).

Datos que se pueden obtener de cámaras trampa

Zona ideal de detección desde cámara al animal



01 Riqueza de especies



02 Proporción de sitios con presencia

Guinea	1/4 = 0,25 = 25%
Zorro	4/4 = 1 = 100%
Chingue	2/4 = 0,50 = 50%

03 Curva de acumulación de especies



04 Frecuencia Absoluta y Relativa



05 Actividad en el hábitat o tasa de detección

Basado en 4 repeticiones de recorrido			
Guinea	4 / 100 = 0,04	Fotos / Día	
Zorro	16 / 100 = 0,16	Fotos / Día	
Chingue	8 / 100 = 0,08	Fotos / Día	

06 Patrones de actividad horaria



Cabe destacar que es importante diferenciar un **inventario de un monitoreo** en el tiempo. Realizar un inventario es “sacar una foto” de lo que hay en un lugar en un momento dado. Los análisis descritos en la Figura 3 se pueden realizar con datos obtenidos a partir del inventario de un lugar. Si esto se repite a lo largo de años consecutivos se puede generar el monitoreo. El monitoreo permite describir los cambios que las especies y sus ambientes han tenido en el tiempo (De la Maza y Bonacic, 2013). La importancia del monitoreo de fauna recae en que los datos que se pueden obtener, podrían incidir en la adopción de medidas para la conservación de las especies e incluso en políticas públicas. Además, un monitoreo de fauna participativo como el que se plantea, contribuye al desarrollo de la ciencia ciudadana (ver sección 8), al conocimiento de la situación actual de las especies, la metodología de muestreo, y a la generación de espacios para el aprendizaje y valoración del medioambiente en el público general. El inventario y monitoreo de fauna silvestre se pueden desarrollar en el marco de la indagación científica escolar y mediante la metodología de aprendizaje basado en proyectos (ABP).

6.3 ¿Cómo puedo procesar los datos de foto-trampeo?

En la siguiente sección se describen las formas en que es posible procesar los datos obtenidos de un muestreo de foto-trampeo. Está pensado para realizar cálculos manuales que también podrían ser replicados en Excel según las necesidades pedagógicas del/la docente. Se describen cada uno de los resultados que se pueden obtener descritos en la sección anterior. En cada uno de estos análisis, se pueden separar los datos según lo que se esté indagando. Por ejemplo, los resultados del sitio A versus el sitio B, que responden a alguna pregunta.

Lo primero, y parte fundamental del proceso, es definir lo que se califica como un registro. Dado que las cámaras en general

sacan múltiples fotos cuando un animal pasa frente a la cámara, no podemos contar cada una de las fotos como un registro. En general y por convención se dejan solo los registros de una especie en un período de una hora. Es decir, si una güiña se saca 30 fotos entre las 4:00 y las 5:00 horas, se contaría como un solo registro. Por lo general, en el bosque templado es difícil determinar si múltiples registros son de uno o más individuos, por lo que el criterio de una hora permite ser conservadores con las estimaciones de actividad de la especie. El criterio de una hora es útil para poder determinar la frecuencia relativa de fotos por especie (que puede ser expresado en %) y la tasa de detección de las especies que es una medida de la actividad de la especie en el hábitat de interés (descritos a continuación).

Para poder realizar los análisis, en general, debemos tabular los datos brutos (fotos) de alguna forma. Esto puede ser realizado en Excel o de forma manual en papel. Lo importante es registrar la información contenida en cada foto (Figura 4) en una base de datos como se muestra en la Tabla 4. Esto también está detallado en el Anexo 3 que contiene una base de datos que se puede utilizar para practicar realizar los análisis. La base de datos debe tener cada registro (> 1 hora) en una fila y luego la información en cada columna (Tabla 4). Por ejemplo en la Tabla 4, podemos ver que todos los registros son de Cam1 (columna 1) y que luego cada fila varía según la especie identificada en la foto. En las cámaras tendremos todo tipo de fotos que debemos definir en cada registro. Por ejemplo, el primer registro en la Tabla 4, es probable que sea el mismo equipo de investigación. Esto es importante documentarlo ya que nos permitirá tener un registro de cuando comenzó la instalación o cuando terminó al final de la base de datos (celdas naranjas). También se puede dar que tengamos fotos de seres humanos externos a nuestro proyecto (celda celeste). Por temas éticos es importante no divulgar sus fotos en medios sociales o presentaciones. En el bosque templado podemos tener dificultades

para diferenciar entre algunas especies, como por ejemplo el zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y zorro chilla (*Lycalopex griseus*). Muchas veces las fotos no nos permitirán diferenciar ambas especies por lo que proponemos denominar el registro como "*Lycalopex sp*" que se refiere a que puede ser cualquiera de las especies del género *Lycalopex* (celda verde). Finalmente, sugerimos que todas las aves se clasifiquen a nivel taxonómico de Clase "Aves" y los roedores a nivel de Orden como *Rodentia sp* (celdas en gris) dada la dificultad de diferenciar especies mediante las cámaras. También es muy común que no sea visible lo que gatilló la foto por lo que sugerimos poner "*No identificado*". Finalmente, cada registro debe también ser identificado según lo que se esté indagando. Por ejemplo que el sitio Cam1 está en un hábitat que lo definimos como Renoval bosque (columna 7).

Figura 4. Ejemplo de foto de cámara trampa donde se muestra fecha, hora y dos individuos de la especie *Lycalopex griseus*.



1	2	4	5	6	7
Sitio o Cámara	Especie con nombre científico	Fecha	Hora	Comentario (reseña, individuos etc.)	Renoval
Cam1	Equipo Investigación	1-9-2019	15:00	Instalación	Renoval
Cam1	Pudu puda	2-9-2019	23:00		Renoval
Cam1	Leopardus guigna	3-9-2019	4:00		Renoval
Cam1	Homo sapiens	4-9-2019	12:00	Acompañado de un perro	Renoval
Cam1	Lycalopex griseus	4-9-2019	13:00		Renoval
Cam1	Lycalopex sp	9-9-2019	19:00		Renoval
Cam1	Ave	9-9-2019	5:00		Renoval
Cam1	Rodentia sp	9-9-2019	23:00		Renoval
Cam1	No identificado	10-9-2019	23:00		Renoval
Cam1	Equipo Investigación	2-10-2019	10:00	Retiro	Renoval

A partir de la generación de esta base de datos, podemos realizar los análisis descritos en la sección 6.2 (Figura 3). Los registros en las tablas a continuación se pueden ir tabulando a medida que los alumnos van anotando los registros en la base de datos descrita anteriormente (también en Anexo 3).

1. Riqueza de especies: Este aspecto se puede dividir en dos (Tabla 5 y 6). Primero se elabora una lista de todas las especies que van apareciendo incluyendo su nombre común y científico (columnas 1 y 2). Se agrega el número de filas que sean necesarias (fila verde en la tabla 5). Luego en la columna 4 (naranja) se incluye un "1" cuando la especie fue detectada

por cualquiera de las cámaras. Si la especie fue detectada podemos incluir un "1" según el origen de la especie (Tabla 1) como nativa (columna 5), endémica (columna 6), introducida (columna 7) y doméstica (columna 8). La sumatoria de cada columna (en celeste) nos dará el total de especies del estudio, total especies nativas, endémicas (se pueden seleccionar las endémicas del cono sur), introducidas y domésticas. Por ejemplo, en este caso (Tabla 5), podemos ver que detectamos un total de 5 especies de las cuales 3 son nativas, 1 Introducida y 1 doméstica.

Tabla 5. Formato tipo para crear tabla de especies y origen.

1	2	4	5	6	7	8
Nombre Común	Nombre científico	Presencia de la especie en el estudio	Columna para sumar total Nativas	Endémicas	Introducidas	Domésticas
Pudú	<i>Pudu puda</i>	1	1	-	-	-
Güiña	<i>Leopardus guigna</i>	1	1	-	-	-
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	1	-	-	1	-
Zorro chilla	<i>Lycalopex griseus</i>	1	1	-	-	-
Perro doméstico	<i>Canis lupus familiaris</i>	1	-	-	-	1
(+)	Agregar filas hasta la última especie que aparezca en la base de datos					
Suma Total según columna		5	3	0	1	1

En el Anexo 11 se ofrece un documento Excel editable que permite tabular los datos de presencia o detección de especies por cámara, para su posterior presentación en gráficos o tablas.

Por otro lado, tal vez, se quiere conocer el número de especies por cámara o en cuantas cámaras se detectó a alguna especie. Similar a la Tabla 5, en la Tabla 6, para cada cámara se ingresa un "1" cuando vemos que la especie está presente o un "0" si la especie no fue detectada por la cámara (columnas 3 y 4, hasta el número de cámaras instaladas "N" en columna 5). Luego al sumar las columnas de cada cámara podemos obtener el número total de especies en cada cámara (última fila en celeste). Con estos números también se podría disgregar en nativas, endémicas, introducidas y domésticas.

Tabla 6. Formato tipo para documentar la proporción de sitios con presencia de la especie.

1	2	3	4	5	6	7
Nombre Común	Nombre científico	Cam1	Cam2	CamN	Numero de cámaras donde detectamos a la especie	Proporción de sitios con presencia de la especie
Pudú	<i>Pudu puda</i>	1	1	1	3	Ej. (3 cámaras con presencia ÷ 3 cámaras totales)x100 = 100%
Güiña	<i>Leopardus guigna</i>	1	0	0	1	(1 ÷ 3)x100 = 33,3%
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	0	0	1	1	(1 ÷ 3)x100 = 33,3%
Zorro chilla	<i>Lycalopex griseus</i>	1	1	0	2	(2 ÷ 3)x100 = 66,6%
(+)	Agregar filas hasta la última especie que aparezca en la base de datos					
Suma Total según columna		3	2	2		

Otro análisis que puede ser interesante conocer es la proporción o porcentaje de sitios (cámaras) donde se detecta una especie. Esto entrega una idea aproximada del área ocupada por cada especie y así comparar. Para esto podemos sumar (Columna 6, Tabla 6) el número de cámaras o sitios en que se detectó a la especie (suma de fila del Pudú y en naranjo). Al dividir este número por el número total de sitios (CamN, Columna 5) y multiplicarlo por 100 se puede describir el % de sitios donde fue detectada la especie (columna 7). Por ejemplo, si se cuenta con 3 cámaras, se puede decir que el pudú fue detectado en el 100% de los sitios, mientras que la güiña en el 33,3% de los sitios (Tabla 6). Luego estos datos se pueden traspasar a tablas resúmenes y/o gráficos de barras.

En una situación de aula, se podrían tener papelógrafos que integren a ambas tablas y que durante el procesamiento de las fotos, los estudiantes puedan ir tabulando la información. Luego se puede digitalizar el papelógrafo para poder usar los datos en Excel.

2. Curva de acumulación de especies: Este análisis permite evaluar de manera simple si durante el muestreo se logró describir la comunidad biológica. Se basa en evaluar si al agregar más cámaras en el sitio de estudio, fueron apareciendo nuevas especies hasta llegar a saturación. Es decir, que la pendiente de la curva se acerca a "0". Se utiliza una tabla similar a las anteriores pero en vez de contar el total de especies para cada cámara se cuenta el número de especies nuevas que aparecen al agregar otra cámara (fila en celeste). En la Tabla 7 se aprecia como desde la columna 2 hasta la 7 para el Sitio A (naranja) comienza en 5 especies, y luego en la Cam2 aparecen 3 nuevas especies, luego en la Cam3 aparecen 2 especies nuevas, hasta CamN donde ya no aparecen nuevas especies. Si graficáramos estos resultados,

con las cámaras en el eje X y el número de especies en el eje Y, se podría observar que luego de N cámaras ya no aparecen nuevas especies. Caso contrario se observa en el Sitio B (verde), donde siguen apareciendo nuevas especies hasta la cámara N. Esto nos llevaría a pensar que en el sitio B no logramos describir la comunidad biológica con ese esfuerzo de muestreo. Este ejercicio con estudiantes puede ser de interés para enseñar curvas en la asignatura de matemática.

Tabla 7. Tabla para generar una curva de acumulación de especies.

1	2	3	4	5	6	7
Área	Cam1	Cam3	Cam4	Cam5	Cam5	CamN
Sitio A	5	3	2	1	0	0
Sitio B	5	3	4	5	3	5

3. Frecuencia relativa de fotos: Como medida para evaluar cuales especies presentan mayor cantidad de fotos y posiblemente mayor abundancia, se puede elaborar una tabla con la cantidad de registros por especie en cada cámara. Luego se pueden sumar las filas para calcular el total de fotos (columna 6 - frecuencia absoluta) y luego los porcentajes (columna 7 - frecuencia relativa). Primero se deben sumar todos los registros de cada especie (celeste) en la celda del total de registros (en naranjo - columna 6). Luego el total de registros de cada especie se divide por el total de la columna 6 (naranjo) para obtener la frecuencia relativa. Por ejemplo, en la Tabla 8 podemos ver que los registros de jabalí equivalen al 61% de los registros. Luego los valores de % de la última columna pueden ser usados para generar un

gráfico circular. Por otro lado, podemos evaluar la frecuencia relativa asociada a cada cámara (verde). Esto permite conocer cuál de las cámaras tuvo el mayor número de registros. Por ejemplo, en la Tabla 8 se observa que Cam2 tiene el mayor número absoluto y relativo de registros. Si un proyecto busca evaluar diferencias entre sitios por alguna característica particular, este análisis puede ser útil para reflexionar.

Tabla 8. Frecuencia relativa de fotos.

1	2	3	4	5	6	7
Nombre Común	Nombre científico	Cam1	Cam2	CamN	Total de registros por especie (frecuencia absoluta)	Frecuencia relativa de fotos (%)
Pudú	<i>Pudu puda</i>	20	8	2	30	$(30 \text{ registros} \div 409 \text{ registros totales}) \times 100 = 7,4\%$
Güiña	<i>Leopardus guigna</i>	10	1	3	14	3,5%
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	60	100	90	250	61,1%
Zorro chilla	<i>Lycalopex griseus</i>	30	60	25	115	28%
Total de registros		120	169	120	409	100%
% por Cámara		$(120 \div 409) \times 100 = 29\%$	41%	29%		

4. Tasa de detección de especies: Se define como la tasa fotográfica de una especie. Es decir, cuantos registros fotográficos tenemos de una especie al día. La tasa de detección de especies es útil porque permite evaluar las diferencias en actividad de las especies. En teoría, si una especie tiene una mayor tasa en un lugar determinado podría significar que tiene mayor actividad dado que el hábitat tiene mejores condiciones. También permite comparar entre especies. Se calcula similar a la tabla anterior, con la diferencia que se calcula, no según el número de registros, sino según el número de días que las cámaras estuvieron activas. El total de registros por especie se suma en la columna 6 (naranja). Luego se divide el número de registros por el número de días de muestreo (Registros / por día - Columna 7, Tabla 9). Para poder comparar con estudios en otros lugares que pueden tener otro número de días de muestreo (no 58 como en esta tabla) se lleva el registro a 100 días por convención científica (Columna 8, Tabla 9). En el caso de que se quiera analizar cada cámara por separado se pueden sumar sus registros y dividir por el número de días (verde). En la Tabla 9 podemos ver que el jabalí tiene la mayor tasa de detección y, por ende, actividad en el lugar estudiado. También que Cam2 es la que tuvo la mayor tasa de detección de especies. Así se puede obtener un cálculo general de la tasa de detección de todas las especies usando el total de la columna 6 (naranja). Los cálculos de especies también se pueden realizar para cada cámara y así obtener valores promedio y alguna medida de variación de los datos si el profesor/a lo considera como objetivo de aprendizaje.

Tabla 9. Tabulado para calcular la tasa de detección de especies según un muestreo hipotético de 58 días.

1	2	3	4	5	6	7	8
Nombre Común	Nombre científico	Cam1	Cam2	Cam N	Total de registros por especie (frecuencia absoluta)	Tasa de detección de la especie en 58 días de muestreo	Tasa detección estandarizada a 100 días (tasa de detección x 100)
Pudú	<i>Pudu puda</i>	20	8	2	30	(30 registros ÷ 58 días) = 0,51	51
Güiña	<i>Leopardus guigna</i>	10	1	3	14	0,24	24
Jabalí	<i>Sus scrofa</i>	60	100	90	250	4,3	431
Zorro chilla	<i>Lycalopex griseus</i>	30	60	25	115	1,98	198
Total de registros		120	169	120	409	7,05	705
Tasa detección por cámara		(120 ÷ 58) x 100 = 207	291	206			

5. Patrones de actividad: Los patrones de actividad permiten evaluar cómo es el comportamiento de las especies en relación a un eje de tiempo. Es también una forma de frecuencia absoluta, pero no por cámara, sino por bloque horario. El total de bloques horarios son 24 que corresponden al ciclo diario completo. Cada registro (celeste-columna 1) que se va procesando se suma a cada bloque horario (Tabla

10). Luego para evaluar cuándo está más activa una especie, se puede graficar el número de registros (eje y) en cada bloque horario (eje x). También está la posibilidad de realizar gráficos circulares. Cada especie puede tener un gráfico. Otra alternativa es comparar entre especies o sitios según sea la pregunta del proyecto. Por ejemplo, con los pocos bloques mostrados en la Tabla 10, podemos ver que tanto pudú como güiña son nocturnos. Sin embargo, durante estos bloques, no hay registros de perros, por lo que podemos suponer que estos últimos tienen actividad diurna. Obviamente, con todos los datos graficados se pueden hacer este tipo de reflexiones asociado al proyecto.

Tabla 10. Tipo de tabla para tabular datos de patrón de actividad de especies.

		1	2	3	24
Nombre Común	Nombre científico	00:00 - 00:59	1:00 - 1:59	2:00 - 2:59	Continuar bloques horarios de una hora hasta completar las 24 horas 23:00 - 23:59
Pudú	<i>Pudu puda</i>	4	10	3	10
Güiña	<i>Leopardus guigna</i>	10	1	3	5
Perro	<i>Canis lupus familiaris</i>	0	0	0	0

En el Anexo 12 se encuentra un archivo Excel que contiene una posible forma de tabular los datos horarios por cada intervalo horario.

7. Pasos para el aprendizaje basado en un proyecto de fauna silvestre utilizando foto-trampeo

El proyecto escolar tendrá, dada la naturaleza del tipo de investigación, en fauna silvestre, un fuerte enfoque en el área de ciencias naturales, biología, particularmente en ecología, con énfasis en los conceptos de nicho, hábitat, comunidad y sus interacciones biológicas y redes tróficas, los que son de suma importancia en el desarrollo del proyecto. El/la docente tendrá que guiar las preguntas hacia estas temáticas y se sugiere que también las asocie a los procesos de pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. Para realizar esto, se recomienda por ejemplo, comparar distintos hábitats o condiciones que representen la pregunta de interés de los alumnos. Otra posibilidad es describir las interacciones biológicas y redes tróficas en un lugar en particular o algún otro aspecto metodológico, como por ejemplo poner cámaras en un tipo de sendero versus otro. Dada la gran cantidad de temas, sugerimos acercarse a alguna casa de estudio Universitaria y generar lazos con académicos/as para co-construir la investigación.

Para responder a la pregunta de investigación asociada a fauna silvestre, el monitoreo requiere un adecuado diseño, recopilación de información previa, selección de metodologías y un plan de terreno. El monitoreo es en sí mismo un trabajo en equipo, con encargados/as del diseño, un equipo de personas que lo lleven a cabo y los/las responsables del análisis y divulgación del mismo (De la Maza y Bonacic, 2013). La metodología de ABP permite llevar esto a cabo mediante etapas detalladas y adecuadas para un proyecto escolar.

Una descripción de cada etapa se da a continuación y en la Figura 5. Adicionalmente, está disponible una gráfica genérica como mapa de ruta para los/las estudiantes para que puedan ir viendo el avance del proyecto (descargar Anexo 4 Mapa de ruta descargable).

Existe una Etapa 0, denominada *antes de comenzar*, que es fundamental para la ejecución del mismo. En la etapa 0 el equipo docente se planifica y lleva a cabo jornadas de co-diseño, en las cuales se define en primera instancia cuál es la/s necesidad/es del establecimiento educacional que puede ser cubierta por un proyecto de este tipo. Por ejemplo, la necesidad puede ser contribuir a una mayor vinculación y comprensión del medio natural donde están insertas las escuelas. A través del conocimiento de fauna silvestre, trabajar en investigaciones científicas reales, abordar contenidos de las asignaturas del currículum nacional por medio de la ejecución de un proyecto científico, aplicar una nueva metodología de enseñanza para salir de lo tradicional, realizar mayor actividad física, interactuar de una nueva forma entre estudiantes y profesores/as, potenciar habilidades fuera del aula, entre otras. Luego, se debe definir quiénes serán los profesores/as que participarán del monitoreo, los niveles o cursos de estudiantes que formarán parte, ya sean de enseñanza básica, media u otro, las asignaturas desde las cuales se abordará el monitoreo, los objetivos de aprendizaje y habilidades del currículum nacional a trabajar por cada curso. Establecido todo lo anterior, se puede continuar con las siguientes etapas del proceso y comenzar a vincular a los/las estudiantes en el desarrollo del proyecto.

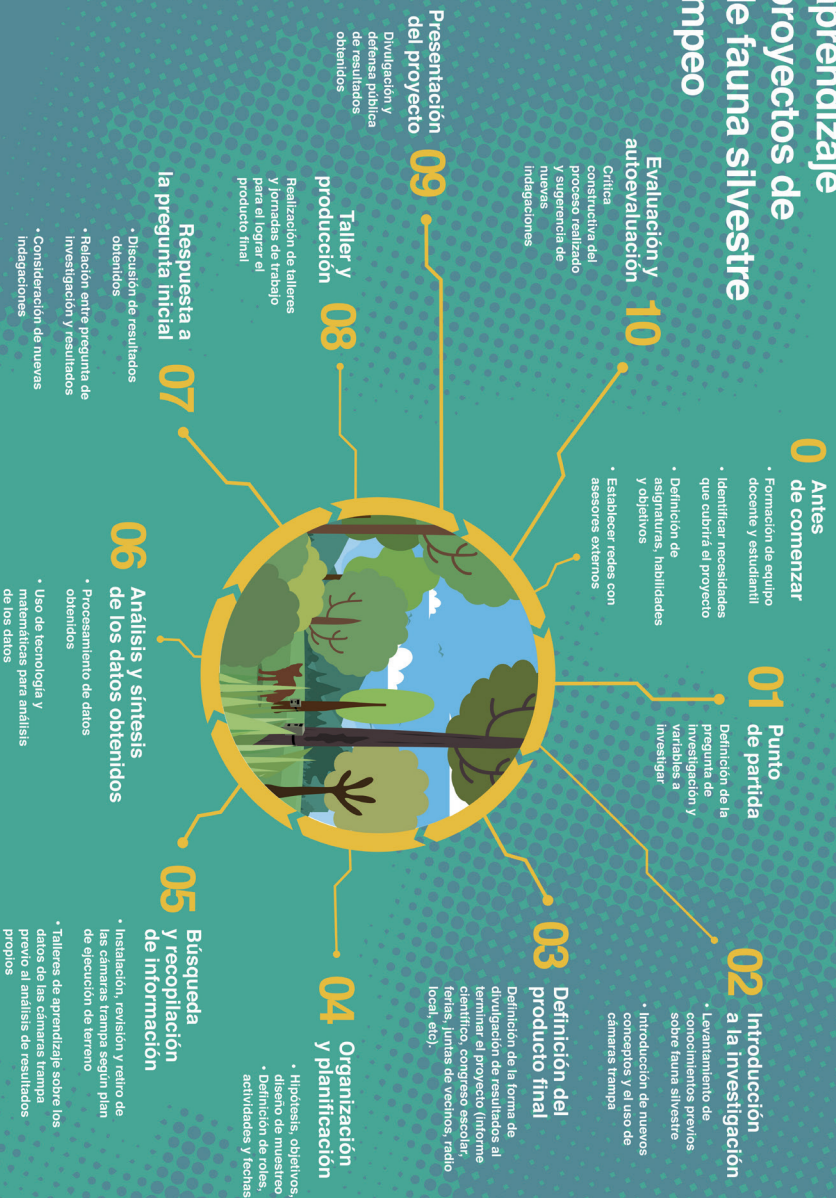
Figura 5. Etapas del aprendizaje basado en proyectos de monitoreo de fauna silvestre fototrampeo (Adaptado de Bascopé, 2019) (Mapa de ruta genérico en ANEXO 5 descargable).

1. **Punto de partida:** Para comenzar, los/las docentes y estudiantes realizan un trabajo colaborativo para generar la pregunta de investigación – a través de la observación, conocimientos previos e inquietud – sobre el entorno o de algún fenómeno. También se reflexiona sobre las posibles variables explicativas y su cualidad de ser medibles e investigadas mediante el muestreo con cámaras-trampa. La pregunta que se genere debe ser abordable, comparativa, atractiva, sencilla y directa. También debe indicar claramente lo que se va a comparar y medir, y el ámbito espacio-temporal. Algunos ejemplos:

- ¿Existen diferencias en la diversidad de mamíferos detectados dentro de las áreas silvestres protegidas y los detectados cerca de la Escuela Candelaria?
- ¿Existen diferencias en la diversidad de los mamíferos detectados cerca de la carretera y los detectados lejos de la carretera?
- ¿Cómo se relaciona la altitud con la riqueza de especies de mamíferos detectados en bosques cordilleranos de la Región de Los Ríos?

2. **Introducción a la investigación:** Luego de formulada la pregunta de investigación, los/las estudiantes reciben una introducción a la investigación con cámaras-trampa y al área de estudio. Se levanta el conocimiento previo de los/las estudiantes respecto a la fauna silvestre y a las especies posibles de encontrar en las cercanías de sus escuelas. Para introducirlos/as a la temática ambiental se pueden utilizar juegos didácticos relacionados a la fauna silvestre (ver Anexo 6). En esta etapa, también conocen las

Etapas del aprendizaje basado en proyectos de monitoreo de fauna silvestre con foto-trampeo



cámaras y la información que pueden entregar, experimentan tomándose fotos con ellas y las visualizan en una pantalla para entender su funcionamiento. Se sugiere invitar a guardaparques de áreas protegidas cercanas para contextualizar la situación actual del territorio y resaltar el valor de los lugares en que se encuentran. También se sugiere que si existen estudiantes que han trabajado previamente en un proyecto de este tipo, ya sea dentro del establecimiento o pertenecen a establecimientos de la comuna, sean invitados como monitores.

3. Definición del producto final: Los/las docentes deciden cuál será la forma final de presentación de los resultados que se obtendrán de la investigación. Puede ser a través de presentaciones orales a público general, o a través de radios locales. Por medio de comunicación escrita en artículos científicos, noticias para prensa, revistas, otros. También a través de defensa pública en ferias, congresos, seminarios. Esta etapa es fundamental ya que se define a lo que se quiere llegar como proyecto. También es la instancia donde se visualiza el trabajo realizado durante el desarrollo del proyecto y es una instancia tangible de la integración de asignaturas.

4. Organización y planificación: En esta etapa, los/las estudiantes y docentes generan la hipótesis y definen el diseño de muestreo. El diseño de muestreo se refiere al esquema de trabajo y reglas que especifican cómo debe ejecutarse el muestreo (Hamel et al., 2013).

- Para generar la hipótesis se lleva a cabo una reflexión colectiva donde cada estudiante pueda expresar su opinión, también se define el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto. Los objetivos del plan o proyecto de monitoreo pueden incluir el seguimiento de una especie en particular para su protección, el seguimiento de comunidades para determinar zonas de mayor

importancia para la fauna, documentar la ocurrencia de especies en el área de estudio, confirmar la presencia de alguna especie o grupo en particular en el área de estudio, evaluar patrones de actividad, usos de hábitat, entre otros. Es importante tener en cuenta la utilidad y factibilidad de los objetivos de investigación y los recursos disponibles del proyecto, como logística, financiamiento, tiempo y recursos humanos (Hurtado y Soto, 2017).

- En cuanto al diseño del monitoreo, se debe comenzar por definir el área y duración del estudio, la distancia del trayecto al área de estudio y definir qué se compara o mide. La duración del estudio está particularmente influenciada por los objetivos de la investigación, la biología de las especies a investigar, los recursos disponibles (Hurtado y Soto, 2017) y el calendario escolar.

- Se debe definir el número de puntos de trapeo con cámaras y su respectiva localización espacial, la forma en que las cámaras-trampa serán instaladas en el área de estudio, el número de días que cada cámara-trampa estará operando en terreno, el número de periodos de muestreo (cantidad de veces al año en que se instalarán las cámaras-trampa) y la época del año en que se realizarán (Hurtado y Soto, 2017). En general sugerimos la instalación de cámaras cada 200-500 metros y que estén operando al menos por 1-2 meses. Además, se determinan las variables o datos que van a ser comparados o medidos a partir de la información de las imágenes que se obtengan.

- También se debe definir el esfuerzo de muestreo (número de cámaras-trampa multiplicado por el número de días que operarán en terreno).

- Para el trabajo en terreno se deben planificar las actividades a realizar y roles del equipo. Se deben definir los sitios a visitar, la cantidad de veces y las fechas en que se realizarán las salidas a terreno. También es necesario planificar la logística para llegar a los lugares donde se instalarán las unidades de muestreo. Otra

gestión importante es la obtención de permisos de los propietarios al muestrear en sitios privados y/o permisos de CONAF al muestrear en Áreas Silvestres Protegidas (ASP). Además se debe gestionar el permiso de los/las padres/madres y/o apoderados de cada estudiante para salir a terreno y seguro escolar. Finalmente, no es menor la importancia de considerar la vestimenta apropiada para ir a terreno (zapatos para caminar al aire libre, ropa ligera, protección para el sol). Previo a la salida a terreno, se deben establecer y organizar los materiales y sus cantidades necesarias a llevar a terreno (ver Anexo 7).

5. Búsqueda y recopilación de información: En esta etapa, se obtienen los datos a partir del diseño de recolección de información y la toma de datos según ese diseño, también se ejecuta el plan de terreno (para la instalación, revisión y retiro de las cámaras-trampa) y algunos talleres de aprendizaje. Previo a la salida a terreno se deben reunir los materiales, elaborar los formularios necesarios e imprimirlos (fichas de instalación o revisión/retiro de las cámaras-trampa en Anexos 8, 9, 10, 14 y 15).

6. Análisis y síntesis de los datos obtenidos: El procesamiento de los datos (detallado en sección 6.3) se puede realizar de diferentes maneras: a través del tabulado manual escrito a mano o usando Excel (detallado en Anexo 2 y material complementario en Anexos 11 y 12). También se pueden subir datos a la plataformas de ciencia ciudadana, como eMammal o Wildlife insights (ver sección 8) que permiten etiquetar fotos (Anexo 13) y luego analizan de forma automática la información para el usuario. Además existen paquetes en el programa de libre acceso R llamado camtrapR donde se pueden etiquetar fotos para generar la base de datos. Recomendamos para esta última opción el trabajo en conjunto con alguna casa de educación superior y académico para guiar el proceso. En esta etapa

se sistematiza la información obtenida a través de la generación de resultados y elaboración de conclusiones, lo que se logra por medio de la realización de talleres de etiquetado de fotos, uso de tecnología y aplicación de actividades de matemáticas (ver sección 9. Actividades pedagógicas).

7. Respuesta a la pregunta inicial: Discusión de los resultados obtenidos; sus posibles explicaciones, sugerencias para indagaciones en otros contextos, la relación entre la pregunta de investigación y los resultados obtenidos (tendencias, excepciones, comparación con resultados de trabajos semejantes).

8. Taller y producción: Más que una etapa, se trata de un proceso continuo a lo largo de la ejecución del proyecto, que debe desarrollarse en forma paralela a las demás etapas de la investigación. Esta actividad continua contempla los talleres de acompañamiento, de tipo capacitaciones, que permitan a los/las estudiantes adquirir y expresar el conocimiento aprendido de forma clara y ordenada. La meta es que sean capaces de incluir la información obtenida en cada etapa del proceso de la forma más explicativa y resumida posible en la presentación de los resultados.

9. Presentación del proyecto: Preparación de la presentación y defensa pública de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

10. Evaluación y autoevaluación: Reflexión de la experiencia, cuestionamiento del proceso realizado y sus resultados, sugerencia de nuevas ideas y ciclos de indagación a partir de los resultados obtenidos.

8. Ciencia Ciudadana y foto-trampeo / experiencia mundial

Los datos recolectados por estudiantes son de gran importancia para lograr comprender las comunidades de mamíferos alrededor del mundo. La plataforma eMammal (<https://emammal.si.edu/>) permite que ciudadanos-estudiantes puedan subir sus datos e incluso analizarlos. Mediante eMammal se ha visto que los datos recolectados por estudiantes han sido igual de exitosos que los recolectados por ciudadanos adultos. En un estudio de 3 años con cerca de 30 escuelas de 4 países, los estudiantes levantaron información de 80 mamíferos nativos, de los cuales 12 se encuentran en alguna categoría de amenaza (Schuttler *et al.*, 2018). Los datos obtenidos por estudiantes han sido utilizados en publicaciones científicas con revisión de pares. Por ejemplo, en Carolina del Norte, los datos de estudiantes, han sido utilizados para entender como la urbanización afecta a los mamíferos, la relación entre gatos domésticos y coyotes, como también la interacción entre carnívoros. Además, se han utilizado para estudios dentro de áreas silvestres protegidas, que son fundamentales para su sobrevivencia. Los mamíferos viven casi en todas partes, pero por lo general es más difícil obtener datos en lugares habitados por el ser humano. Los/as estudiantes pueden ayudar a los científicos/as a abordar este desafío. Para proteger las especies, debemos entender lo que pasa dentro y fuera de las áreas protegidas. Por ejemplo, el proyecto asociado a esta guía logró captar registros fuera y dentro de las áreas protegidas de La Araucanía, a las cuales puede acceder cualquier persona del mundo (ver estudios de caso). Más información en la página del proyecto (<https://emammal.si.edu/araucaria-biosphere-reserve-southern-chile-wildlife-monitoring>).

Hoy la plataforma para subir información y realizar análisis, es eMammal, la que invitamos a evaluar como parte de un proyecto

de foto-trampeo escolar. Sin embargo, subir la información tiene un costo dado que deben almacenar una cantidad importante de imágenes y mantener el sitio. A pesar de esto, la escuela podría gestionar estos costos con fundaciones o con autoridades de las áreas protegidas para lograr subir los datos. Finalmente, se vislumbra en el horizonte la plataforma Wildlife Insights (<https://www.wildlifeinsights.org/es/inicio>) que tendrá mayor apoyo financiero y que se estima podrá apoyar a proyectos escolares. Aún no está plenamente activa ya que se encuentra en etapa de prueba. Se invita a los/las docentes a estar atentos a esta plataforma en el futuro cercano.

9. Estudios de caso

9.1. Escuela Padre Enrique Römer, Coñaripe.

- Pregunta de investigación: ¿Qué impacto tiene un gradiente altitudinal desde comunidades humanas urbanas hasta las Áreas Silvestres Protegidas en la comunidad de mamíferos silvestres?

- Hipótesis: El número de mamíferos silvestres será mayor en sectores periurbanos en respuesta a las condiciones climáticas adversas existentes en la cordillera en época invernal.

- Objetivo general: Comparar la diversidad de mamíferos grandes en 4 fragmentos de distinta altitud en la zona precordillerana de Coñaripe.

- Objetivos específicos: 1) Comparar la cantidad de especies entre los distintos pisos altitudinales. 2) Describir el patrón de actividad general de especies silvestres. 3) Comparar el patrón de actividad de mamíferos entre pisos altitudinales. 4) Comparar la frecuencia de fotos en cada piso altitudinal para evaluar donde hay mayor actividad de cada especie.

- Metodología: Se realizó un estudio observacional, donde se estableció el área de estudio (Figura 1) en 4 fragmentos (>10 hectáreas cada uno) típico de la zona precordillerana de la Región

de Los Ríos. Se instalaron 20 cámaras trampa marca Bushnell, distribuidas equitativamente en 4 sitios en un gradiente altitudinal, partiendo desde los 337 msnm en un bosque periurbano próximo a Coñaripe y finalizando en un fragmento cordillerano a 910 msnm próximo al Parque Nacional Villarrica. Las cámaras trampa se distribuyeron en 4 pisos altitudinales, a alturas de 337 msnm, en el sector de Captación, 690 msnm, en San Luis, 780 msnm, en Termas Vergara, y 910 msnm, en Termas Geométricas. Las cámaras estuvieron un total de 70 días por lo que el esfuerzo de muestreo fue de 1400 días cámara (número de cámaras por número de días). Durante este tiempo las cámaras funcionaron correctamente. Se realizó un proceso participativo de etiquetado de fotos donde los estudiantes de 7° año (24) aportaron a la identificación de especies del total de fotos obtenidas (Figura 2) ingresamos la información a la plataforma global Emammal.si.edu

- Resultados:

A lo largo de los 4 pisos altitudinales se encontraron 13 especies diferentes de mamíferos en total. En el sector de Captación se encontraron 9 especies, de las cuales 4 corresponden a especies nativas y 5 a especies domésticas o exóticas. En San Luis el número de especies encontradas fue de 8, siendo 3 especies nativas y las restantes (5) domésticas o exóticas. En Termas Vergara se encontraron 10 especies, de las cuales 5 son nativas y 5 domésticas o exóticas. Por último, en Termas Geométricas se encontraron 8 especies (4 nativas y 4 domésticas/exóticas).

Entre las especies nativas encontradas se encuentran zorro, puma, güiña y chingue. Mientras que entre las especies domésticas o exóticas se encuentran las especies perro, vaca, jabalí, liebre, conejo, oveja, entre otras.

El sector con mayor cantidad de especies diferentes encontradas corresponde al sector de Termas Vergara, con 10 especies.

También se destaca la presencia de puma en todos los pisos altitudinales, mientras que la güiña sólo está presente en los últimos dos pisos de mayor altura.

Reflexión y conclusiones: Los resultados nos muestran que los mamíferos como el Puma, Güiña y Zorro son capaces de enfrentar algunas condiciones climáticas propias de la estación invernal en zonas de mayor altitud, se observa además que no existe un desplazamiento importante de estas especies hacia sectores periurbanos. La presencia de especies nativas en todo el gradiente altitudinal y próximos a ASP se pudiera explicar gracias a los recursos disponibles en bosques cordilleranos con escasa intervención humana los que ofrecen un importante sustento para la biodiversidad. Los factores climáticos adversos en esta época del año parecieran no afectar la distribución de animales en el gradiente estudiado. El aporte de los ecosistemas próximos a las ASP es importante para la preservación de especies vulnerable. Es posible evidenciar también la presencia de animales domésticos en todas las condiciones estudiadas, los que pueden generar una importante alteración al ecosistema natural. La presencia de perros domésticos en ambos tipos de fragmentos es sumamente negativo para especies como el pudú donde sabemos que el ataque de perros es su principal amenaza como también a competencia entre cánidos puede generar alteraciones a las especies nativas como el zorro chilla.

Esta investigación muestra que los paisajes precordilleranos pueden ser un laboratorio natural y que, con un mínimo de recursos, acompañados de una metodología rigurosa se pueden obtener importantes resultados. Según los datos obtenidos, es posible confirmar nuestra hipótesis, como también haber alcanzado los objetivos propuestos. Este tipo de estudios tiene la dificultad de ser observacional, con lo que no podemos evaluar efectos o definir causalidad, pero si podemos describir lo observado y orientar

futuras preguntas de investigación. El traslado, los permisos para instalar cámaras y el trabajo en terreno son dificultades propias de este tipo de investigación, procesos en los cuales se deben considerar la disponibilidad de tiempo y recursos. Otro factor a tener en cuenta, es la cantidad de información que se recopila, la que debe ser procesada sistemáticamente, procurando una correcta identificación de las especies detectadas, como así también contar con los programas digitales adecuados para generar tablas y gráficos. Finalmente, este estudio simple y observacional podría ampliarse y estudiar fragmentos de bosques aledaños a Parques Nacionales, donde no existe presencia de actividades humanas y de esta manera obtener una mayor información de la fauna nativa de la zona, datos que, además, podrían ser compartidos en plataformas globales de observación y monitoreo de fauna silvestre. Sin duda, el esfuerzo colaborativo de varios cursos para la instalación y retiro de cámaras, como también el etiquetado de fotos expone a estudiantes a la necesidad de colaboración para realizar ciencia, como también a un mundo oculto que sólo podemos observar mediante las cámaras trampa.

Con este proyecto de investigación se abre la posibilidad de conocer la dinámica de los bosques aledaños, donde prevalece un importante ensamble de fauna nativa y una mínima intervención humana, de esta manera se espera socializar los resultados a la comunidad educativa y difundir el trabajo a través de emisoras locales, y plataformas digitales, de tal manera que la comunidad tome conciencia del cuidado y protección de las especies nativas. Particularmente importante es resaltar la tenencia responsable de mascotas, especialmente de perros domésticos, para la conservación de especies como el Pudú. Como estudiantes y parte de la futura generación de ciudadanos de nuestra comuna podemos ser agentes de cambio para la sustentabilidad.

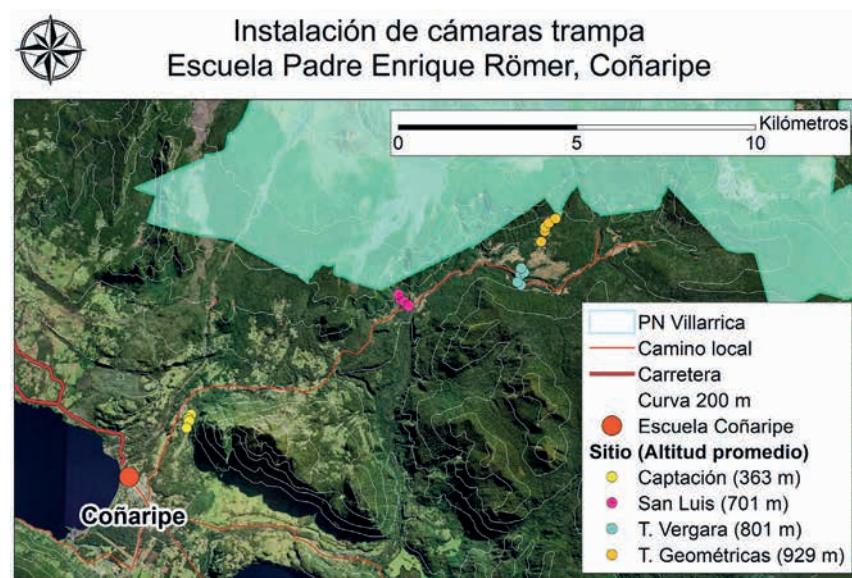


Figura 6. Mapa de ubicación de cámaras trampa de la Escuela P. E. Römer.



Figuras 7. Salida a terreno e instalación de cámaras trampa.



Figura 8. Salida a terreno e instalación de cámaras trampa.



Figura 9. Taller de etiquetado de fotos con eMammal.



Figuras 10 a 13. Fotos tomadas por cámaras trampa de Escuela P. E. Römer: Puma (*Puma concolor*), Chingue (*Conepatus chinga*), Zorro (*Lycalopex sp*) y Güiña (*Leopardus guigna*).

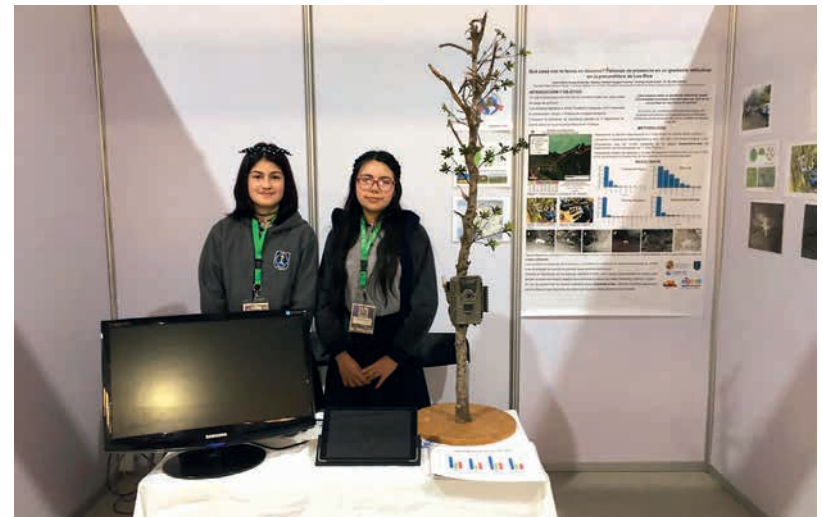


Figura 14. Presentación de stand Escuela P. E. Römer en Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología, Región de Los Ríos, Valdivia, 2019.

9.2. Escuela Candelaria, Pucón

- Pregunta de investigación: ¿Existen diferencias en la diversidad de mamíferos detectados dentro de las áreas silvestres protegidas y los mamíferos detectados cerca de la Escuela Candelaria?

- Hipótesis: La diversidad de mamíferos silvestres es mayor al interior del Parque Nacional Villarrica (P.N. Villarrica) que en el Sector Candelaria.

- Objetivo general: Describir la diversidad de mamíferos presentes dentro y fuera del P. N. Villarrica mediante el uso de cámaras-trampa.

- Objetivos específicos: (1) Registrar la presencia de mamíferos en el área de estudio mediante cámaras-trampa; (2) comparar la diversidad de mamíferos presentes en el P. N. Villarrica y el sector rural de Candelaria; y (3) describir y comparar el origen de los mamíferos observados en cada fragmento.

- Metodología: Se realizó un estudio observacional, con un área de estudio en dos fragmentos, uno al interior del P. N. Villarrica y otro en el sector de la Escuela Candelaria. Se instalaron 13 cámaras-trampa con un esfuerzo de muestreo de 833 días cámara (13 cámaras x 64 días de cámaras activas). Posterior a la instalación se realizó un etiquetado participativo con 13 estudiantes de 4° a 6° básico en donde pudieron identificar las especies detectadas a partir de las fotos obtenidas. El análisis de datos se realizó con los/ las estudiantes a través de la creación de gráficos hechos a mano para determinar tanto la cantidad de especies presentes en cada fragmento como su categoría de origen, se realizó también un taller para describir la dieta de cada especie detectada y reforzar los conceptos del origen de cada especie.

- Resultados: Se obtuvieron aproximadamente 6500 fotos, detectando la presencia de 8 especies en total en el área de estudio, de las cuales 3 son nativas, 2 introducidas y 3 domésticas. Al interior

del P.N. Villarrica se encontró mayor cantidad de animales silvestres, confirmando la hipótesis inicial, y en Candelaria predominan los animales domésticos.

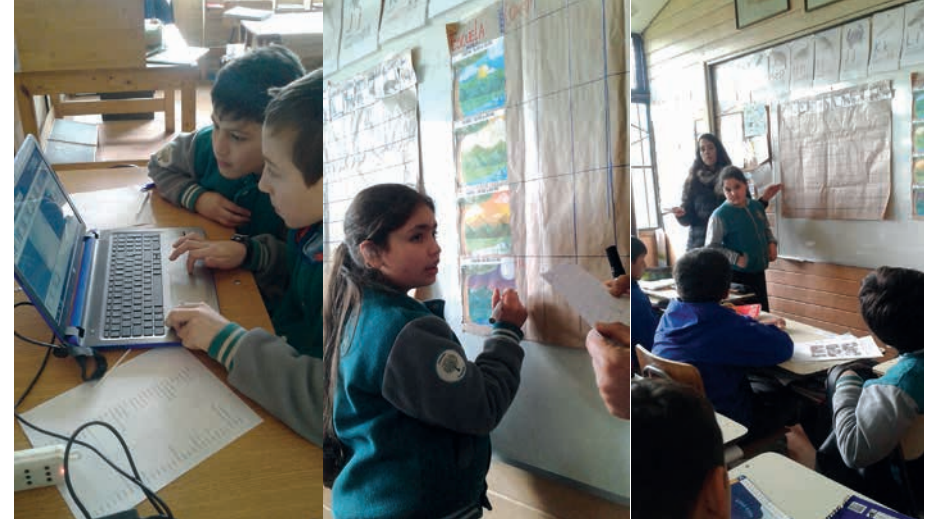
- Reflexión: La predominancia de animales silvestres en el P. N. Villarrica podría estar asociada a la protección que ofrecen las Áreas Silvestres Protegidas (ASP) a la flora y fauna nativa, al prohibir la intervención humana y restringir el uso de estas área, exclusivamente para actividades sustentables. La presencia de animales silvestres en zonas rurales demuestra que actúan como zonas buffer entre ASP y ciudades, en las cuales ya no es posible ver animales silvestres. En estas zonas existe una mayor interacción entre animales domésticos y silvestres, y humanos, por lo que podría representar una amenaza para la biodiversidad.



Figura 15. Mapa de ubicación de cámaras trampa de Escuela Candelaria.



Figura 16. Salida a terreno para instalación de cámaras trampa.



Figuras 18 a 20. Taller de etiquetado de fotos y análisis de datos obtenidos de Escuela Candelaria.



Figura 17. Taller de levantamiento de hipótesis con estudiantes.



Figuras 21 a 24. Fotos tomadas por cámaras trampa de Escuela Candelaria: Puma (*Puma concolor*), Chingue (*Conepatus chinga*), Zorro (*Lycalopex sp*) y Perro doméstico (*Canis lupus familiaris*).



Figura 25. Presentación de stand Escuela Candelaria en el Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología, Región de la Araucanía, Villarrica, 2019.

9.3. Colegio Pucón, Pucón.

- Pregunta de investigación: ¿Existen diferencias en el ensamble de los mamíferos detectados cerca de la carretera y los mamíferos detectados lejos de la carretera?

- Hipótesis: El bosque interior (lejos de la carretera) tendrá mayor cantidad de especies nativas en relación a la orilla de la carretera, que a su vez tendrá mayor cantidad de especies domésticas.

- Objetivo general: Evaluar el impacto de la infraestructura del ser humano en la fauna silvestre al comparar las especies de mamíferos en un borde de carretera y al interior de un bosque nativo en la Araucanía Andina.

- Objetivos específicos: (1) Describir las diferencias en el número de especies según su origen entre el sector carretera y bosque interior; (2) comparar la frecuencia de fotos entre los sectores estudiados; (3) analizar la percepción de informantes claves en relación al impacto del desarrollo de infraestructura y la presencia humana en la fauna; y (4) dar recomendaciones de futuros estudios y mitigación de impactos sobre la fauna nativa.

- Metodología: Se realizó un estudio observacional mixto, el área de estudio se ubica dentro de la zona buffer de la Reserva de la Biósfera Araucarias y en cercanía con el Parque Nacional Villarrica, y se divide en 2 fragmentos: un sector de bosque-matorral al borde de la carretera y un sector de bosque a dos kilómetros de la carretera. Para estudiar los mamíferos presentes en las unidades de muestreo se instalaron 20 cámaras-trampa, 10 fueron puestas en el borde de carretera y las otras 10 en el bosque interior, por un total de 57 días (esfuerzo de muestreo de 1140 días de cámaras-trampa). Las cámaras se instalaron en senderos anchos madereros a una distancia promedio de 3 m al centro del sendero y a 30 cm del suelo aproximadamente. Para el procesamiento de información se utilizó la plataforma digital eMammal a través de un proceso

participativo de etiquetado de fotos con 25 estudiantes de 1º medio donde pudieron identificar las especies del total de fotos obtenidas. Luego los/las estudiantes tabularon los datos para comparar la cantidad de especies en cada sitio de muestreo y las clasificaron según origen (nativa, introducida, doméstica). Adicionalmente, realizaron 5 entrevistas semi-estructuradas a informantes clave, lugareños que viven hace mucho tiempo en el sector o se trasladan por la carretera a diario. El objetivo de las entrevistas fue conocer su apreciación y experiencia sobre la fauna que cruza la carretera y qué registros tienen como usuarios habituales de la carretera, en la actualidad y en tiempos pasados. Las entrevistas se analizaron cualitativamente para ver concordancia en los relatos en términos de cambios en los avistamientos en el tiempo y si efectivamente los animales detectados por las cámaras cruzan la carretera dado que las cámaras se instalaron a un solo lado de ésta. El análisis de datos se realizó en la plataforma eMammal, se realizó un listado taxonómico de especies, gráficos para mostrar especies por fragmento y comparación de patrones de actividad.

- Resultados: se obtuvieron 34 GB de datos en imágenes. Se detectó un total de 12 especies según la curva de acumulación de especies, de las cuales 5 son nativas, 3 introducidas y 4 domésticas. Se observó que la presencia de especies domésticas e introducidas fue 10 veces mayor a la de especies nativas. Las entrevistas arrojan una tendencia de disminución de avistamiento de fauna en la carretera en los últimos años. Se descarta la hipótesis planteada, porque en el bosque interior se detectó menor cantidad de especies nativas en comparación con el borde de carretera y menor presencia de animales domésticos en el borde de carretera de lo esperado.

- Reflexión: Aun cuando el bosque interior presenta alta cobertura vegetal, está mostrando posibles procesos de degradación dada la alta actividad y presencia de ganado y perros domésticos. La interacción negativa de estas especies con la fauna silvestre

nativa hace pensar que su actividad está limitando la presencia y actividad de la fauna silvestre nativa, especialmente la disminución de las especies de zorros por competencia y pudú por depredación. La presencia humana en el bosque también puede ser un agravante de la disminución de especies nativas.



Figura 26. Mapa de ubicación de cámaras trampa de Colegio Pucón.



Figuras 27 a 30. Fotos tomadas por cámaras trampa de Colegio Pucón: Güiña (*Leopardus guigna*), Pudú (*Pudu puda*), Zorro (*Lycalopex sp.*) y Jabalí (*Sus scrofa*).



Figuras 31 y 32. Presentación de stand del Colegio Pucón en Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología, Villarrica, 2019.

10. Actividades con vinculación curricular

A continuación, se presenta una serie de planificaciones sugeridas para el trabajo en las escuelas. Cada una de ellas posee una descripción de la actividad central, alineada con los objetivos de aprendizaje que entregan las bases curriculares. No es una lista exhaustiva y se invita al docente a crear nuevas actividades a partir de su experiencia, su contexto territorial y objetivo propuesto de su proyecto.

Las actividades propuestas a continuación responden a una etapa específica del Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP); sin embargo, aquellas etapas que no poseen una acción pedagógica (Ver Figura 5), están abiertas a ser desarrolladas mediante nuevas ideas y estrategias que fomenten el pensamiento crítico de los estudiantes. Si bien las actividades son propuestas que se pueden llevar a cabo durante el proyecto en temas en particular, el proceso en su totalidad apunta a desarrollar diversas habilidades necesarias para el futuro. A modo de ejemplo, los estudios de caso referidos en los cuadros, muestran que el producto final fue una investigación presentada en un congreso estudiantil. Es en este producto donde se logran integrar todas las asignaturas en un solo espacio. Un informe científico requiere habilidades de síntesis, teóricas, levantar información, procesarla, reflexionar sobre los resultados y también poder comunicarlos de forma oral y visual (arte). Por lo tanto, la etapa de ABP donde se define el producto final es fundamental.

En la siguiente tabla se muestran los cursos, objetivos de aprendizaje y actividades que se pueden encontrar en el Anexo 2.

Etapa ABP	Curso	Asignatura	Objetivo de Aprendizaje	Actividad	Descripción	Nombre del archivo
Introducción a la investigación.	4° básico	Lenguaje, comunicación y literatura	OA 4: Profundizar su comprensión de las narraciones leídas: extrayendo información explícita e implícita; determinando las consecuencias de hechos o acciones; describiendo y comparando a los personajes; describiendo los diferentes ambientes que aparecen en un texto; reconociendo el problema y la solución en una narración; expresando opiniones fundamentadas sobre actitudes y acciones de los personajes; comparando diferentes textos escritos por un mismo autor.	Cuento: "El combate entre mamíferos e insectos"	Análisis del cuento "El combate entre mamíferos e insectos" los personajes del cuento corresponden a fauna nativa chilena. La guía de comprensión lectora contiene actividades para conocer características de los animales, sus interacciones y sus principales amenazas	1_Actividad_Pedagógica
				Lectura y análisis del cuento "El puma y el pudú".	Análisis del cuento "El puma y el pudú" con personajes de fauna nativa chilena, desde el cual se desprenden actividades para conocer características de los animales, sus principales amenazas y acciones para su protección.	2_Actividad_Pedagógica
Introducción a la investigación.	4° básico	Ciencias Naturales	OA 3: Dar ejemplos de cadenas alimentarias, identificando la función de los organismos productores, consumidores y descomponedores, en diferentes ecosistemas de Chile.	¿Quién le da energía a quién?	Análisis y descripción de la fauna nativa, introducida y doméstica, que ha sido registrada por las cámaras trampa, identificando principalmente el tipo de alimentación. Construir una cadena trófica con animales nativos registrados por las cámaras trampa, identificando sus niveles de energía para luego reflexionar respecto a cómo éstos se ven afectados por la presencia de un animal introducido o doméstico.	3_Actividad_Pedagógica

Introducción a la Investigación.	4° básico	Ciencias naturales	OA 1: Reconocer, por medio de la exploración, que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí.	¿De dónde vengo? ¿Dónde me encuentras?	Analizar los animales registrados por las cámaras trampa y describir su origen (nativo, introducido o doméstico), tipo de alimentación y principales características, para luego ubicarlo espacialmente (sitio de registro) y analizar los tipos de interacciones que se pueden generar en cada uno de los sitios de investigación.	4_Actividad_Pedagógica
	4° básico	Ciencias naturales	OA 4: Analizar los efectos de la actividad humana en ecosistemas de Chile, proponiendo medidas para protegerlos (parques nacionales y vedas, entre otras).	Protejamos a nuestros parques nacionales	Desde una lectura reflexiva se analizan los efectos negativos de los animales domésticos e introducidos en las dinámicas energéticas de los Parques Nacionales, se identifican distintas acciones que se pueden realizar para minimizar el impacto, para ellos los alumnos deben confeccionar afiche para dar a conocer esta información y concientizar a la comunidad.	8_Actividad_Pedagógica
Búsqueda y recopilación de información.	4° básico	Ciencias Naturales	OA 4: Analizar los efectos de la actividad humana en ecosistemas de Chile, proponiendo medidas para protegerlos (parques nacionales y vedas, entre otras).	Instalación de cámaras trampa	Se presentan los distintos momentos y acciones para la instalación de las cámaras trampa en los sitios de estudio, así como también algunas sugerencias.	9_Actividad_Pedagógica
				Revisión de cámaras trampa	Se explica la importancia de esta etapa de la investigación y las acciones necesarias a considerar.	10_Actividad_Pedagógica

				Retiro de cámaras trampa	Se presentan las distintas consideraciones en la etapa de retiro de las cámaras y se entregan sugerencias de actividades.	11__Actividad__ Pedagógica
Análisis y síntesis de los datos obtenidos.	7º básico	Matemática	OA 16: Representar datos obtenidos en una muestra mediante tablas de frecuencias absolutas y relativas, utilizando gráficos apropiados, de manera manual y/o con software educativo.	Etiquetado de fotos de fauna nativa	Etiquetado de las imágenes registradas por las cámaras trampa a través de actividades manuales y el uso de TICs.	12__Actividad__ Pedagógica
				Graficando nuestros resultados	Análisis de las tablas de datos generadas desde el etiquetado, para el posterior análisis en relación a la hipótesis de la investigación.	13__Actividad__ Pedagógica
Definición del producto final	1º medio	Biología	OA 3: Explicar, basándose en evidencias, que la clasificación de la diversidad de organismos se construye a través del tiempo sobre la base de criterios taxonómicos que permiten organizarlos en grupos y subgrupos, identificando sus relaciones de parentesco con ancestros comunes.	Clasificación de organismos a través de una infografía.	Análisis de los mamíferos nativos, introducidos y domésticos que pueden ser registrados a través de las cámaras trampa en la región de la Araucanía y Los Ríos, para posterior confección de la infografía que da a conocer la clasificación de los animales	5__Actividad__ Pedagógica
Búsqueda y recopilación de información.	1º medio	Lenguaje, Comunicación y Literatura	OA 15: Planificar, escribir, revisar, reescribir y editar sus textos en función del contexto, el destinatario y el propósito: Recopilando información e ideas y organizándolas antes de escribir. Adecuando el registro,	Entrevistando a mi comunidad	Actividad que tiene como objetivo recoger información de la comunidad en relación al conocimiento de la fauna presente en el territorio, a través de entrevistas creadas y aplicadas por las y los estudiantes.	6__Actividad__ Pedagógica

			específicamente el vocabulario (uso de términos técnicos, frases hechas, palabras propias de las redes sociales, términos y expresiones propios del lenguaje hablado), el uso de la persona gramatical y la estructura del texto, al género discursivo, contexto y destinatario. Considerando los conocimientos e intereses del lector al incluir la información. Asegurando la coherencia y la cohesión del texto. Cuidando la organización a nivel oracional y textual. Usando conectores adecuados para unir las secciones que componen el texto y relacionando las ideas dentro de cada párrafo. Usando un vocabulario variado y preciso. Reconociendo y corrigiendo usos inadecuados, especialmente de pronombres personales y reflejos, conjugaciones verbales, participios irregulares, conectores, y concordancia sujeto-verbo, artículo-sustantivo y sustantivo-adjetivo. Corrigiendo la ortografía y mejorando la presentación. Usando eficazmente las herramientas del procesador de textos.	Conociendo la fauna de mi comunidad.	Se trabaja la sistematización de la información recogida a través de la entrevista aplicada a la comunidad.	7__Actividad__ Pedagógica
--	--	--	---	--------------------------------------	---	---------------------------

Tabla 11. Cuadro resumen de actividades propuestas para distintos, niveles, asignaturas y objetivos de aprendizaje.

Índice de anexos

A continuación se presenta una lista de los anexos disponibles como material descargable. En caso de extravío de la memoria externa asociada a la guía podrán escribir a ngalvezr@uc.cl para solicitar una copia del material.

Anexo 1. Fichas de animales para actividades pedagógicas.

Anexo 2. Descripción de Actividades pedagógicas descritas en Tabla 11.

Anexo 3. Base de datos que puede ser utilizada para ensayar el procesamiento de datos.

Anexo 4. Mapa de ruta genérico del proyecto para estudiantes.

Anexo 5. Mapa de ruta de ABP para docentes (Figura 5).

Anexo 6. Posibles actividades para introducir la investigación en fauna silvestre.

Anexo 7. Listado de materiales para terreno.

Anexo 8. Ficha para instalación de cámaras trampa.

Anexo 9. Ficha para revisión de cámaras trampa.

Anexo 10. Ficha para retiro de cámaras trampa.

Anexo 11. Excel para tabular presencia (detección) de especies.

Anexo 12. Excel para tabular frecuencia de especies según horario.

Anexo 13. Listado de nombres de animales y otros en inglés para etiquetado con eMammal.

Anexo 14. Pasos para instalar/configurar una cámara trampa.

Anexo 15. Pasos para revisar las cámaras trampa.

Anexo 16. Causas de la pérdida de fauna silvestre (Figura 1).

Anexo 17. Partes de una cámara trampa y rango de detección (Figura 2).

Anexo 18. Datos que se pueden obtener con cámaras trampa (Figura 3).

Anexo 19. Libro Fauna de los Bosques Templados de Chile.

Índice de figuras.

Figura 1. Causas de la pérdida de fauna silvestre.

Figura 2. Qué es una cámara trampa y sus partes.

Figura 3. Datos que se pueden obtener con cámaras trampa.

Figura 4. Ejemplo de foto de cámara trampa donde se muestra fecha, hora y dos individuos de la especie *Lycalopex griseus*.

Figura 5. Etapas del aprendizaje basado en proyectos.

Figura 6. Mapa de ubicación de cámaras trampa de la Escuela P. E. Römer.

Figura 7. Salida a terreno.

Figura 8. Instalación de cámaras trampa.

Figura 9. Taller de etiquetado de fotos con eMammal.

Figura 10 a 13. Fotos de Puma (*Puma concolor*), Chingue (*Conepatus chinga*), Zorro (*Lycalopex sp*) y Güiña (*Leopardus guigna*) tomadas por cámaras trampa de Escuela P. E. Römer.

Figura 14. Presentación de stand Escuela P. E. Römer en Congreso Regional Escolar de Ciencias y Tecnologías.

Figura 15. Mapa de ubicación de cámaras trampa de Escuela Candelaria.

Figura 16. Salida a terreno para instalación de cámaras trampa.

Figura 17. Taller de levantamiento de hipótesis con estudiantes.

Figuras 18 a 20. Taller de etiquetado de fotos y análisis de datos obtenidos de Escuela Candelaria.

Figuras 21 a 24. Fotos de Puma (*Puma concolor*), Chingue (*Conepatus chinga*), Zorro (*Lycalopex sp*) y Perro doméstico (*Canis lupus familiaris*) tomadas por cámaras trampa de Escuela Candelaria.

Figura 25. Presentación de stand Escuela Candelaria en el Congreso Regional Escolar de Ciencias y Tecnologías.

Figura 26. Mapa de ubicación de cámaras trampa de Colegio Pucón.

Figuras 27 a 30. Fotos de Güiña (*Leopardus guigna*), Pudú (*Pudu puda*), Zorro (*Lycalopex sp*) y Jabalí (*Sus scrofa*) tomadas por cámaras trampa de Colegio Pucón.

Figuras 31 y 32. Presentación de stand Colegio Pucón en Congreso Regional Escolar de Ciencias y Tecnologías.

Índice de tablas.

Tabla 1. Categorías de especies según su origen.

Tabla 2. Lista no exhaustiva de mamíferos grandes que se pueden encontrar en el bosque templado del sur de Chile, con su nombre común, científico, en mapudungún y origen.

Tabla 3. Técnicas de estudio de fauna silvestre.

Tabla 4. Ejemplo de base de datos que se debe ir llenando a medida que los estudiantes vayan viendo las fotos obtenidas durante un muestreo.

Tabla 5. Formato tipo para crear tabla de especies y origen.

Tabla 6. Formato tipo para documentar la proporción de sitios con presencia de la especie.

Tabla 7. Tabla para generar una curva de acumulación de especies.

Tabla 8. Frecuencia relativa de fotos.

Bibliografía

Anders, Y., Hardy, I., Pauen, S., Ramseger, J., Sodian, B., & Steffensky, M. (2018). *Early science education-Goals and process-related quality criteria for science teaching*. Opladen; Berlin; Toronto: Barbara Budrich Publishers.

Arango, N., Chaves, M. E., & Feinsinger, P. (2009). Principios y práctica de la enseñanza de ecología en el patio de la escuela. *Santiago: Instituto de Ecología y Biodiversidad-Fundación Senda Darwin*.

Armesto, J. J., Rozzi, R., Smith-Ramirez, C., & Arroyo, M. T. (1998). Conservation targets in South American temperate forests.

Baillie, J. E., Hilton-Taylor, C., & Stuart, S. N. (2004). 2004 IUCN red list of threatened species.

Barnosky, A. D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G. O., Swartz, B., Quental, T. B., ... & Mersey, B. (2011). Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471(7336), 51.

Bascopé M. (2019). Epu Trokin Kimun: Utilicemos la metodología indagatoria para el encuentro de saberes locales y científicos. Proyecto Explora ED220084 CONICYT de Valoración y Divulgación de la Ciencia y Tecnología 2018-2019.

Brook, B. W., Sodhi, N. S., & Bradshaw, C. J. (2008). Synergies among extinction drivers under global change. *Trends in ecology & evolution*, 23(8), 453-460.

Burton, A. C., Neilson, E., Moreira, D., Ladle, A., Steenweg, R., Fisher, J. T., & Boutin, S. (2015). Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *Journal of Applied Ecology*, 52(3), 675-685.

Celis-Diez, J. L., Díaz-Forestier, J., Márquez-García, M., Lazzarino, S., Rozzi, R., & Armesto, J. J. (2016). Biodiversity knowledge loss in children's books and textbooks. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(8), 408-410.

Celis-Diez, J. L., Ippi, S., Charrier, A. y Garín, C. (2011). Fauna de los bosques templados de Chile. Guía de campo de los vertebrados terrestres. Ediciones Corporación Chilena de la Madera, Concepción, Chile.

Chávez, C., De la Torre, A., Bárcenas, H., Medellín, R. A., Zarza, H., & Ceballos, G. (2013). Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. *El jaguar en México como estudio de caso*. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

Chawla, L. & Nasar, Jack. (2015). Benefits of Nature Contact for Children. *Journal of Planning Literature*, 30(4), 433-452. URL: <https://doi.org/10.1177/0885412215595441>

Clayton, S., Colleony, A., Conversy, P., Maclouf, E., Martin, L., Torres, A.-C., ... & Prevot, A.-C. (2016). Transformation of experience: Toward a new relationship with nature. *Conservation Letters*.

Collado, S., & Corraliza, J. A. (2016). *Conciencia Ecológica y Bienestar en la Infancia*. Madrid: CCS, Alcalá.

CONAMA. (2008). *Biodiversidad de Chile, Patrimonio y Desafíos*. Ocho Libros Editores. Santiago, Chile.

De la Maza, M. y Bonacic, C. (2013). *Manual para el Monitoreo de Fauna Silvestre en Chile*. Serie Fauna Australis, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Chile.

Driver, B. L., Brown, P. J., & Peterson, G. L. (1991). Benefits of leisure. In Preliminary drafts of the chapters in this volume were presented at a workshop of the authors in Snowbird, Utah, May 1989. Venture Publishing.

Duraiappah, A. K., Naeem, S., Agardy, T., Ash, N. J., Cooper, H. D., Díaz, S., ... & Van Jaarsveld, A. (2005). *Ecosystems and human well-being*. Millennium Ecosystem Assessment: World Resources Institute. Ed. Island Press. Washington D.C.

Echeverría, C., Coomes, D., Salas, J., Rey-Benayas, J. M., Lara, A., & Newton, A. (2006). Rapid deforestation and fragmentation of Chilean temperate forests. *Biological conservation*, 130(4), 481-494.

Educación 2020. (s.f). Aprendizaje basado en proyectos. URL: <http://educacion2020.cl/aprendizaje-basado-en-proyecto/>

Engemann, K., Pedersen, C. B., Arge, L., Tsirogiannis, C., Mortensen, P. B., & Svenning, J.-C. (2019). Residential green space in childhood is associated with lower risk of psychiatric disorders from adolescence into adulthood. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 116(11), 5188-5193. URL: <https://doi.org/10.1073/pnas.1807504116>

FAO. (2019). *Gestión de la fauna silvestre*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. URL: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/wildlife-management/basic-knowledge/es/>

Feinsinger, P. (2014). El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. *Bosque (Valdivia)*, 35(3), 449-457.

Fundación Ciencia Ciudadana. (2019). *Proyectos de Ciencia Ciudadana en Chile*. URL: <http://cienciaciudadana.cl/>

Furman, M., y de Podestá, M. E. (2010). *La aventura de enseñar Ciencias Naturales*. Aique Grupo Ed.

Furman, M. (2016). Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento crítico y tecnológico en la infancia, documento básico. XI Foro Latinoamericano de Educación.

Galetti, M., & Dirzo, R. (2013). Ecological and evolutionary consequences of living in a defaunated world. *Biological Conservation*, 163, 1-6.

Gardner, C. J., Bicknell, J. E., Baldwin-Cantello, W., Struebig, M. J., & Davies, Z. G. (2019). Quantifying the impacts of defaunation on natural forest regeneration in a global meta-analysis. *Nature communications*, 10(1), 1-7.

Gossner, M., Lewinsohn, T., Kahl, T., Grassein, F., Boch, S., Prati, D., ... & Allan, E. (2016). Land-use intensification causes multitrophic homogenization of grassland communities. *Nature*, volume 5.

Hamel, S., Killengreen, S. T., Henden, J. A., Eide, N. E., Roed-Eriksen, L., Ims, R. A., & Yoccoz, N. G. (2013). Towards good practice guidance in using camera-traps in ecology: influence of sampling design on validity of ecological inferences. *Methods in Ecology and Evolution*, 4(2), 105-113.

Harlen, W. (2013). Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica. *Trieste: Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP)*.

Herrmann, T. M., Schüttler, E., Benavides, P., Gálvez, N., Söhn, L. & Palomo, N. (2013). Values, animal symbolism, and human-animal relationships associated to two threatened felids in Mapuche and Chilean local narratives. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine*, 9(1), 41.

Heintzman, P. (2009). Nature-Based Recreation and Spirituality: A Complex Relationship. *Leisure Sciences*, 32(1), 72-89.

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). The Experience of Nature: A Psychological Perspective. In Cambridge University Press. Cambridge University Press.

Hurtado, J. y Soto, C. (2017). *Manual para el monitoreo participativo de vertebrados terrestres a través de cámaras trampa en Costa Rica*. Proyecto MAPCOBIO-SINAC-JICA. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Jaksic, F. y Castro, S. (2014). *Invasiones biológicas en Chile: Causas globales e impactos locales*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.

Larmer, J. & Mergendoller, J. (2010). Proyecto como plato principal. URL: http://formacion.intef.es/pluginfile.php/48240/mod_imscp/content/2/el_proyecto_como_plato_principal.html

Ley Nº 19.473. (1996). Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, Santiago, Chile, 27 de septiembre de 1996. Ministerio de Agricultura. URL: <https://www.leychile.cl/Navegar?idNorma=30840>

Louv, R. (2008). *Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder*. Algonquin books.

McCurdy, L. E., Winterbottom, K. E., Mehta, S. S., & Roberts, J. R. (2010). Using nature and outdoor activity to improve children's health. *Current problems in pediatric and adolescent health care*, 40(5), 102-117.

Manzur, M. I. (2005). *Situación de la biodiversidad en Chile: desafíos para la sustentabilidad*. Programa Chile Sustentable.

Milton, K. (2003). *Loving nature: Towards an ecology of emotion*. Routledge.

Mittermeier, R. A., Turner, W. R., Larsen, F. W., Brooks, T. M., & Gascon, C. (2011). Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In *Biodiversity hotspots* (pp. 3-22). Springer, Berlin, Heidelberg.

MMA. (2019). Inventario nacional de especies en Chile. Ministerio del Medio Ambiente. URL: <http://especies.mma.gob.cl/CNMWeb/Web/WebCiudadana/Default.aspx>

Muñoz-Pedrerós, A. y Yáñez, J. (2009). Mamíferos de Chile. 2da edición, CEA Ediciones. Santiago, Chile.

Nabhan, G., & Trimble, S. (1994). *The Geography of Childhood* (Beacon Press, ed.). Boston: Beacon.

Painter, L., Rumiz, D., Guinart, D., Wallace, R., Flores, B., & Townsend, W. (1999). Técnicas de investigación para el manejo de Fauna Silvestre. *Documento técnico*, 82, 1999.

Parsons, A. W., Goforth, C., Costello, R., & Kays, R. (2018). The value of citizen science for ecological monitoring of mammals. *PeerJ*, 6, e4536.

Preuß, M., Nieuwenhuijsen, M., Marquez, S., Cirach, M., Davdand, P., Triguero-Mas, M., ... & Zijlema, W. (2019). Low childhood nature exposure is associated with worse mental health in adulthood. *International journal of environmental research and public health*, 16(10), 1809.

Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R. y Massardo, F. (1998). Fundamentos de conservación biológica. Perspectivas latinoamericanas. *Fondo de la Cultura Económica*.

Quiroz, C., Pauchard, A., Marticorena, A., & Cavieres, L. A. (2009). *Manual de plantas invasoras del centro-sur de Chile*. Concepción: Laboratorio de Invasiones Biológicas.

Reyes-Cárdenas, F., y Padilla, K. (2012). La indagación y la enseñanza de las ciencias. *Educación química*, 23(4), 415-421.

SAG. (2019). Fauna. Chile: Servicio Agrícola y Ganadero. URL: <https://www.sag.gob.cl/ambitos-de-accion/fauna>

SAG. (s.f). Guía de Evaluación Ambiental: Componente fauna silvestre. Servicio Agrícola y Ganadero, Ministerio de Agricultura.

Schroeder, H. (2002). Experiencing nature in special places: Surveys in the North-Central Region. *Journal of Forestry*, 100(5), 8-14.

Schroeder, H. W. (2007). Place experience, gestalt, and the human-nature relationship. *Journal of Environmental Psychology*, 27(4), 293-309. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2007.07.001>

Schuttler, S. G., McShea, W., Costello, R., Forrester, T., Baker, M., Kalies, E., ... & Kays, R. (2015, August). eMammal citizen science camera trapping-collecting big data to answer wildlife questions. In *TDWG 2015 ANNUAL CONFERENCE*.

Schuttler, S. G., Sears, R. S., Orendain, I., Khot, R., Rubenstein, D., Rubenstein, N., ... & Kays, R. (2018). Citizen Science in Schools: Students Collect Valuable Mammal Data for Science, Conservation, and Community Engagement. *BioScience*, 69(1), 69-79.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Folke, C. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855.

Steenweg, R., Hebblewhite, M., Kays, R., Ahumada, J., Fisher, J. T., Burton, C., ... & Brodie, J. (2017). Scaling-up camera traps: Monitoring the planet's biodiversity with networks of remote sensors. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(1), 26-34.

Sobel, D. (2008). *Childhood and Nature: Design principles for educators*. Portland, Maine, USA. Ed. Stenhouse Publishers.

Trujillo, F. (2015). Aprendizaje basado en proyectos. *Infantil, Primaria y Secundaria*.

Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E., Miles, M. A., & Zelson, M. (1991). Stress recovery during exposure to natural and urban environments. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3), 201-230.

Valadez, R. (2003). La domesticación animal. Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Antropológicas. 2da Edición, Ediciones Plaza y Valdés. México DF.

Zhang, J. W., Piff, P. K., Iyer, R., Koleva, S., & Keltner, D. (2014). An occasion for unselfing: Beautiful nature leads to prosociality. *Journal of Environmental Psychology*, 37, 61-72. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2013.11.008>





MINISTERIO
UNIVERSIDAD
CARRERA
DE CHILE



Centro UC
Desarrollo Local



MAMMAL