



# Brotos Científicos

Revista de Investigaciones Escolares



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



# PRESENTACIÓN

---

La revista Brotes Científicos es una publicación creada en 2016 por la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile en conjunto con el Proyecto Asociativo Regional, PAR Explora de CONICYT Región Metropolitana Norte, por entonces de la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Su primer número salió a circulación a fines de marzo de 2017. A partir de este año la revista pasa a depender de la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile, cuyo director es el Dr. Ricardo Salazar. Además, en este primer número del año en curso se cuenta con la colaboración de Explora RM Norte y Sur Poniente.

El objetivo principal de esta publicación es ofrecer un espacio que permita dar a conocer a nivel nacional, las investigaciones de los estudiantes de Educación Básica y Media, que hayan participado en alguna de las instancias de investigación científica escolar u otros eventos, organizados por los Proyectos Asociativos EXPLORA a lo largo de todo Chile.

Con el presente número iniciamos nuestro quinto año de existencia con 5 investigaciones escolares provenientes de diversos sectores y comunas de nuestro país, tales como Arica, Salamanca y San Antonio. Tres artículos pertenecen al área de las Ciencias Naturales y dos, a las Ciencias Sociales. En este complejo escenario en que seguimos afectados por la pandemia, queremos felicitar a los 18 autores de los trabajos (6 hombres y 12 mujeres), los profesores guía (3 hombres), los asesores científicos (1 hombre y 3 mujeres) y los evaluadores (5 hombres), y a la vez agradecer, ya que, sin la participación de todos ellos, estos artículos no podrían haber sido publicados.

En esta oportunidad contamos con el saludo editorial del Dr. Juan Manuel Zolezzi, rector de la Universidad de Santiago de Chile; la columna de opinión de la Dra. Leonora Mendoza, decana de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile; en el reportaje, una investigadora del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, un Premio Nacional de Ciencias y Profesor Titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile y dos investigadores de la Universidad de Santiago de Chile nos hablan sobre el valor de la biodiversidad para un desarrollo sostenible. También en este número contamos con la entrevista al Dr. Juan Armesto, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Universidad de Chile. Finalmente cinco profesoras y un profesor de colegios de la Región Metropolitana nos responden la pregunta ¿Cómo enseñar en el aula la protección de la biodiversidad?

Brotos Científicos | Revista de Investigaciones Escolares  
ISSN 0719-8566 Versión Impresa | ISSN 0719-8558 Versión en Línea | Vol. 5 | N° 1 (2021)

#### **PUBLICADA POR**

Dirección de Investigación Científica y Tecnológica  
Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación  
Universidad de Santiago de Chile

#### **COLABORAN**

Proyecto Asociativo Regional, PAR EXPLORA Región Metropolitana Sur Poniente  
Proyecto Asociativo Regional, PAR EXPLORA Región Metropolitana Norte

#### **REPRESENTANTE LEGAL**

Ricardo Salazar

#### **EDITOR GENERAL**

José Luis Martínez

#### **COMITÉ EDITORIAL**

Paola Arias  
Alexis Aspée  
Diana Aurenque  
Manuel Azócar  
Oscar Bustos  
Giugliana Campos  
Alexandre Carbonnel  
Claudia Córdoba  
Angélica Ganga  
Alejandro Reyes  
Ricardo Salazar  
Carol San Martín  
Elía Soto  
Lorena Sulz  
Fernando Valiente  
Raúl Vinet

#### **EDICIÓN PERIODÍSTICA**

Nadia Politis

#### **DISEÑO Y PRODUCCIÓN**

Francisco Rodríguez

#### **CORRECTORES DE PRUEBA**

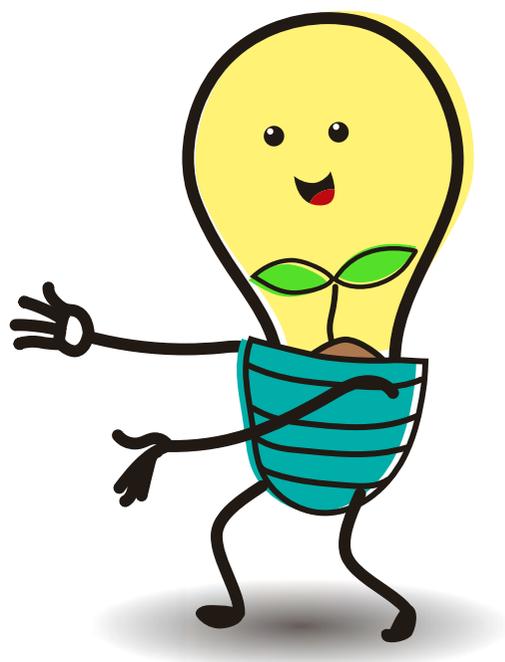
Nadia Politis  
Héctor Ríos

#### **ADMINISTRADOR WEB**

Héctor Ríos

#### **CONTACTO**

brotescientificos@usach.cl



Todas las fotografías, imágenes y gráficos de los artículos son de exclusiva responsabilidad de los autores.



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



## EDITORIAL

6

**Juan Manuel Zolezzi**

Biodiversidad: una responsabilidad de todos

## COLUMNA DE OPINIÓN

7

**Leonora Mendoza**

Nuestro ecosistema habla

## REPORTAJE

8

**Iriux Almodóvar, Pablo Vergara,  
Elsa Rengifo y Fabián Jaksic**

El Valor de la Biodiversidad para un Desarrollo Sostenible

## ENTREVISTA

12

**Juan Armesto**

En este momento constituyente Chile debe avanzar hacia una ley de servicio de la biodiversidad para preservar su invaluable patrimonio natural



## CIENCIAS NATURALES

16

**Respuesta ciudadana en la red social Facebook a los atropellos de fauna nativa en las carreteras de Chile**

Isidora Araya • Camila Cáceres • Catalina Moyano

Rayen Roblero • Rocío Vargas

17

**Utilización de bioinsecticida a base de aloe para controlar la presencia de mosca blanca en árboles de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz de Arica**

Karina Condori • Camila Mamani

25

**Amenazas del Pilpilén en la desembocadura del Río Maipo en la provincia de San Antonio, Chile**

Alan Oliveros • Brayan Vidal • Fernanda Osorio

Constanza Pichuntru • Manuel Pinochet • Yehiko Aular

33



## CIENCIAS SOCIALES

44

**Alfabetización astronómica: ¿Qué conocen las y los adolescentes de la provincia de San Antonio sobre las grandes ideas en astronomía?**

Mauricio Arancibia • Manuel Pinochet

45

**Conocimientos y creencias sobre los efectos del calentamiento global en escolares de enseñanza básica del Colegio Cumbres del Choapa**

Javiera Pallante • Matilda Santana • Ariadne Rojas

53

¿Cómo enseñar en el aula la protección de la biodiversidad?

**Nicolás Jiménez**

Escuela Nueva Zelandia

**Carolina Ocampo**

Colegio José Artigas

**Anaiss Sánchez**

Colegio Árabe

**Valeria Hidalgo**

Colegio San Adrián

**Katinna Onetto**

Liceo Bicentenario Simón Bolívar

**Waleska Lovera**

Colegio Akros





## BIODIVERSIDAD: UNA RESPONSABILIDAD DE TODOS

La pandemia por COVID-19 nos ha recordado que todas y todos estamos conectados de una u otra forma. La contaminación por causa de la acción humana incide en los ecosistemas y el Cambio Climático lo evidencia. En nuestro día a día, la basura por plásticos deja huella en nuestros océanos, y afecta a cientos de especies. Nuestro hogar va más allá de nuestras casas, escuelas, lugares de trabajo o ciudades, y por ello es que revistas como "Brotos Científicos" son tan relevantes para exponer el trabajo fundamental que profesores y estudiantes realizan en el aula.

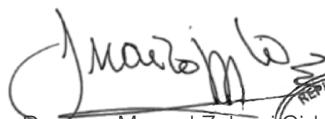
En mayo, las Naciones Unidas (ONU) destacó el "Día Internacional de la Biodiversidad Biológica" con el lema "Soy parte de la solución". Una frase que personalmente considero profundamente relevante en nuestro contexto. Hoy más que nunca somos artífices de nuestro propio destino, observando una de las mayores campañas de vacunación que la historia moderna ha presenciado.

Somos testigos del coraje de las nuevas generaciones, al participar de forma activa en campañas de protección ambiental e iniciativas en el cuidado de nuestros ecosistemas. Todos los días observamos como las y los jóvenes, participan de manera activa en materia de biodiversidad, y que muchas veces nos llaman a la reflexión incorporando pequeñas acciones que marcan grandes cambios.

Es por ello que este nuevo número, dedicado a la Biodiversidad, reúne momentos que considero claves para nuestra sociedad y las próximas generaciones: debemos comprometernos de forma activa, para preservar nuestros ecosistemas y formar parte activa de las soluciones. Y la investigación científica escolar es una de esas herramientas.

En este número leeremos investigaciones de las comunas de Salamanca, Arica y San Antonio, con temáticas tan relevantes como "Respuesta ciudadana en Facebook a los atropellos de fauna nativa en las carreteras de Chile", "Amenazas del pilpilén en la desembocadura del Río Maipo en la Provincia de San Antonio, Chile" o "Alfabetización astronómica: ¿Qué conocen las y los adolescentes de la Provincia de San Antonio sobre las grandes ideas en astronomía?". Nuevamente la motivación de los docentes es clave, rol que celebro y del cual me enorgullezco.

Tengo el honor de presentar este nuevo número de la revista Brotos Científicos, invitarlas e invitarlos a seguir siendo parte de una gran comunidad en torno al conocimiento y comunicación científica. En una época donde más que nunca, necesitamos a la ciencia al servicio de nuestra sociedad.

  
 Dr. Juan Manuel Zolezzi Cid  
 Rector  
 Universidad de Santiago de Chile



# NUESTRO ECOSISTEMA HABLA



Leonora Mendoza

Doctora en Química y Decana de la Facultad de Química y Biología  
Universidad de Santiago de Chile

Según las Naciones Unidas, la actividad humana ha alterado tres cuartas partes de nuestro medio ambiente terrestre y alrededor del 66% del medio marino. En 2020, la Organización Meteorológica Mundial, señaló que la Antártica registraba su temperatura récord de calor al alcanzar los 18,3 °C en la península. Nuestro ecosistema se está comunicando y cabe preguntarnos si estamos haciendo lo necesario para mitigar los efectos de la acción humana.

En la actualidad, la pandemia por COVID-19 nos ha recordado la importancia de una investigación científica de excelencia, al servicio de la sociedad, y que conecte a la sociedad científica con la sociedad civil, al momento de tomar decisiones. También ha puesto en evidencia la importancia de contar con herramientas y financiamiento para alcanzar sus objetivos. Necesitamos más científicas y científicos en nuestro país realizando investigación de punta, y para ello debemos incentivar a los jóvenes desde las aulas, con una formación científica temprana y desarrollo del pensamiento crítico.

Desde este punto de vista, destaco el trabajo de nuestra Facultad de Química y Biología y el compromiso de la Universidad de Santiago de Chile (USACH) en generar la Feria Científica y el concurso de colegios Dra. Elsa Abuín. Este 2021, nuestra "Feria Científica" cumple 12 años buscando fomentar un interés temprano por la ciencia,

en jóvenes de Educación Media, niños y niñas de todo el país. Por más de una década hemos realizado diversas actividades fomentando la ciencia con experimentos en vivo, conversatorios, concursos, charlas, exposiciones y actividades abiertas a toda la comunidad. Más de 9.000 estudiantes han visitado nuestra facultad y laboratorios, el espacio donde hacemos ciencia, y en 2020, debido a la pandemia, logramos realizar una exitosa versión digital.

Desde su creación, nuestra "Feria Científica" ha buscado inspirar a nuestros jóvenes a través de un diálogo sincero y cercano con nuestros profesionales, académicos y académicas y con los y las estudiantes de pregrado y posgrado. Todos de forma voluntaria, desinteresada y muy comprometida, han ambientado los laboratorios, creando dinámicas grupales y encontrado las formas más inusuales y atractivas (como "Harry Potter Lab" y la creación de Slime de colores) para cautivar a nuestros visitantes. También recuerdo con cariño, en una de las primeras versiones de la "Mini Feria Científica", la participación de los párvulos de nuestro Jardín Infantil quienes aprendieron ciencia a través del juego.

Estos son algunos ejemplos de la importancia de establecer una conexión temprana con la ciencia, junto con comprender el problema medioambiental en donde los

responsables somos todos, tal como lo señala la ONU.

Para este 2021, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Biodiversidad, buscará recapitular los logros alcanzados junto con el desarrollo del Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020. Recordemos que hace 11 años, los participantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) adoptaron un plan estratégico que tiene por objetivo resguardar la diversidad biológica de nuestros ecosistemas, junto con impulsar una mayor conciencia sobre los beneficios que estos entregan a todos los habitantes del planeta, a cada uno de nosotros. Se adoptaron 20 ambiciosas metas, conocidas como las "Metas de Aichi" para la Diversidad Biológica. Entre ellas destaco la producción y consumo sostenible, pesquerías gestionadas de manera sostenible, y el trabajar por una tasa de pérdida de hábitats reducida al menos a la mitad... ¿Lo habremos logrado?

Este 2021 ha sido tremendamente desafiante tanto en el diagnóstico, secuenciación genómica y la generación de vacunas, para enfrentar el coronavirus SARS-CoV-2 y sus variantes como los protagonistas. En la vertiginosa respuesta que científicos y científicas del mundo han dado a la superación efectiva y eficaz de esta pandemia, vemos como un mundo sin formación científica de excelencia hubiese colapsado ante el mínimo desafío que esta enfermedad nos ha impuesto. Con orgullo destaco a los y las profesionales formados en nuestra casa de estudios que participan diariamente y de manera comprometida trabajan en torno al manejo epidemiológico de la pandemia.

Jóvenes y educadores; los invito a sumergirse en la investigación científica escolar y a encantarse con las preguntas, el método científico y el trabajo en terreno que espero pronto se vuelva a realizar, cuando nuestro país alcance la protección inmunológica necesaria contra el COVID-19. También espero que todos aquellos que no han tenido contacto con la ciencia, se puedan acercar y disfrutar de ella, una disciplina fantástica, dinámica y que está presente en cada una de nuestras vidas, del mismo modo como ustedes en este momento, a través de un computador o celular, están leyendo estas palabras.

¡¡Bienvenidos y bienvenidas al mundo de las ciencias!!

## EL VALOR DE LA BIODIVERSIDAD PARA UN DESARROLLO SOSTENIBLE

Cada 22 de mayo la Organización de las Naciones Unidas (ONU) conmemora el “Día Internacional de la Diversidad Biológica”, iniciativa que este 2021 tiene el lema Soy parte de la solución. Desde la ciencia, investigadoras e investigadores reflexionan sobre la relación entre la humanidad y la naturaleza, que ha llevado un escenario de urgencia que, señalan, debe poner en valor el rol de los recursos naturales.

Por: Scarlett Araya, Irma Fernández, Constanza Soto y Montserrat Urrutia



Iriux Almodóvar, Pablo Vergara, Elsa Rengifo y Fabián Jaksic

- Según las Naciones Unidas, la actividad humana ha alterado tres cuartos del medio ambiente terrestre y alrededor del 66% del medio marino.
- 1 millón de especies de animales y plantas están en peligro de extinción, según cifras de las Naciones Unidas.

Naturaleza, vida, especies, conservación. Son variados los conceptos que asociamos a “Biodiversidad”, comprendiendo las dinámicas que se establecen entre las especies de todo el mundo. Para el **Dr. Fabián Jaksic**, Premio Nacional de Ciencias Naturales 2018, estas relaciones también implican una complejidad entre los organismos: “No interactúan sólo de a pares, sino que con numerosos otros organismos, conformando lo que se llaman las comunidades”, dice.

Para el biólogo y ecólogo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, estas comunidades biológicas reciben y modifican las condiciones

impuestas por el medio físico, que incluye el clima y la disponibilidad de nutrientes, entre muchos otros aspectos: “A esto le llamamos Ecosistema: una comunidad en un ambiente físico determinado”, señala.

Como resultado de las interacciones entre especies, se generan los Servicios Ecosistémicos, es decir, relaciones que buscan alcanzar un beneficio mutuo entre organismos, como la polinización, la formación de suelos y las fuentes de agua limpia: “Los seres humanos dependemos de la provisión de bienes y servicios que nos entregan los ecosistemas, amén de determinadas especies”, enfatiza el **Dr. Jaksic**.

Según la Fundación para el Desarrollo Social (FUDESOC), Chile es un país que posee características geográficas propicias para una abundante biodiversidad. Una relación que puede implicar controversias. Al menos así lo advierte **Pablo Vergara**, Magíster en Ciencias Biológicas de la Universidad de Chile: “Actualmente son varias las actividades humanas que están modificando y alterando las condiciones naturales de los ecosistemas en Chile”, afirma el Ingeniero Forestal e investigador del Departamento de Gestión Agraria de la Universidad de Santiago de Chile (Usach).



Cada 22 de mayo la Organización de las Naciones Unidas (ONU) conmemora el “Día Internacional de la Diversidad Biológica” con objetivo de crear conciencia sobre el cuidado de nuestros ecosistemas.

Fotografía: Gentileza Felix Mittermeier en Pexels

Para Vergara, la actividad humana, como la minería, la ganadería y la producción industrial, se suma el cambio climático como huella del desarrollo económico. El académico de la Facultad Tecnológica de la Usach, señala que la sequía, la deforestación, el uso de herbicidas, las plantaciones de eucalipto y el peligro de los incendios, son elementos incidentes en la desaparición de los bosques: “En la zona central del país, el bosque esclerófilo está muriendo. Se está tornando de un color café, de un verde pasó a un color pardo... Ese cambio indica mortalidad masiva de los árboles y eso está producido por la influencia humana”, afirma.

De esta forma, “la pérdida de bosques afecta al humano directamente a través de la disminución de productos forestales no maderables”, advierte Vergara. “La provisión de agua dulce también depende mucho

de ellos. Cuando hay pérdida de bosque, se producen diferentes procesos que contaminan el agua o la disminuyen”, añade.

Efectos en la biodiversidad, que, según la comunidad científica, también se pueden observar a nivel Latinoamericano. Tal como lo advierte la **Dra. Elsa Rengifo**, bióloga y experta en plantas medicinales del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP): “Intervenciones que hacen que se pierdan especies silvestres, que se extraen para ser utilizadas como medicinales y alimenticias”, afirma.

Impactos que son estudiados desde Perú, región que alberga a dos terceras partes del llamado pulmón verde del planeta: la Amazonía. Solo aquí, menciona la investigadora, se encuentran cerca de mil ríos, 12 mil lagos y cerca de 30 mil especies vegetales: “Datos que nos hacen

reflexionar sobre la importancia de preservar este gran ecosistema muy cerca de nosotros”, recalca la **Dra. Rengifo**.

### Relevar la Biodiversidad

Desde la investigación en química, se ha advertido sobre la importancia de fortalecer el uso y control de sustancias potencialmente peligrosas, debido al impacto que podrían ocasionar a nuestro ecosistema. Discusión de gran relevancia, señala la **Dra. Iriux Almodóvar**, académica de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile (Usach): “Su utilización afecta al medioambiente y directamente la salud de las personas”, sostiene.

Para la Doctora en Química de la Universidad de Chile, al hablar de elementos de riesgo, se puede identificar el cloro usado en los

hogares, que puede ser reemplazado por el vinagre. Esto pone en el eje de la discusión pública, el rol de la regulación: “La legislación actual está dirigida al manejo de desechos, cuando debería estar enfocada en evitar su producción”.

Por ello, y en la línea de fortalecer la sustentabilidad, surge la Química Verde, como una herramienta/disciplina para “minimizar o eliminar la posibilidad de contaminación del medioambiente, además de utilizar los desechos de la biomasa como fuente renovable de materias primas, que es todo lo que contribuye a la protección de los ecosistemas”, explica la **Dra. Almodóvar**.

La académica Usach recalca que la Química Verde ha ido adquiriendo relevancia para el cuidado y preservación de la biodiversidad, y cuenta con 12 principios básicos, entre los cuales destacan la prevención en la generación de residuos, el uso de solventes más seguros y la disminución del consumo de energía. La **Dra. Almodóvar** subraya que se utilizan compuestos naturales, algunos de ellos son extractos de plantas, zumos de frutas o el orujo de olivas y uvas, como agentes incorporados en las reacciones químicas, en lugar de aquellos que pudiesen ser tóxicos, escasos y no renovables.

Para la **Dra. Almodóvar**, también docente del módulo “Química Ecológica”, de la carrera de Licenciatura en Química de la Usach, la enseñanza de la Química Verde, también se debería expandir a las escuelas y prácticas docentes: “Que el profesorado en formación, tenga un acercamiento, para que la transmita a los colegios, donde posteriormente enseñarán a las nuevas generaciones”. De esta forma, la investigadora proyecta que el desarrollo científico de vanguardia, sustentable, también podría ser incorporado por estudiantes de Educación Media, con el objetivo de proponer soluciones a problemáticas



*Perú, alberga dos terceras partes del llamado pulmón verde del planeta: la Amazonía. Solo aquí, se encuentran cerca de mil ríos, 12 mil lagos y cerca de 30 mil especies vegetales.*

Fotografía: Gentileza Frank Meriño en Pexels

*Según la Fundación para el Desarrollo Social (FUDESO), Chile es un país que posee características geográficas propicias para una abundante biodiversidad*



Fotografía: Montserrat Urrutia

sociales: “Ya sea, que se relacionen con la contaminación, el uso de la energía, o la protección a la salud de las personas”.

Desde sus propias disciplinas, los cuatro investigadores coinciden que la pandemia por Covid-19 ha puesto en evidencia la importancia de fortalecer el cuidado de los ecosistemas, junto con recordar la relación estrecha que la humanidad tiene con las especies: “En este último año, nos ha tocado experimentar una pandemia, que nos ha demostrado el significado de la naturaleza y que allí están nuestros recursos para la alimentación y medicamentos” y es en ellos donde se encuentra la “riqueza de los países”, señala la **Dra. Elsa Rengifo**.

Efectos de una emergencia socio-sanitaria a nivel global, que han sido favorables para el planeta, reflexiona el **Dr. Fabián Jaksic**: “Debe impulsarnos a pensar en cómo no seguir aumentando nuestra población para lograr equilibrarla con nuestra demanda de servicios ecosistémicos”.

La Química Verde y la Biodiversidad se benefician mutuamente: la biodiversidad de la naturaleza ofrece un sinnúmero de oportunidades a la Química Verde, que se pueden utilizar como agentes químicos en las diferentes reacciones. Por otra parte, al aplicar los Principios de la Química Verde, podemos garantizar el cuidado a la biodiversidad, ya que utilizando y produciendo menos compuestos dañinos evitamos la contaminación

del medioambiente, lo que coopera a la salvaguarda de los ecosistemas, dice la **Dra. Iriux Almodóvar**.

“Actualmente, no existen iniciativas ambientales por parte de la población, ya sea porque están mal informados o no están dentro de sus prioridades. Por lo mismo, es importante masificar este tipo de información, en especial, a los niños y jóvenes para reforzar su papel de observadores e influenciadores en políticas medioambientales”, reflexiona **Pablo Vergara**. Un trabajo que puede ser impulsado con la ayuda de todos nosotros y nosotras, concluyen los investigadores.

Juan Armesto, investigador en Ecología

## EN ESTE MOMENTO CONSTITUYENTE CHILE DEBE AVANZAR HACIA UNA LEY DE SERVICIO DE LA BIODIVERSIDAD PARA PRESERVAR SU INVALUABLE PATRIMONIO NATURAL

**Juan Armesto es Doctor en Botánica y Fisiología de Plantas. Realizó su Ph.D. en la Rutgers University en Nueva Jersey, Estados Unidos. Es científico adjunto del Cary Institute of Ecosystem Studies ubicado en Estados Unidos, profesor titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile y de la Universidad de Chile, y en este momento está en la Universidad de Concepción como invitado en investigación.**

Por PAR Explora Región Metropolitana Sur Poniente



Dr. Juan Armesto  
Doctor en Botánica y Fisiología de Plantas

**Profesor, sobre la definición de Biodiversidad sabemos que es muy amplia ¿podemos llegar a una definición específica sobre este concepto?**

Hay muchas definiciones, además de que se ha convertido en un término de moda, algo que se usa como muletilla para muchas cosas. Con esa palabra se han creado marcas de productos comerciales. Entonces en estricto rigor nos referimos a la diversidad biológica, aunque se

queda corto. Diversidad biológica significa la diversidad de la vida, porque la Biología es el estudio de los seres vivos. Y la diversidad biológica incluye, no solo los distintos organismos que encontramos en el medio, sino que también los sistemas que ellos forman, por ejemplo, los bosques son un sistema con muchas especies de plantas y árboles, pero también hay animales, microorganismos, hongos, etc. De manera que toda la diversidad está imbuida en este término. La biodiversidad im-

plica distintas escalas, podemos verla desde la diversidad genética, los organismos varían en sus formas, anatomía, fisionomía, pero también en sus genes. Desde la diversidad genética hasta la diversidad de los ecosistemas. Nosotros hicimos una clasificación de los diferentes ecosistemas de Chile, que publicamos en una revista (<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10531-017-1393-x>), este es un componente más de lo que llamamos biodiversidad. Por ejemplo, el Bosque Esclerófilo de



Fotografía: Catalina Moya Catalán

Chile Central, es el bosque más sensible a la desecación porque está en la frontera entre la humedad y el calor. Este es un ecosistema particular. En Chiloé, por ejemplo, tenemos las Turberas que es un sistema de plantitas chicas y que está siempre inundado, también está el bosque tropical y una enorme complejidad estructural de distintas plantas, animales, organismos, hongos, enredaderas, etc. Eso más o menos para tratar de representar la biodiversidad. Eso en términos de definición, en términos de funcionalidad y el valor que tiene para los seres humanos, la Biodiversidad es la que mantiene el ambiente en que vivimos. Gracias a la Biodiversidad nosotros mantenemos nuestros sistemas productivos, y lamentablemente la hemos ido reduciendo.

**¿Qué aspectos de la Biodiversidad son importantes de considerar en estos tiempos en el ámbito educativo? En medio de una pandemia mundial y en que vemos los efectos del cambio climático de manera super evidente ¿Cuáles son los temas más importantes que deberían aprender las nuevas generaciones sobre Biodiversidad?**

Hay un gran tema que relaciona la biodiversidad con el Cambio Climático y las enfermedades que se convierten en epidemias que llegan

a los seres humanos. Todo está vinculado. En cuanto a la salud del clima hay propuestas nuevas, está por ejemplo One Health: se trata de un grupo de investigadores que tratan de demostrar cómo todas estas identidades del planeta no se pueden mirar por separado, puesto que el planeta es un sistema integrado. Cuando dañamos los ecosistemas ecológicos estamos dañando nuestra salud. Las enfermedades zoonóticas como el coronavirus, que derivan posiblemente de organismos que las transmiten a los seres humanos, tienen una mayor incidencia en las regiones donde la diversidad es baja, donde la biodiversidad ha sido reducida y tienen menores posibilidades de transmitirse o menor riesgo de impacto en lugares donde la biodiversidad se mantiene. Nosotros somos unos receptores óptimos porque tenemos una tremenda población, los seres humanos somos más de 7 mil millones de habitantes en el planeta. Esta no es la primera pandemia, antes tuvimos la gripe porcina que es una enfermedad que ha ido pasando de los animales a los seres humanos. Esto ocurre porque los animales están enclaustrados y se han formado tremendas aglomeraciones en jaulas o lugares donde se crían que facilitan la propagación de patógenos, además de eso, los seres humanos somos muchos. Todo está interconectado, ese es el principal mensaje que yo le

dejaría a los estudiantes. Cada parte es importante dentro del ecosistema y todas las acciones que realicemos tienen sus consecuencias, eso debemos transmitirles a las nuevas generaciones para que no sigan cometiendo los errores que cometimos nosotros. Ahora estamos viviendo una de estas consecuencias con esta epidemia, que todos esperamos que pase, pero que ha sido resultado de nuestra mala gestión como seres humanos en temas de salud y medio ambiente.

**Y con respecto al cambio climático ¿qué cosas hay que aprender para enfrentarse al fenómeno?**

La destrucción de los ecosistemas se relaciona con la pérdida de biodiversidad y la pérdida de biodiversidad se relaciona con el cambio climático. Los cambios climáticos son ciclos permanentes del sistema terrestre donde vivimos, pero se han ido produciendo cada vez efectos mayores, han sido más intensos o inesperados. Todos los modelos muestran que los cambios climáticos que nos esperan en el futuro serán más rápidos, más abruptos o distintos a los que habíamos tenido antes. Yo el cambio climático lo veo con tranquilidad, porque siempre hemos tenido cambios climáticos, lo que ocurre hoy con el Antropoceno es más acelerado e inesperado y los países tenemos que estar preparados

para eso, y la Biodiversidad es el factor que nos permite adaptarnos al cambio climático, es nuestra protección.

**En ese sentido, en el proceso que estamos viviendo en Chile, un proceso de cambio de los paradigmas políticos también, esta desconfianza en las instituciones, este empoderamiento ciudadano en la toma de decisiones ¿Cuáles serían los aspectos importantes para relevar en la Convención Constitucional?**

Hay varios temas, no soy experto constitucionalista, pero lo más importante es que hoy la Biodiversidad no está presente en la Constitución en ninguna parte. La Biodiversidad es también un patrimonio biológico y cultural, porque los pueblos desarrollan su cultura y economía en torno a la biodiversidad y no hay nadie que proteja ese patrimonio. Tenemos una forma de protegerla a través de los Parques y las Reservas Nacionales, pero estas figuras siguen dejando fuera una gran parte de la Biodiversidad, hay organismos que quedan fuera sin protección. Nuestros parques están en los márgenes del país, en la zona austral o en las montañas de manera que las zonas más productivas y de mayor diversidad están fuera de las áreas protegidas. No hay ninguna cláusula que esté por encima del derecho de propiedad, que siempre está por encima de la protección de toda esta biodiversidad de la cual estamos hablando. Si nos interesa una Turbera y esta tiene un yacimiento mineral abajo esta puede ser explotada porque ese suelo no está protegido por ninguna ley.

**Entonces en ese sentido hay que pensar en otra figura de protección más allá de los Parques o las Reservas**

Exactamente. Entre los científicos hay un acuerdo por unanimidad, que es la creación de un Servicio de la



Fotografía: Catalina Moya Catalán

Biodiversidad, el cual debiese preocuparse tanto dentro como fuera de las áreas protegidas de la biodiversidad por el bien de todos los chilenos, puesto que es un valor patrimonial. Hace unos 10 años que se está discutiendo esta ley.

**¡¡¡Tanto tiempo!!!**

Y no hemos llegado a nada, ni siquiera hemos avanzado porque hay unas trabas por ahí. Este servicio debería ocuparse de diferentes espacios. Estamos sacando toneladas de organismos del mar y no tenemos claro cuál es el impacto, no digo que sea destructivo, pero en algunas partes sí lo es. Con esto empezariamos a incorporar una mirada distinta, la Biodiversidad no es solo nuestra seguridad frente al cambio climático o invasiones de especies, epidemias o enfermedades, sino también es capital. Los países más avanzados tienen cuantificado cuál es su capital natural. En la economía existen tres tipos de capital:

el humano, que es el conocimiento y las destrezas que la gente adquiere a través de la educación; el económico, que es el que se usa para construir nuevas cosas y desarrollar nuevas tecnologías; y el natural que es esencialmente la biodiversidad. Esto es lo que nos permite a nosotros producir alimento.

**Entonces habría que pasar primero por esta etapa, que es la cuantificación del capital natural para llegar a una ley de Servicio de la Biodiversidad**

Exacto, se ha avanzado en algunas cosas. Los investigadores han avanzado en el reconocimiento de especies, de ecosistemas, pero hay que hacer más. Necesitamos que el capital natural sea un elemento que esté protegido en la constitución y que se evalúe periódicamente. Nosotros hacemos estas evaluaciones para el capital económico y el humano, pero no para el natural, asumimos que está dado y si lo sobre-

explotamos empiezan los problemas, pero tampoco tenemos cómo anticiparnos a ese problema. Necesitamos una evaluación constante del capital natural que nos haga valorarlo y cuidarlo. Las personas se dan cuenta del desmedro de los lugares donde viven, se dan cuenta de los daños, eso solo se puede remediar en la medida que exista una unidad a nivel constitucional que proteja el medioambiente en que vivimos. El Estado debe tener en alguna parte una dedicación para resolver esos problemas.

### **¿Qué rol está jugando nuestro país en términos de investigación y aportes científicos en este campo? ¿En qué podríamos decir que estamos innovando?**

En Chile la situación de la Ciencia Ecológica o de las Ciencias Ambientales es tan desmedrada como todas las otras ciencias. Chile no tiene una prioridad por la investigación, está en segundo plano frente a muchas otras cosas y el conocimiento de nuestro sistema ecológico ha sido mantenido en un estatus quo por muchos años. No hay aumento del presupuesto ni de la investigación en esta área. Nosotros hicimos un recuento de los gastos que se hacían en investigación en ecología en los últimos 30 años y el aumento es 0. Hay muy pocos recursos para todos los que quieren investigar en diferentes campos. En la ciencia también

hay un sesgo que se ha ido acrecentando, hacia lo molecular, lo tecnológico y lo ingenieril. Hablamos mucho de inteligencia artificial, pero no sabemos siquiera reconocer las aves ni las plantas de nuestro patio, no tenemos esa información, no la manejamos como ciudadanos. Ese es un problema, el otro que percibo es que el conocimiento científico no se transmite a la población, a los escolares o a los niños. Necesitamos tener más fondos dedicados a la educación en los museos, por ejemplo. Los museos en Chile suelen ser una experiencia un poco deprimente, por el abandono, pero creo que todo eso puede mejorarse con un gobierno que ponga el conocimiento de la biodiversidad en un nivel un poquito más alto. No se necesitan grandes cantidades de recursos para estas cosas.

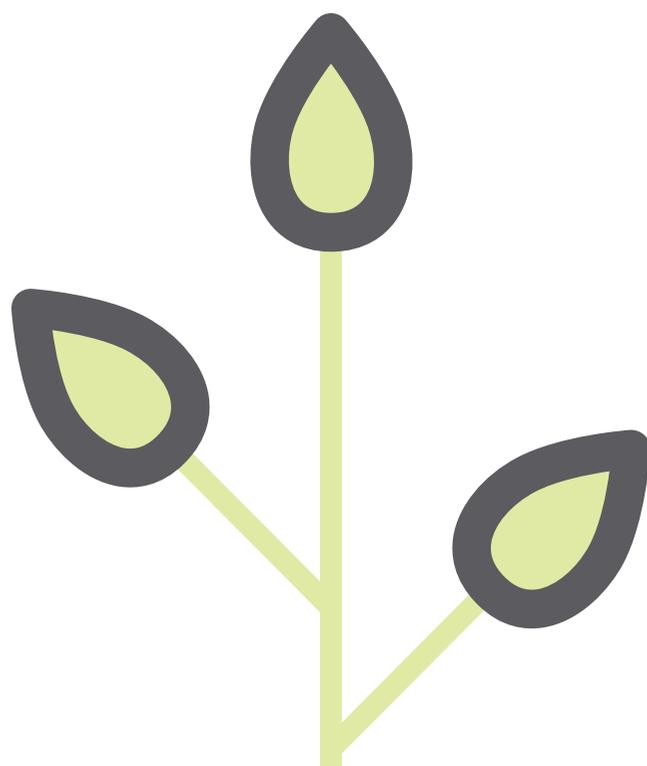
### **Sin duda tenemos el capital intelectual y humano para la ciencia ¿Qué investigaciones estamos llevando a cabo en nuestro territorio en el campo de la biodiversidad?**

Chile tiene varias cosas especiales, es un país privilegiado en términos de sus ambientes y sus laboratorios naturales. Mira que tenemos el desierto más seco del mundo y desde ahí podemos llegar hasta la Antártica, y están en un ambiente totalmente contrastante, eso muchos países lo quisieran tener y nosotros lo tene-

mos. Podemos entonces estudiar los sistemas biológicos que ocurren en zonas hiperáridas como los salares. Eso nos sirve para ver cómo puede ser la vida en otros ambientes tan extremos como esos, Marte, por ejemplo. Esa es una gran cosa que tenemos ahí, un laboratorio natural. Pero no solo eso, tenemos otros laboratorios naturales como la cordillera de Los Andes, es un ambiente que evolutivamente es nuevo, se formó hace 30 millones de años y eso en geología es nuevo. La fragmentación de África y América ocurrió hace cien millones de años. La Cordillera de Los Andes es posterior a eso. De hecho, aún se está formando, sigue creciendo y erosionando. Eso contribuye a crear nuevos ecosistemas en los sustratos que se crean por la degradación. Aparte de eso, es un país que ha sufrido una glaciación en el último millón de años que cambió todo el paisaje de Chile Austral, con esto me refiero a la Biodiversidad, no solo cambian las montañas y el suelo, cambian también las especies, evolucionan. Eso nos permite tener una gran diversidad de organismos en la Cordillera de Los Andes que es donde se están produciendo todos estos nuevos ambientes. Además, al mismo tiempo tenemos unos bosques templados muy antiguos que se conectan históricamente con los de Gondwana y que si se estudia el polen y se hace un perfil polínico, un perfil del suelo, o una laguna en el sur de Chile se va a encontrar que se pueden reconstruir todos los cambios históricos en la vegetación del pasado y esos cambios históricos de la vegetación dan cuenta del cambio histórico del clima y los cambios que nos han llevado hasta donde estamos ahora. De manera de que es un país riquísimo en potencial de investigación y lo único que necesitamos es tener más gente, más investigadores, y por supuesto los niños son importantes, muy importantes. Hay que enseñarles este valor, son quienes tienen que preservar este tesoro.



Fotografía: Catalina Moya Catalán



**CIENCIAS NATURALES**

**16**

# RESPUESTA CIUDADANA EN LA RED SOCIAL FACEBOOK A LOS ATROPELLOS DE FAUNA NATIVA EN LAS CARRETERAS DE CHILE

## CITIZEN RESPONSE ON THE SOCIAL NETWORK FACEBOOK TO THE KILLINGS OF NATIVE FAUNA ON THE ROADS OF CHILE

Isidora Araya • Camila Cáceres • Catalina Moyano • Rayen Roblero • Rocío Vargas

Profesor Guía: César Piñones

Colegio Cumbres del Choapa, Salamanca

Asesor Científico: Víctor Bravo

Evaluador: Pablo Vergara

### Resumen

Los impactos crecientes de la infraestructura vial sobre la vida silvestre es una problemática ambiental que solo ha recibido atención en los últimos años en Chile. Previos estudios han identificado puntos calientes, principalmente en el centro-norte del país, que concentran una gran cantidad de atropellos de vertebrados, lo que hace imperativo identificar estrategias que permitan visibilizar esta problemática en la opinión pública. En este estudio, determinamos cuáles especies o grupos de especies tienen un mayor impacto en una red social donde los usuarios dan su opinión sobre fotografías de vertebrados nativos atropellados. Los resultados muestran que los mamíferos presentan un mayor grado de interacción. Dentro de este grupo, las especies más compartidas y al mismo tiempo con mayor número de comentarios son los felinos silvestres: Gato colocolo (*Leopardus colocolo*) y Gato güiña (*Leopardus guigna*), seguido del Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*). Nuestros resultados sugieren a los mamíferos como los mejores candidatos para campañas de visibilización y sensibilización de este problema socio-ambiental.

**Palabras claves:** Redes sociales; Atropellos de vertebrados; Especies bandera; Ciencia ciudadana.

### Abstract

The growing impacts of road infrastructure on wildlife is an environmental problem that has only received attention in recent years in Chile. Previous studies have identified hot spots, mainly in the north-central part of the country, which concentrate a large number of attacks on vertebrates, which makes it imperative to identify strategies that make this problem visible in public opinion. In this study, we determine which species or groups of species have a greater impact on a social network where users give their opinion on photographs of native vertebrates run over. The results show that mammals have a higher degree of interaction. Within this group, the species most shared and at the same time with the highest number of comments are the wild cats: Gato colocolo (*Leopardus colocolo*) and Gato güiña (*Leopardus guigna*) followed by the Red fox (*Lycalopex culpaeus*). Our results suggest mammals as the best candidates for campaigns to raise awareness of this socio-environmental problem.

**Keywords:** Social media; Kills of vertebrates; Flag species; Citizen science.

El Proyecto participó en:

\* Feria Provincial Escolar de las Ciencias y la Tecnología de Choapa 2019, organizada por el PAR Explora-CONICYT Región de Coquimbo, obteniendo el primer lugar en la categoría enseñanza básica y también fue presentado en la Feria Científica Nacional Juvenil 2019 (versión N°49), del Museo Nacional de Historia Natural.



# Introducción

Los efectos negativos de las carreteras sobre la vida silvestre, han provocado que este tipo de infraestructuras se encuentren entre las 11 principales amenazas a la biodiversidad (Salafsky *et al.*, 2008). Los atropellos de fauna nativa son un problema socio-ambiental a escala global, dado sus múltiples efectos a mediano y largo plazo, entre los que destacan el desplazamiento de animales, alteración de la conducta y muerte directa por atropellos, siendo esta última mayor a la mortalidad de fauna reportada incluso por caza (Forman y Alexander, 1998; Spellerberg, 1998; Coffin, 2007), situación que por ejemplo en Argentina, ha entregado cifras preocupantes (Attademo *et al.*, 2011; Cuyckens *et al.*, 2016; Bauni *et al.*, 2017). En Chile, el problema de los animales atropellados en carreteras se encuentra muy relacionado con la falta de mecanismos legales y programas tanto de conservación como de sensibilización destinados a evitar y disminuir los atropellos. En nuestro país no existen estudios a gran escala temporal y geográfica, salvo los impulsados de manera reciente por la iniciativa de ciencia ciudadana “Fauna Impactada” (Fundación Ciencia Ciudadana y Embajada de Canadá, 2018), que aborden las variables asociadas a los atropellos de vida silvestre ([www.redobservadores.cl/?p=2028](http://www.redobservadores.cl/?p=2028)).

En dicho proyecto, se ha establecido que todos los grupos de vertebrados, tanto acuáticos como terrestres, están siendo atropellados (Bravo *et al.*, 2017; Bravo *et al.*, 2018; Cañoles *et al.*, 2019), viéndose mayormente afectada la lechuza (*Tyto alba*), los zorros culpeo (*Lycalopex culpaeus*) y chilla (*Lycalopex griseus*) y el gato huiña (*Leopardus guigna*); todos carnívoros claves dentro de los ecosistemas naturales. A estas especies

se suman otras rapaces como el tucúquere (*Bubo virginianus*), tiuque (*Milvago chimango*), aves de menor tamaño, reptiles, anfibios, mamíferos voladores y últimamente invertebrados como la araña pollito (*Grammostola rosea*) y el coleóptero madre de la culebra (*Acanthinodera cummingi*), cuya mortandad puede estar subvalorada debido a la difícil detección de los especímenes atropellados en las rutas (Bravo *et al.*, 2018). En una escala más local, recientes estudios impulsados desde la Región de Coquimbo han identificado puntos calientes de atropellos en las cercanías de humedales costeros protegidos como Sitios Ramsar (Bravo *et al.*, 2019), como también puntos asociados a fondos de quebrada en ambientes de serranía (Saavedra *et al.*, 2018; Bravo *et al.*, 2019).

Particularmente, para la comuna de Salamanca, los atropellos de fauna nativa y la problemática de su mitigación cobran pertinencia debido al actual proceso de mejora y ensanchamiento de la ruta que une Illapel con la ciudad de Salamanca. En dichas obras no se visualizan medidas de mitigación; como túneles o puentes, por donde los animales puedan atravesar sin peligro la sección de carretera que fragmenta su hábitat (véase el detalle para esta discusión en Chile en: <http://www.paiscircular.cl/biodiversidad/pasos-de-fauna-la-estrategia-futura-para-frenar-los-atropellos-de-animales-nativos-en-chile/>), pese a que la directrices viales en esta materias a nivel latinoamericano, sugieren el diseño y construcción de carreteras amigables con los vertebrados (Quintero, 2016). El carácter sustentable que proyectos viales como este debieran alcanzar, nos ha motivado a plantearnos las siguientes inquietudes de investigación: ¿Son los vertebrados



nativos de Chile buenos candidatos para generar campañas educativas y de sensibilización frente a los atropellos de fauna? y si son buenos candidatos ¿Qué especies de vertebrados nativos podrían ser clave para generar una mayor sensibilización ambiental? Adicionalmente, nos planteamos esta pregunta: ¿Cómo varía el número y tipo de interacción entre las personas que siguen las publicaciones de Facebook de Fauna Impactada, a fotografías de los distintos grupos (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) de vertebrados atropellados?

La educación ambiental de la población resulta clave en temas socio-ambientales (Márquez-García y Jacobson, 2019), como el caso de las repercusiones que genera en la opinión pública, el creciente número de registros fotográficos de animales vertebrados subidos a las redes sociales por decenas de voluntarios de todo Chile. Basándose en el amplio uso que hacen las personas de esta tecnología, planteamos como hipótesis que todos los grupos de vertebrados provocan una sensibilidad similar en los usuarios de Facebook del proyecto Fauna Impactada. Para poner a prueba esta hipótesis, en este estudio seleccionamos una especie y grupos de especies para determinar la sensibilización sobre los atropellos. En particular, comparamos el tipo y número de interacciones virtuales que gatillan los distintos tipos de vertebrados atropellados así como las especies o el grupo de especies con mayor número de interacciones. Estos resultados permitirán orientar la toma de decisiones comunicacionales, tales como generación de videos e infografías a ser difundidos por las redes sociales del proyecto.

## Método

El estudio se realizó durante el primer semestre de 2019, en dependencias del Colegio Cumbres del Choapa (Salamanca, Región de Coquimbo) e implicó un diagnóstico de la interacción de los usuarios del FanPage en Facebook del Proyecto Fauna Impactada. Se realizó un análisis cuantitativo de las cerca de 55 fotografías disponibles en la plataforma. Este análisis se realizó

por especies individuales como para grupos de vertebrados terrestres nativos (mamíferos, aves, reptiles y anfibios). Se registró la siguiente información entregada por los usuarios como respuesta a estas fotografías: a) me enoja, b) me entristece, c) comentarios, d) veces en que la fotografía fue compartida. Para cada una de las fotografías determinamos la media  $\pm$  desviación estándar de las interacciones (por ejemplo, número de me enoja o me entristece registrados para cada foto) y las comparamos para establecer diferencias entre estas. Por último, y en base a la tabulación de datos y cuantificación de los totales para cada una de la interacciones por fotografía, listadas anteriormente, se identificaron especies candidatas para desarrollar estrategias visuales y comunicativas de conservación.

## Resultados

El grupo de los mamíferos presentó en general, un mayor número de interacciones dentro de las cinco categorías que permite Facebook, a los usuarios de las fotografías cargadas en esta red social (Tabla N° 1). La interacción del tipo "me entristece" (Figura N° 1, Tabla N° 1) fue mayor a las demás, especialmente dentro del grupo de los mamíferos, y dentro de estos, en los felinos más que en los cánidos.

Algo similar ocurrió con la interacción me enoja (Figura N° 2), donde los mamíferos representan una mayor sensibilidad para los usuarios de Facebook, que los demás grupos, al igual que las veces que se comparte la imagen y se hacen comentarios relativos a esta situación. Dentro de este grupo, las especies más compartidas y al mismo tiempo con mayor número de comentarios (Figura N° 3), son los felinos silvestres (Figura N° 4): gato colocolo (*Leopardus colocolo*) y gato huiña (*Leopardus guigna*) seguido del zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*). Sobresale dentro de estos análisis también el único registro de atropello para gato de Geoffroy (*Leopardus geoffroyi*), el cual por su rareza despertó una alta interacción en Facebook.

Interacción/Grupo	Me gusta	Me entristece	Me enoja	Comentarios	Compartido
Mamíferos	9,3 (5,9)	56,1 (34,4)	21,5 (16,8)	5,8 (6,6)	39,7 (87,7)
Aves	6,7 (3)	33,5 (17,7)	10,5 (8,7)	1,57 (2,4)	10,6 (11,4)
Reptiles	11,5 (3,7)	24 (14)	8,5 (8,1)	3 (3,5)	7,7 (4,1)
Anfibios	4 (2,8)	20 (11,3)	6 (1,4)	2,5 (3,5)	5,5 (3,5)

Tabla N° 1. Promedio de interacciones de los 4 grupos de vertebrados nativos publicado en el FanPage Fauna Impactada. Septiembre de 2018 a Junio de 2019. Desviación estándar consignada entre paréntesis.



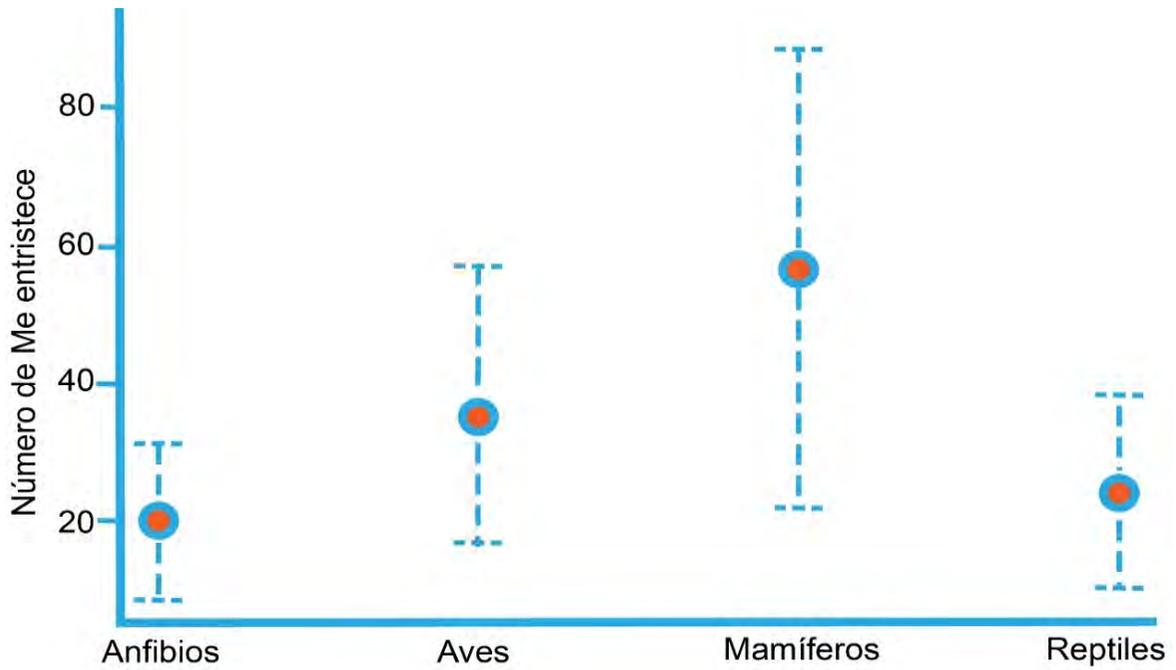


Figura N° 1. Media (± SD) para el comentario "Me entristece" realizado por los usuarios de Fauna Impactada ante fotografías de fauna atropellada de 4 grupos taxonómicos. Septiembre de 2018 a Junio de 2019

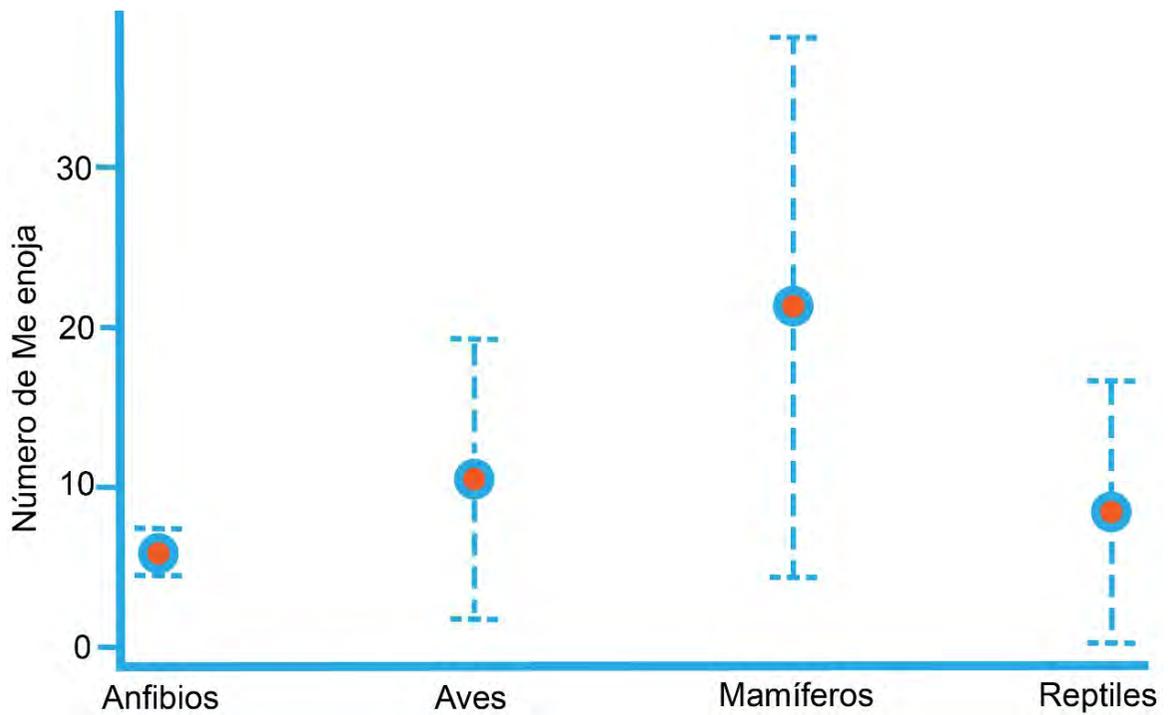


Figura N° 2. Media (± SD) para el comentario "Me enoja" realizado por los usuarios de Fauna Impactada, ante fotografías de fauna atropellada de 4 grupos taxonómicos. Septiembre de 2018 a Junio de 2019.



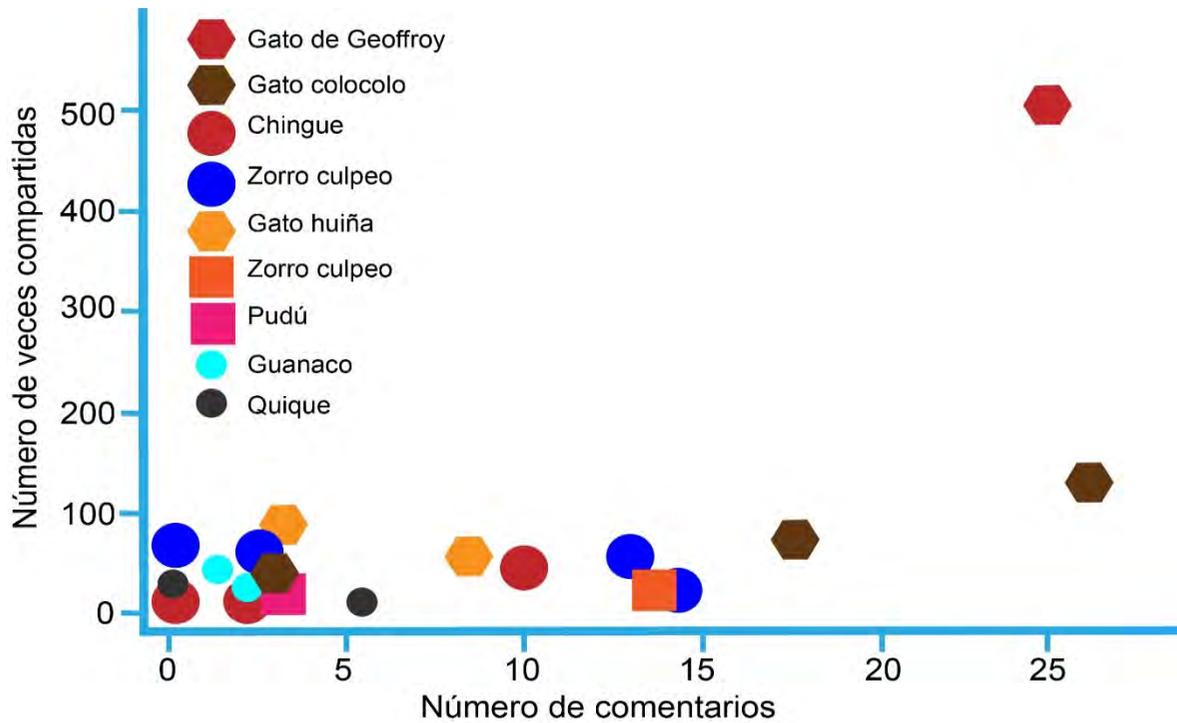


Figura N° 3. Relación entre el número de comentarios y el número de veces, en las que se compartió una imagen de mamífero atropellado, entre septiembre de 2018 a junio de 2019.



Figura N° 4. Gato colocolo (*Leopardus colocolo*), muerto por atropello en el Parque Hacienda El Durazno, en la Comuna de Canela. Este registro ha generado hasta la fecha de edición de este artículo 414 interacciones, alcanzando a casi 26.700 personas vía la red social Facebook. Fotografía de César Piñones.



## Discusión

Nuestros resultados y los nuevos reportes que son divulgados por Facebook del proyecto Fauna Impactada, sugieren que los mejores candidatos para el desarrollo de campañas de sensibilización y educación sobre la problemática de atropellos serían animales vertebrados mamíferos, principalmente felinos seguidos de cánidos nativos (Figura N° 4 y N° 5). Los mamíferos resultarían ser especies carismáticas y más cercanas en conocimiento y experiencia para las personas, lo que explicaría su mayor repercusión en Facebook (Figuras N° 1, N° 2, N° 3, N° 4, N° 5 y Tabla N° 1). Estos resultados se corresponden con el interés global analizado en internet de animales con problemas de conservación (Davies *et al.*, 2018), en donde los mamíferos de gran tamaño, como el tigre, el león y el elefante son los primeros en encabezar las encuestas desarrolladas en las sociedades del occidente (Albert *et al.*, 2018).

Las especies asociadas a estos grupos podrían ser consideradas además en otras categorías de especies (por ejemplo, especies ingenieras, banderas y paraguas) lo que permite mejorar el traspaso de información en la opinión pública, favorecer la conservación de múltiples especies con problemas de conservación que no son carismáticas (por ejemplo: pequeños roedores y reptiles; Figura N° 5) y de esta forma incentivar cambios en la legislación ambiental asociadas a la planeación ante la construcción de carreteras.

Los resultados de este estudio no fueron consistente con la hipótesis de trabajo pues existen grupos de animales que tienen un mayor impacto sobre los usuarios de las redes sociales. De esta forma, estos resultados han orientado la realización del primer corto audiovisual sobre la temática, el cual se encuentra disponible en <https://www.facebook.com/faunaimpactada> alcanzando cerca de 12 mil reproducciones, por lo que creemos que nuestros resultados fueron exitosos frente al desarrollo de esta estrategia comunicacional del Proyecto Fauna Impactada.

Este estudio resulta importante, dado que no existe en Chile una aproximación de este tipo a la problemática de los atropellos de animales, ni sobre la selección de fauna para mejorar la sensibilización por la comunidad. Los primeros estudios sobre la ocurrencia de atropellos de vertebrados nativos a escala país datan de hace tres años lo que contrasta con otros países donde existen numerosos estudios sobre percepción de la ciudadanía a estos atropellos (Davies *et al.*, 2018). Por otra parte, la legislación ambiental chilena no contempla el desarrollo de infraestructura que mitigue el impacto del tráfico rodado sobre los hábitats. Por ello cobra sentido, visibilizar esta situación en la ciudadanía, con miras a generar aceptación pública y desarrollar medidas de conservación ante los atropellos.

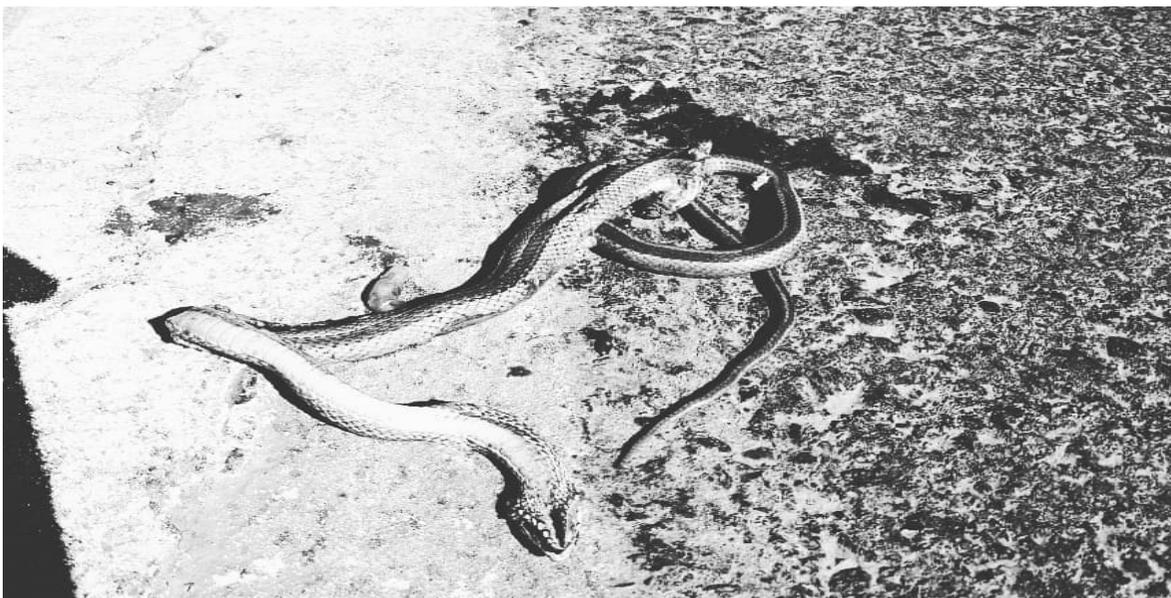


Figura N° 5. Culebra de cola larga (*Philodryas chamissonis*), muerta por atropello en las cercanías de la Laguna de Aculeo, en la Comuna de Paine. Este registro ha generado hasta la fecha de edición de este artículo 52 interacciones, alcanzando a casi 825 personas vía la red social Facebook. Fotografía de Gabriel Astorga, científico ciudadano colaborador de Fauna Impactada.



## Conclusión

Nuestros resultados sugieren que los mejores candidatos para el desarrollo de campañas de sensibilización y educación sobre la problemática de atropellos serían mamíferos, específicamente felinos y cánidos nativos. Las especies asociadas a estos grupos, podrían categorizarse como especies bandera y paraguas para tener un mayor impacto sobre la opinión pública y gatillar cambios en la legislación ambiental asociadas a la construcción de carreteras en Chile. Una nueva legislación ambiental que considere el impacto del transporte vial sobre la biodiversidad debiera contemplar medidas de mitigación a la problemática por parte de los administradores tanto del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE), como de áreas de conservación privadas (por ejemplo, las agrupadas en la iniciativa Así Conserva Chile). La educación en temas de sustentabilidad asociada a la construcción de carreteras en Chile, surge como un imperativo a explorar para la conservación de los vertebrados e incluso de los invertebrados nativos, que ven impactados sus hábitats y mermadas sus poblaciones, por el aumento de la infraestructura vial y el parque automotriz.

## Agradecimientos

El presente proyecto estuvo adscrito a la iniciativa Clubes de Investigación Científica Escolar (Club-ICE) del Programa Asociativo Regional (PAR) Explora-CONICYT Región de Coquimbo. El equipo de investigación estuvo conformado además por Benjamín Jorquera, Isidora Palacios, Mariangel Nuñez, Annahiz May, Isidora Chahuán, Martina Varela, Pía Muñoz, Shadira Quevedo, Benjamín Briceño, Jorge García, Hernán Díaz y Ulises Rojas. Agradecemos a la comunidad educativa del Colegio Cumbres del Choapa por su apoyo en la gestión y logística asociada al desarrollo de nuestro club, en particular a la profesora de artes Cileni Pastén y a nuestros apoderados. También nuestro reconocimiento a los socios, amigos y colaboradores del proyecto Fauna Impactada ROC-ULS, quienes generosamente han compartido sus registros fotográficos para realizar ciencia colaborativa.

## Bibliografía

- Albert C, Luque GM, Courchamp F. 2018. The twenty most charismatic species. *Plos One* 13: 1-12.
- Attademo A, Peltzer P, Lajmanovich R, Elberg G, Junges C, Sanchez L, Bassó A. 2011. Wildlife vertebrate mortality in roads from Santa Fe Province, Argentina. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 82: 915-925.
- Bauni V, Anfuso J, Schivo F. 2017. Mortalidad de fauna silvestre por atropellamientos en el Bosque Atlántico del Alto Paraná, Argentina. *Ecosistemas* 26: 54-66.
- Bravo V, Piñones C, Norambuena H. 2017. ¿Aves Rapaces Muertas en la Ruta?: Resultados preliminares de una amenaza incómoda. XII Congreso Chileno de Ornitología. Póster. Santa Cruz, Chile.
- Bravo V, Celis C, González P, Piñones C. 2018. Fauna impactada en los caminos y carreteras de Chile. II Seminario de Ciencias en las Áreas Silvestres Protegidas de Atacama. Póster. Copiapó, Chile.
- Bravo V, Piñones C, Norambuena H, Zuleta C. 2019. Puntos calientes y factores asociados al atropello de aves rapaces en una ruta costera de la zona semiárida de Chile Central. *Ornitología Neotropical* 30: 208-216.



Cañoles R, Bravo V, Fernández B, Célis C, Piñones C. 2019. Atropellos de fauna en Lo Orozco Los Molles Región de Valparaíso, Chile. II Seminario de Iniciativas de Conservación de la Biodiversidad en la Zona Norte de Chile. Póster. La Serena, Chile.

Coffin AW. 2007. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography* 15: 396-406.

Cuyckens GA, Mochi LS, Vallejos M, Perovic PG, Biganzoli F. 2016. Patterns and composition of road-killed wildlife in Northwest Argentina. *Environmental Management* 58: 810-820.

Davies T, Cowley A, Bennie J, Leyshon C, Inger R, Carter H. 2018. Popular interest in vertebrates does not reflect extinction risk and is associated with bias in conservation investment. *Plos One* 13: 1-13.

Forman RT, Alexander LE. 1998. Roads and their major ecological effects. *Annual Review Ecological Ecosystems* 29: 207-231.

Fundación Ciencia Ciudadana y Embajada de Canadá. 2018. Ciencia ciudadana: Principios, herramientas, proyectos de medio ambiente. Disponible en: [www.cienciaciudadana.cl](http://www.cienciaciudadana.cl)

Márquez-García M, Jacobson SK. 2019. Educación y comunicación para la conservación y manejo de la biodiversidad. En: Cerda C, Silva-Rodríguez E, Briceño C. (Eds.). *Naturaleza en Sociedad: Una mirada a la dimensión humana de la Conservación de la Biodiversidad*. Ocholibros Ediciones. Santiago, Chile.

Quintero JD. 2016. Guía de buenas prácticas para carreteras ambientalmente amigables. The Nature Conservancy & Latin America Conservation Council. Panamá.

Saavedra B, Povea P, Louit-Lobos C, Chávez-Villavicencio C. 2018. Atropellos de fauna en la ruta D-705, sector: Illapel-Aucó-Los Pozos (Coquimbo, Chile), incluyendo la Reserva Nacional Las Chinchillas. *Biodiversidata* 6: 20-26.

Salafsky N, Salzer D, Stattersfield AJ, Hilton-Taylor C, Neugarten R, Butchart SH, Collen B, Cox N, Master LL, O'Connor S, Wilkie, D. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22: 897-911.

Spellerberg IF. 1998. Ecological effects of roads and traffic: a literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 317-333.



# UTILIZACIÓN DE BIOINSECTICIDA A BASE DE ALOE PARA CONTROLAR LA PRESENCIA DE MOSCA BLANCA EN ÁRBOLES DE FICUS DE LA ESCUELA DARÍO SALAS DÍAZ DE ARICA

## USE OF BIOINSECTICIDE BASED ON ALOE TO CONTROL THE PRESENCE OF WHITE FLY IN FICUS TREES AT THE DARÍO SALAS DÍAZ SCHOOL OF ARICA

Karina Condori • Camila Mamani  
 Profesora Guía: Carlos Rodríguez  
 Escuela Darío Salas Díaz, Arica  
 Asesor Científico: Katherine Acosta  
 Evaluador: Pedro Orihuela

### Resumen

Al detectar alergias en algunos compañeros de clase y encontrar signos de enfermedad en las plantas de la escuela, con un grupo de estudiantes buscamos dar respuesta y una posible solución a las interrogantes: ¿Qué es el polvillo blanco presente en las plantas? ¿Será éste el causante de las alergias en las personas? ¿Qué es lo que afecta a las plantas de la escuela? y ¿Cómo se puede ayudar a remediarlo? Para ello, en primera instancia los estudiantes guiados por su profesor realizaron un inventario taxonómico y perfiles de vegetación del lugar. En la primera fase de la investigación se obtuvo tres resultados importantes: 1) las plantas presentan signos de haber sido infectadas por una plaga de mosquita blanca del cocotero; 2) la melaza producida por ninfas de la mosquita del cocotero es la causal de las alergias y; 3) solo dos tipos de plantas: aloe y pino no presentan signo alguno de infección, por lo que se evalúa la capacidad de estas plantas para actuar como biocidas de la mosquita blanca. Durante la segunda fase se evaluó la eficacia de extractos de aloe en condiciones de laboratorio para la eliminación de ninfas de mosquita blanca presentes en árboles de ficus en la escuela. La investigación escolar concluye que el aloe puede ser empleado como biosida para el control natural de la mosquita blanca en árboles de ficus. La indagación fue materializada por las preguntas que se desarrollaron en la investigación escolar y una posterior comunicación de los resultados.

**Palabras claves:** Aloe; Bioinsecticida; Ficus; Mosca blanca; Arica

### Abstract

By detecting allergies in some classmates and finding signs of disease in the plants of the school, with a group of students we sought to give an answer and a possible solution to the questions: What is the white powder present in the plants? Is this the cause of allergies in people? What affects the plants in the school? and How can you help remedy it? To do this, in the first instance the students, guided by their teacher, carried out a taxonomic inventory and vegetation profiles of the place. In the first phase of the investigation, three important results were obtained: 1) the plants show signs of having been infected by a plague of coconut whitefly, 2) honeydew produced by nymphs of the coconut tree fly is the cause of allergies Y; 3) only two types of plants: Aloe Vera and Pine do not show any signs of infection, so the ability of these plants to act as biosides for whiteflies is evaluated. During the second phase, the efficacy of Aloe Vera extracts was evaluated under laboratory conditions for the elimination of whitefly nymphs present in Ficus trees at school. School research concludes that Aloe Vera can be used as a bioside for the natural control of whiteflies on Ficus trees. The inquiry was materialized by the questions that were developed in the school research and a subsequent communication of the results.

**Keywords:** Aloe; Bioinsecticide; Ficus; White fly; Arica

El Proyecto participó en:

\* Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017, PAR Explora de CONICYT Arica y Parinacota. Congreso Nacional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2017. Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2018, PAR Explora de CONICYT Arica y Parinacota.



# Introducción

El Valle de Azapa es una zona rural donde se explota la agricultura tanto de manera extensiva como de forma intensiva, el control de plagas se hace principalmente a base de insecticidas químicos que generan resistencias en los insectos-plaga, contaminan el medio ambiente y afectan a las personas que viven en sus alrededores (Ra-Pal, 2021).

Dentro de las plagas con mayor importancia tanto en el área agrícola como ornamental es la mosquita blanca del cocotero *Aleurodicus* sp. (Hemiptera: Aleyrodidae), la que afecta a un amplio espectro de especies hospedantes excluyendo al *Aloe barbarensis*.

*Aleurodicus* sp. es la especie de aleyrodido de mayor tamaño registrada en Chile, presenta un alto potencial reproductivo, lo cual ha permitido adaptarse a los factores abióticos y bióticos presentes en la comuna de Arica (Rosales *et al.*, 2011).

Con respecto a su alimentación, esta mosquita blanca es extraordinariamente versátil, pudiendo vivir y reproducirse en muchas especies de plantas diferentes, tanto herbáceas como leñosas (Rosales *et al.*, 2011).

El daño es producido por los insectos al alimentarse de la savia de las plantas. Hay disminución de la fotosíntesis de las plantas atacadas, ocasionada por la presencia de la plaga en las hojas y por hongos saprófitos (fumagina) que se alimentan de las sustancias azucaradas producidas por ésta y que cubren el follaje. En ataques fuertes se produce defoliación (SAG, 2004).

En el marco del panorama descrito anteriormente el presente estudio muestra los resultados obtenidos tras

una investigación escolar realizada en la escuela Darío Salas Díaz ubicado en el Km 3,5 del Valle de Azapa. El estudio dividido en dos fases principales intenta dar respuesta a tres preguntas principales: ¿Qué es el polvillo blanco que está causando la alergia de las personas y enferma a las plantas? ¿Qué solución se puede dar a tal problemática? ¿Será posible diseñar un antídoto natural a base de plantas de la zona? A partir de esta situación-problema, la investigación se centra principalmente en evaluar el efecto insecticida de tres extractos naturales a base de aloe (*Aloe barbarensis*), pino (*Pinus devoniana*) y vetiver (*Vetiveria zizanioides*) para el control poblacional de las ninfas de mosquita blanca (*Aleurodicus* sp.) *in vitro* presentes en plantas de ficus (*Ficus benjamina*) con el fin último de lograr controlar el nivel poblacional de esta especie de plaga en su escuela causando el menor daño posible a las plantas.

## Hipótesis

La densidad poblacional de ninfas de *Aleurodicus* sp. es disminuida cuando ésta es tratada con preparados a base de aloe o pino en condiciones de laboratorio.

## Objetivo general

Evaluar el efecto insecticida de tres extractos naturales a base de aloe, pino y vetiver para el control poblacional de las ninfas de mosquita blanca, *Aleurodicus* sp. (Hemiptera: Aleyrodidae) *in vitro* presentes en plantas de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz del Valle de Azapa, Arica-Chile.



## Objetivos específicos

- Analizar los agentes causantes de la enfermedad de las plantas y su relación con las alergias respiratorias manifestadas por miembros de la comunidad escolar.
- Elaborar extractos naturales a través de diferentes solventes para el control de la plaga en estudio.
- Evaluar la eficacia de cada uno de los extractos naturales fabricados en función de la mortalidad de ninfas de *Aleurodicus* sp. en condiciones de laboratorio.

## Metodología

Para el estudio se proponen dos fases principales, la primera subdividida en 4 etapas, está orientada en la determinación de la causa de la enfermedad de las plantas y la segunda comprendida por 4 etapas, se centra en la evaluación de los extractos vegetales. Las Fases metodológicas de la presente investigación se detallan a continuación:

### Primera fase:

#### Etapa 1. Documentación bibliográfica

En esta etapa los estudiantes identificaron mediante información botánica las características morfológicas que presentan las plantas cuando se ven afectadas por deshidratación, alteraciones del pH, carencia de nutrientes o presencia de plagas.

#### Etapa 2: Inventario y determinación taxonómica de las plantas presentes en la escuela

Se realizó un inventario de todas las plantas presentes en la escuela, se numeraron y se determinó familia, género y especie de cada una de ellas.

#### Etapa 3: Identificación y caracterización de la vegetación con patologías

Para determinar el tipo de vegetación enferma, las características que presenta por dicha condición y el porcentaje de afectación total en cada planta se realizó un perfil de vegetación de las plantas presentes en toda la escuela, para ello se dividieron los estudiantes en 5 grupos por sectores horizontales. En los perfiles de vegetación se dibujaron las plantas presentes por sector, registrando altura, características foliares, de tallo y hojas, al enumerar las plantas se resaltó con rojo aquellas que presentan algún signo de enfermedad y sus causas según fuentes bibliográficas.

#### Etapa 4. Medición del potencial de hidrógeno del suelo en el cual están sembradas las plantas de la escuela.

Durante esta etapa los estudiantes realizaron la medición del pH de las diferentes muestras de suelo en las cuales crecen las plantas infectadas en pro de considerar la posibilidad de suelos muy ácidos o básicos.

### Segunda fase:

El ensayo experimental se realizó en condiciones de laboratorio (Facultad de Química, Universidad de Tarapacá, campus Velásquez) ubicado en la comuna de Arica de la Región de Arica y Parinacota en Chile. La actividad experimental se ejecutó en el mes de agosto con un periodo de evaluación de los extractos de 6 días. La etapa experimental consta de 3 etapas que se mencionan a continuación.

#### Etapa 1. Obtención de ninfas de *Aleurodicus* sp.

Las muestras biológicas recolectadas se obtuvieron de hojas de ficus (*Ficus benjamina*), presentes en la Escuela Darío Salas Díaz, para lo cual se recolectaron hojas con gran población de ninfas de *Aleurodicus* sp.

#### Etapa 2. Elaboración de los extractos naturales

Una de las etapas de la metodología fue la preparación de los extractos (Abad y Piedra, 2011), tarea realizada por los estudiantes en condiciones de laboratorio. En este procedimiento se elaboraron los extractos de vetiver, aloe y pino. El procedimiento y fórmula de elaboración se describen uno a uno a continuación:

La elaboración de extracto con vetiver se llevó a cabo con los siguientes materiales: 1000 ml de agua destilada, 200 g de vetiver y 5 g de jabón en barra, se cortó las raíces del pasto y masamos 200 g introduciéndola en un mortero, agregamos agua destilada gradualmente hasta completar 1 litro macerando la raíz, filtramos el macerado, luego agregamos 5 g de jabón diluido y trasvasiamos el extracto a una botella la cual cubrimos con una bolsa negra buscando evitar la degradación de este, almacenándolo en el refrigerador.

El extracto de aloe se realizó con los siguientes materiales: 450 ml de agua destilada, 350 g de aloe, 550 ml de alcohol y 5 g de jabón en barra. Masamos 350 g de aloe, cortamos el aloe en trozos pequeños incluyendo la epidermis de la penca para macerarlo utilizando un mortero y agregando gradualmente agua y alcohol hasta completar lo especificado anteriormente, se filtra el macerado, agregamos 5 g de jabón diluido, guardamos el extracto en una botella cubierta con una bolsa negra y refrigeramos.



Para el Pino se emplearon los siguientes materiales: 300 ml de agua destilada, 350 g de pino, 500 ml de alcohol, 5 g de jabón en barra. Los estudiantes masan 350 g de pino, utilizando un mortero maceran el pino agregando gradualmente agua y alcohol hasta completar las cantidades propuestas, se filtra el extracto y agregamos 5 g de jabón en barra diluido, guardamos el extracto en una botella cubierta con bolsa negra y refrigeramos.

**Etapas 3. Conteo de ninfas en el bioensayo**

Una vez recolectadas las hojas infectadas, estas son analizadas en el Laboratorio N° 5, Facultad de Ciencias, Universidad de Tarapacá. En la confección del diseño experimental se realizaron 4 tratamientos: extractos a base de vetiver, pino, aloe y un testigo. Cada tratamiento tiene 10 repeticiones las cuales poseen una muestra de 20 individuos cada uno, totalizando 200 ninfas por tratamiento para un total de 800 ninfas para el estudio.

El conteo de la población de ninfas presentes en este bioensayo se realizó durante 7 días consecutivos. Las ninfas fueron sumergidas durante 10 segundos en los extractos contenidos en vasos de precipitados, sujetando con pinzas entomológicas las hojas.

**Etapas 4. Evaluación de eficacia de los extractos naturales**

La mortalidad se calculó a partir de la siguiente fórmula:

$$\% M = \left( \frac{N_0 - N_t}{N_0} \right) * 100$$

Sea:

N<sub>0</sub> = Población Inicial

N<sub>t</sub> = Población Final

%M= Porcentaje de Mortalidad

El porcentaje de eficacia se calculó en base a la siguiente ecuación:

$$\text{Eficacia} = \left[ 1 - \left( \frac{N_t}{N'_t} \right) \right] * 100$$

Sea:

N<sub>t</sub>= número de individuos en lote tratado, al cabo de t días.

N'<sub>t</sub>= número de individuos en el lote testigo, al cabo de t días.

**Resultados y discusión**

Se obtienen 4 perfiles de vegetación correspondientes a 4 zonas o sectores donde se encuentran las plantas:

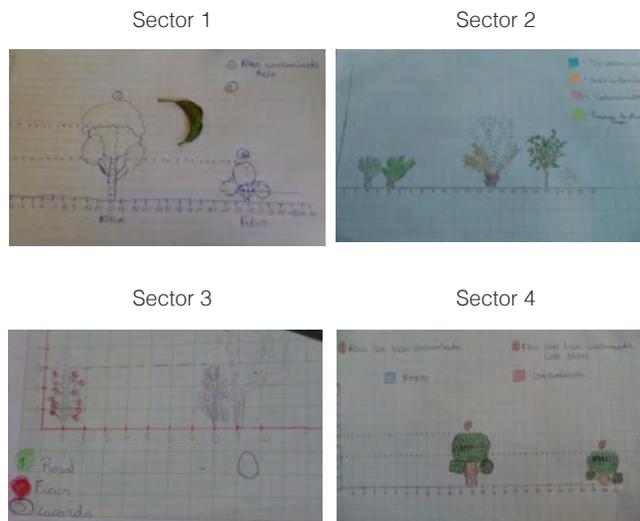


Figura N° 1. Perfiles de vegetación por sector horizontal

Tras llevar a cabo los perfiles de vegetación se pudo desestimar signos de deshidratación, encontrando que las plantas presentan patologías asociadas a organismos parásitos que afectan específicamente las hojas.

De este primer dato se obtiene que una de las plagas que afecta las plantas de la escuela (especialmente los ficus) es la mosca blanca del cocotero de la familia de los Aleuródidos (Cuellar y Morales, 2006), insectos homópteros conocidos en la región como moscas o mosquitas blancas y la otra son los piojitos del ficus o trips (Weeping Fig Thrips - *Gynaikothrips Uzeli*) (Aguirre et al., 2013) (Figura N° 2).

Mosquita blanca del cocotero (*Aleurodicus* sp.)

Trips o piojitos del ficus (Weeping Fig Thrips - *Gynaikothrips Uzeli*)



Figura N° 2. Parásitos encontrados en el envés de las hojas de árboles de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz.



De este análisis también se obtuvo que la melaza que se desprende de esta especie es lo que da el color característico blanco que presenta el envés de las hojas y, como producto de la inhalación, esta melaza entra por los orificios olfativos causando alergias en ciertas personas de la comunidad educativa.

Paralelamente se descartaron alteraciones del pH del suelo, esto tras determinar que todas las muestras de tierra analizadas obtuvieron un rango 6-7. Lo cual es

indicador de un suelo en buenas condiciones en términos de potencial de Hidrógeno.

Paralelamente a ello se encuentra que las plantas de aloe vera y pino presente en la escuela no muestran signos alguno de infección a pesar de encontrarse cerca de las infectadas.

Mediante los perfiles de vegetación fue posible recolectar datos detallados en la siguiente tabla:

Especie	Foto	N°	% En relación a la muestra	Cantidad Contaminada	% Contaminación	Zona Contaminada	N° de plagas	Tipo de Plaga
Palmeras		4	11,4	1	25	Parte inferior de las hojas	1	Mosca Blanca
<i>Ficus benjamina</i>		4	11,4	4	80	Parte inferior de las hojas	2	Mosca Piojillo del Ficus
Aloe		12	34,3	0	0	No aplica	No aplica	No aplica
Guanabano		1	2,8	1	40	Parte inferior de las hojas	2	Mosca Blanca
Mango		2	5,7	2	30	Parte inferior y superior de las hojas	1	Mosca Blanca
Pino		1	2,8	0	0	No aplica	No aplica	No aplica
Rosal		1	2,8	1	60	Parte inferior hojas	1	Mosca
Chañar		5	14,3	0	30	Parte superior hojas	1	Mosca Blanca
Laureles		4	11,4	4	20	Parte inferior hojas	1	Mosca Blanca

Tabla N° 1. Inventario de las plantas en la escuela Darío Salas Díaz



Con respecto al conteo de las ninfas vivas en el bioensayo se obtienen los siguientes datos en términos de días por cada tratamiento:

Días	Tratamiento (Número de ninfas vivas)			
	Control	Vetiver	Aloe	Pino
1	200	200	200	200
2	177	141	30	138
3	135	91	3	107
4	102	64	0	27
5	73	50	0	9
6	55	36	0	0
7	34	1	0	0

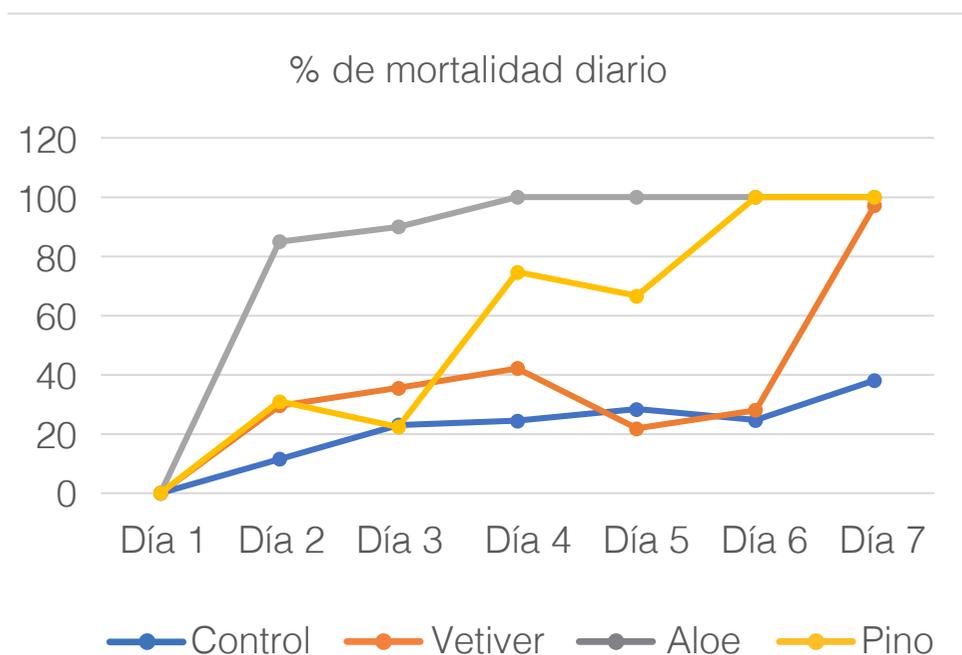
Tabla N° 2. Cantidad de ninfas vivas por días en cada tratamiento

Los cálculos de porcentaje de mortalidad total arrojaron los siguientes resultados:

Tratamiento	% de mortalidad
Control	83%
Vetiver	99,5%
Aloe	100%
Pino	100%

Tabla N° 3. Porcentaje de mortalidad por tratamiento

Los resultados expuestos nos muestran como los extractos de base natural permiten controlar la presencia de la mosca blanca en árboles de ficus de manera *in vitro*, claramente el preparado a base de aloe resulta ser el más eficaz y eficiente para el control de esta plaga, su acción biocida se muestra a partir del segundo día con una amplia mortalidad en comparación a los otros dos extractos utilizados, si bien en los ensayos no se utilizó productos químicos para comparar la efectividad de los extractos naturales, desde nuestra visión y experiencia de nuestros padres como agricultores siempre es mejor la utilización de productos de origen natural que de los químicos, estos resultan ser más amigables con el entorno y los que manipulan las sustancias. También podemos agregar por conocimientos ancestrales que hemos recibido de nuestros padres los cuales mencionan que esta planta ha servido para nuestra comunidad para desinfectar heridas y cicatrizantes por lo cual nosotros pensamos que en su composición debe poseer elementos que ayudan a eliminar plagas, lo que nos queda determinar es si este agente natural y biocida está en su epidermis, líquido yodado o en su gel, como también la aplicación en situaciones de campo.



Gráfica N° 1. Porcentaje de mortalidad por tratamiento



## Conclusión

Tras el estudio se concluye que son dos los parásitos que afectan principalmente las plantas de la Escuela Darío Salas Díaz, los piojitos del *Ficus benjamina* (Weeping Fig Thrips - *Gynaikothrips Uzeli*) y la mosquita blanca del cocotero (*Aleurodicus* sp.), siendo esta última la responsable de las alergias manifestadas por algunos integrantes de la comunidad educativa, esto producto de la melaza producida por algunos estadios de los insectos. La evaluación del efecto insecticida en los tres extractos naturales a base de aloe, pino y vetiver para el control poblacional de las ninfas de mosquita blanca, *Aleurodicus* sp. (Hemíptera: Aleyrodidae) *in vitro* presentes en plantas de ficus de la Escuela Darío Salas Díaz del Valle de Azapa, Arica-Chile concluye que el extracto de aloe fue el que produjo una mayor eficacia y eficiencia con respecto a los demás tratamientos en el control de la población del parásito, esto sin afectar en términos de calidad a la misma hoja.

## Bibliografía

Abad G, Piedra A. 2011. Obtención de extractos vegetales por arrastre de vapor como agente para control de plagas en cultivos hortícolas. Tesis, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Aguirre LA, Miranda MA, Urías MA, Orona F, Almeyda IH, Johansen R, Tucuch M. 2013. Especies de trips (Thysanoptera) en mango, fluctuación y abundancia. Revista Colombiana de Entomología 39: 9 - 12.

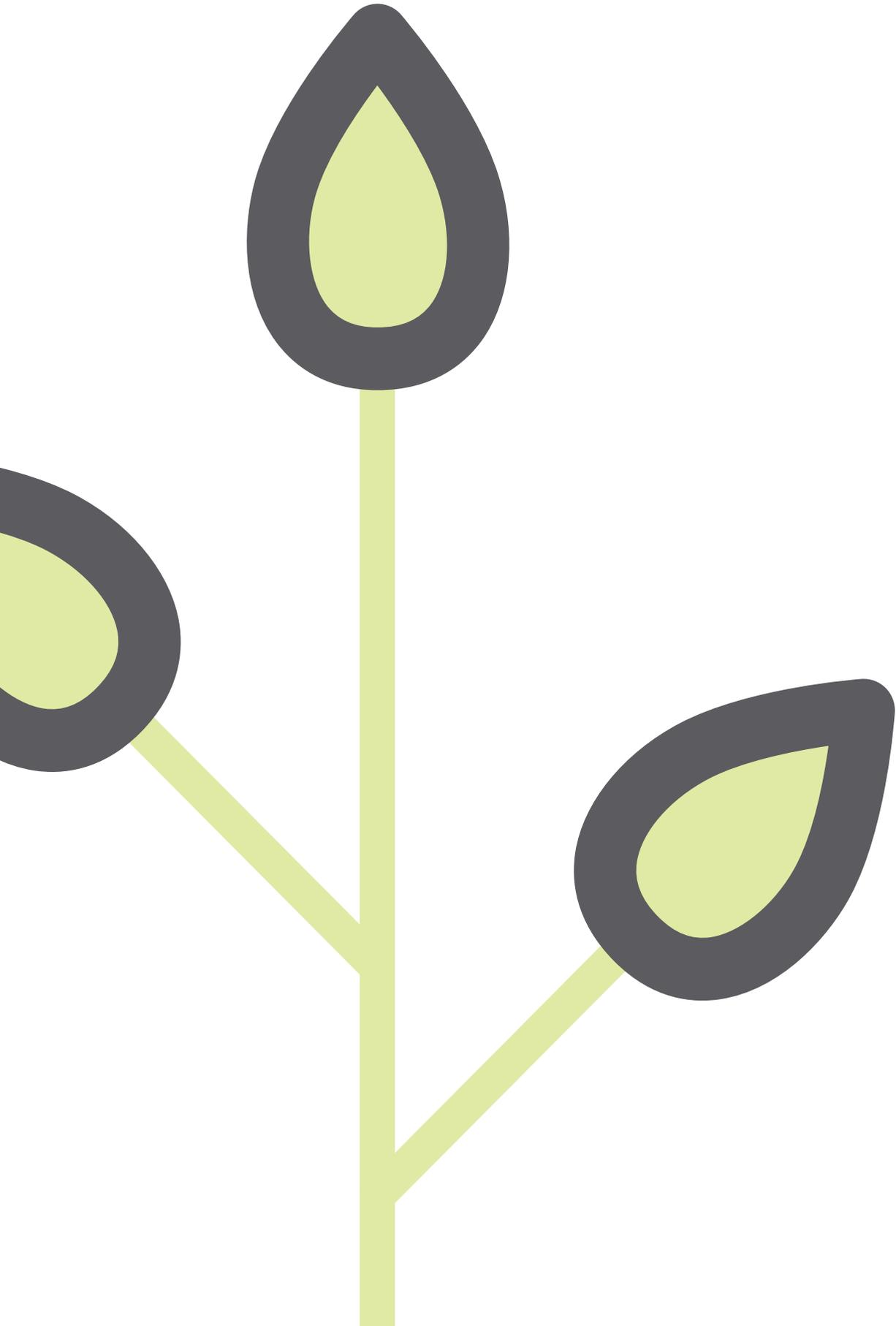
Cuéllar ME, Morales FJ. 2006. La mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) como plaga y vectora de virus en frijol común (Phaseolus vulgaris L. Revista Colombiana de Entomología 32: 1-9.

Ra-Pal. 2021. Red de Acción en plaguicidas y sus alternativas para América Latina. <https://rap-al.org>

Rosales M, Medina C, Brown J, Sepulveda G, Sepulveda P. 2011. Mosquitas blancas como vectores de virus en tomate en la Región de Arica y Parinacota. Boletín INIA N° 224. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/7419>

SAG (Servicio Agrícola y Ganadero). 2004. Vigilancia fitosanitaria Aleurodicus sp. cercano a A. cocois. Informativo Fitosanitario N° 7 (Chile).





# AMENAZAS DEL PILPILÉN EN LA DESEMBOCADURA DEL RÍO MAIPO EN LA PROVINCIA DE SAN ANTONIO, CHILE

## THREATS OF THE PILPILÉN IN THE MUTE OF THE MAIPO RIVER IN THE PROVINCE OF SAN ANTONIO, CHILE

Alan Oliveros • Brayan Vidal • Fernanda Osorio • Constanza Pichuntru • Manuel Pinochet • Yehiko Aular  
 Profesor Guía: Pablo Malhue-Campusano  
 Instituto Comercial Marítimo Pacífico Sur, San Antonio  
 Asesor Científico: Sharon Montecino  
 Evaluador: Manuel Azócar

### Resumen

El Pilpilén común (*Haematopus palliatus*) es un ave residente que nidifica en las dunas litorales primarias de la desembocadura del río Maipo. Para dilucidar si esta especie está amenazada, entre los meses de octubre del 2018 y abril del 2019 se realizaron muestreos de individuos, parejas y grupos, acompañados de la búsqueda de nidaciones, relaciones intraespecíficas, interespecíficas y evidencias antropogénicas que afectan a la especie. Los resultados muestran que el Pilpilén no logró reproducirse en el periodo 2018-2019, a pesar de establecer parejas territoriales. Fue frecuente visualizar fecas de ganado, presencia de humanos, perros y residuos sólidos en el hábitat. Por otro lado, las dunas litorales se han reducido un 50,8% desde el 2006 debido al avance de la línea costera atribuible al Cambio Climático. Por lo anterior, se considera relevante la implementación de planes de recuperación del hábitat del Pilpilén y otras aves playeras en la desembocadura del río Maipo, lugar que suma como amenaza los planes de expansión portuaria.

**Palabras claves:** Aves nativas; Conservación de la diversidad; Aves de rapiña; Pilpilén; San Antonio.

### Abstract

The Common Pilpilén (*Haematopus palliatus*) is a resident bird that nests in the primary littoral dunes at the mouth of the Maipo River. To determine if this species is threatened, in the months of October 2018 to April 2019, samples of individuals, pairs and groups were carried out, accompanied by the search for nests, intraspecific and interspecific relationships and anthropogenic evidence that affect the species. The results show that the Pilpilén failed to reproduce in the 2018-2019 period, despite establishing territorial pairs. It was common to see cattle feces, the presence of humans, dogs and solid waste in the habitat. On the other hand, the coastal dunes have been reduced by 50.8% since 2006 due to the advance of the coastline attributable to Climate Change. Therefore, the implementation of recovery plans for the Pilpilén habitat and other shorebirds at the mouth of the Maipo River is considered relevant, a place that adds as a threat to port expansion plans.

**Keywords:** Native birds; Conservation of diversity; Prey birds; Pilpilén; San Antonio.

El Proyecto participó en:

\* Congreso Provincial Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2019, PAR Explora de CONICYT Valparaíso.



# Introducción

Los humedales son ecosistemas que proveen de beneficios y servicios ecosistémicos fundamentales para la humanidad (Donoso y Flores, 2018), tales como soporte debido a su alta productividad primaria; aprovisionamiento de materias orgánicas; y regulación de procesos actuando como filtros naturales. También son considerados servicios ecosistémicos culturales al ser recurso para la educación, turismo, goce y disfrute existencial y estético (WCS Chile, 2019).

Se estima a nivel mundial una reducción del 62% de los humedales costeros desde el año 1900 (Davidson, 2014). Según la información validada por el Ministerio de Medio Ambiente (2019), Chile cuenta con un total de 4.507.264 hectáreas de humedales, equivalentes al 5.9% del territorio chileno, donde la Región de Valparaíso posee el 0.16% a nivel nacional (Donoso y Flores, 2018).

Entre los humedales de la Región de Valparaíso, la desembocadura del río Maipo ha tenido una creciente atención para la ciudadanía debido a su historia prehispánica (Falabella y Planella, 1980), memoria en derechos humanos, biodiversidad (Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras, 2021) y conflictos socioambientales (Lillo, 2018). Según BirdLife International (2019) el Humedal del río Maipo posee un área de 400 hectáreas (160 ha de costa supramareal y 240 ha de humedal tierra adentro), entre las comunas de Santo Domingo y San Antonio, incorporando la playa y las lagunas de Lollole.

El año 2002 la Ilustre Municipalidad de Santo Domingo creó, mediante un decreto municipal, el Parque de la Naturaleza Humedal Río Maipo. En el año 2018, se entregaron en comodato por 10 años 33,36 hectáreas del humedal a la Fundación Cosmos, la que administra y gestiona dicho lugar. En 2019 el parque fue incorporado en el Plan Nacional de Protección de Humedales del MMA y de forma reciente se declaró bajo la figura oficial de Santuario de la Naturaleza (Parque Humedal Río Maipo, 2021).

La importancia biológica del Humedal Río Maipo se relaciona con la variedad de hábitats que presenta tales como vegas, pajonales, pantanos, lagunas, playas y dunas (García-Walther *et al.*, 2017). Este lugar es considerado desde el 2014 un Área Importante para la Conservación de Aves [AICA] o [IBA], debido a la existencia significativa de especies en riesgo y a las presiones y amenazas antrópicas existentes (BirdLife International, 2019). El 2015, se declara al humedal «Sitio de Importancia Regional» para la Red Hemisférica de Reservas para Aves Playeras (2021), por albergar más del 1% de la población biogeográfica de dos especies: el Zarapito (*Numenius phaeopus*) y el Pilpilén común (*Haematopus palliatus*). A la vez, también es considerado sitio estratégico para la conservación de las aves playeras de la Ruta Migratoria del Pacífico de las Américas (Senner *et al.*, 2017).

En relación con el Pilpilén común, es una especie residente con conducta monógama que habita en bordes



costeros, donde se alimenta principalmente de moluscos y artrópodos acuáticos. Suele descansar sobre la línea de dunas y poner sus huevos en zonas arenosas. Son capaces de incubar cerca del tercer y cuarto año de vida (Clay, 2002), pudiendo nidificar más de una vez en temporada de reproducción (Aguirre, 1997). El periodo de incubación dura aproximadamente un mes, los polluelos son dependientes de los adultos durante alrededor de treinta y cinco días. Las aves más jóvenes a menudo pasan uno o más años lejos de su área natal antes de regresar (All About Birds, 2019). La longevidad promedio de esta ave es de 13.7 años, aunque existen registros de congéneres con más de 23 años (IUCN, 2019).

Las actividades antrópicas suponen una fuerte amenaza para el éxito reproductivo del Pilpilén (Martínez-Piña y González-Cifuentes, 2017; García-Walther *et al.*, 2017; Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, 2021). Un ejemplo geográficamente cercano es el trabajo de Aguirre (1997) en dunas costeras de Algarrobo, donde mostró que, a pesar de que el Pilpilén común era la especie con mayor nidificación (doce parejas formaron 48 nidos y 102 huevos en los meses de noviembre a enero de 1995-1996), solo una pareja logró completar la nidada y tener una cría. El autor determinó tres causas principales de la pérdida de nidadas: robo de huevos, pisoteo de nidos por vehículos y depredación por perros.

El humano no es la única amenaza que afecta la sobrevivencia del Pilpilén en esta importante desembocadura: las interacciones intraespecíficas (competencia), interespecíficas (depredación) y fenómenos de la naturaleza que modifican su hábitat como tsunamis, erosión de playas, fuertes marejadas y eventuales crecidas del río Maipo, son variables naturales no estudiadas para esta especie en el humedal.

García-Walther *et al.* (2017) posiciona al Pilpilén como una especie numerosa en la desembocadura del río Maipo, con una población de 262 individuos equivalentes al 4,3% de la abundancia existente entre las regiones de Valparaíso y el Bío-Bío, condiciendo esto a los motivos de ser el área nominada sitio RHRAP. Sin embargo, los censos realizados por la Academia Científica Escolar Yecos del INCO en noviembre 2017 y octubre del 2018 publicados en eBird (2019), no superan los 30 ejemplares avistados.

Aparte de las acciones antropogénicas, las aves playeras están en riesgo global producto de los cambios del borde litoral causados por el aumento del nivel del mar que genera pérdida de hábitat. Lo anterior es

atribuible al cambio climático, donde se prevé que el 90% de las aves playeras experimentará un aumento en el riesgo de extinción, entre ellas el Pilpilén está en la nómina (Galbraith *et al.*, 2014).

Dado la poca cantidad de pilpilenes observados en terreno y al efecto que podrían generar las acciones humanas y la naturaleza, la pregunta de investigación es: ¿las parejas de pilpilenes completan exitosamente la nidada en las dunas del humedal Río Maipo, a pesar de las amenazas antrópicas y naturales existentes?

## Hipótesis

El éxito reproductivo de *Haematopus palliatus* en el Parque Humedal Río Maipo será mínimo debido a las constantes amenazas antrópicas y naturales existentes en su hábitat dunario costero, el cual es, además, reducido por efectos del cambio climático.

## Objetivo general

El objetivo general es realizar un seguimiento de la nidificación en parejas de *Haematopus palliatus*, identificando las amenazas antrópicas y naturales a las que se expone su hábitat dunario en el Parque de la Naturaleza Humedal Río Maipo de la comuna de Santo Domingo.

## Objetivos específicos

- Georreferenciar y localizar el hábitat de refugio y parejas nidificantes de *Haematopus palliatus* entre los meses de octubre del 2018 y abril 2019, en las dunas del Parque de la Naturaleza Humedal Río Maipo.
- Identificar amenazas antrópicas y naturales que afecten el hábitat y nidificación de *Haematopus palliatus* en el área estudiada y alrededores, en años anteriores y durante el monitoreo de la especie.
- Analizar las amenazas antrópicas, naturales y el área del hábitat reproductivo, con la abundancia y reclutamiento de *Haematopus palliatus* según información registrada en terrenos y datos históricos.

## Metodología

El presente trabajo se realizó entre los meses de octubre del 2018 y abril del 2019 en la flecha litoral sur de



la desembocadura del río Maipo (comuna de Santo Domingo), ubicada en 33°37'6.96"S y 71°37'45.55"O. Se sabe que en época reproductiva los pilpilenes nidifican en sitios abiertos con escasa vegetación cerca de la línea de costa (Lauro & Burger, 1989). El lugar

seleccionado para el muestreo cumple con dichas características e incorpora la experiencia de observaciones previas de los autores del presente trabajo (Figura N° 1).

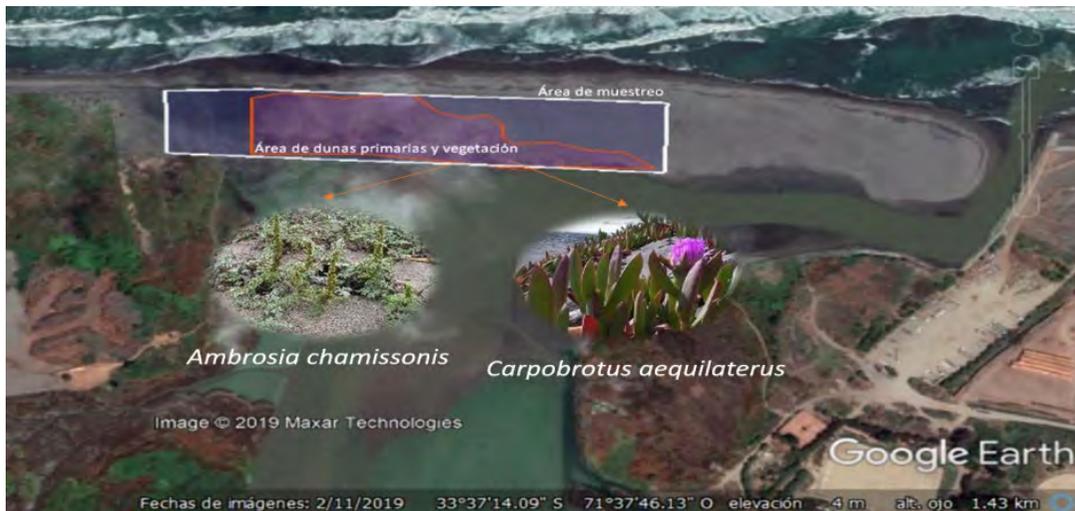


Figura N° 1. Área de muestreo, correspondiente a la flecha litoral sur del río Maipo (borde blanco), accesible por Santo Domingo con parche de duna primaria con vegetación (borde naranja).

El área de muestreo corresponde a una zona de 6.77 hectáreas de dunas primarias no superiores a tres metros, y parches de vegetación con dominancia de quinchihue (*Ambrosia chamissonis*) y docas (*Carpobrotus aequilaterus*). Mirando hacia el estuario (Este), la vegetación dominante cambia a brea (*Tessaria absinthioides*). Se dejó una porción de la flecha litoral sin muestrear (hacia el Norte), por no poseer dunas y concentrar una gran cantidad de otras aves playeras residentes y migratorias.

Cada visita a terreno comenzó aproximadamente al medio día, buscando individuos, parejas, grupos y nidos. El área se recorrió mediante transectos zigzagantes, manteniendo una distancia de 13 metros de avistamiento entre los observadores y con plena atención al sustrato y eventual hallazgo de nidos. Se trabajó en grupos de mínimo tres observadores (máximo siete), quienes observaron y registraron la actividad intraespecífica e interespecífica en el sector, utilizando prismáticos National Geographic 8x21 y una cámara fotográfica Canon Eos Rebel T6 con objetivo Tamron SP 150-600mm.

Cada individuo, pareja y agrupación de pilpilenes fue cuantificado y georreferenciado dentro de un rango de 1 m a 13 m del punto localizado. La toma de datos fue realizada por uno de los observadores utilizando un

dispositivo smartphone de alta gama que incluyera GPS con soporte A-GPS.

Con la finalidad de comparar los resultados del presente trabajo con conteos de años anteriores, se calculó el promedio de los nueve conteos máximos de pilpilenes entre los años 2008 y 2018 de la zona denominada "desembocadura del río Maipo" (se descartó el conteo más alto para el cálculo de cada promedio anual). Los datos se hallaron almacenados en eBird (2019) y fueron facilitados por la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Toda la información recopilada en salidas a terreno de la presente investigación se incorporó a la plataforma eBird para el uso público de los datos.

Para evaluar la vulnerabilidad de la especie dentro de su propio hábitat, en cada salida a terreno se registró de manera cualitativa las perturbaciones y/o amenazas antrópicas dentro del área estudiada.

Cambios en la geografía litoral de la desembocadura del río Maipo y sus proyecciones fueron considerados relevantes para la identificación de amenazas para la especie. Mediante la plataforma Google Maps® se construyeron polígonos correspondientes a las áreas de dunas primarias litorales existentes en el año 2006 y 2018.



Finalmente, se relacionó el éxito reproductivo del Pilpilén común y su esperanza de vida con las evidencias registradas en terrenos y análisis bibliográfico de la zona perteneciente al área estudiada.

## Resultados y discusión

En las 8 salidas a terreno no se observaron nidos, huevos viables, polluelos ni juveniles de *Haematopus palliatus*

(Tabla N° 2). Todos los registros del presente trabajo corresponden a observaciones de 286 adultos (parejas, individuos y agrupaciones), resumidas en la Figura N° 4.

Códigos de actividad. Ca: Comportamiento alterado; N: Visita a probable sitio de nido; C: Cortejo despliegue o cópula; P: pareja en hábitat apropiado. I1: Agresión intraespecífica; I2 Agresión interespecífica.

Año	Fecha	Población	Parejas	Individuos Agrupados	Individuos	Códigos de Actividad
2018	15 de octubre	30	6	18	0	CA, N, C, P, I1, I2
	26 de noviembre	38	8	22	0	CA,C,P
	23 de diciembre	38	7	24	0	CA,C,P
2019	20 de enero	32	7	16	2	CA,C,P,I1
	31 de enero	42	11	16	4	CA,C,P,I1
	23 de febrero	51	7	35	2	C,P, I1, I2
	18 de marzo	34	1	33	0	P
	1 de abril	21	3	15	0	P
	Promedio	35,9	6,3	22,4	1	

Tabla N° 1. Población y actividad de *Haematopus palliatus* observada en prospecciones realizadas entre la primavera del 2018 y otoño del 2019 en dunas primarias de la desembocadura del río Maipo.



Figura N° 2. Ubicación de pilpilenes en prospecciones realizadas entre la primavera del 2018 y otoño del 2019 en dunas primarias de la desembocadura del río (en un punto puede haber más de un dato).



En todos los muestreos se observó agrupamiento de pilpilenes machos y hembras en un mismo sector del área estudiada, el cual se halló ubicado tras las dunas y colindando con el borde del estuario (Figura N° 3A).

El día 23 de diciembre se encontró un huevo de Pilpilén con dos perforaciones (Figura N° 3B).

Se observó conducta agresiva intraespecífica en tres ocasiones (Tabla N° 2) y despliegue agresivo hacia individuos de Gaviota dominicana (*Larus dominicanus*).

El ave rapaz Tiuque (*Milvago chimango*) siempre fue visto dentro del área de muestreo, alejado de los pilpilenes. Durante todas las observaciones se vio a las parejas de Pilpilén compartir hábitat con poblaciones de Zarapito común (*Numenius phaeopus*).

Respecto al análisis de datos para el contraste de los nuevos resultados, el promedio de las máximas frecuencias evidencia un importante declive de la población en los últimos once años (Figura N° 4).



Figura N° 3. A: Agrupación de pilpilenes (enero, 2019). B: lugar del único huevo de Pilpilén encontrado en el estudio (diciembre, 2018). Fotos: @YecosdelINCO.

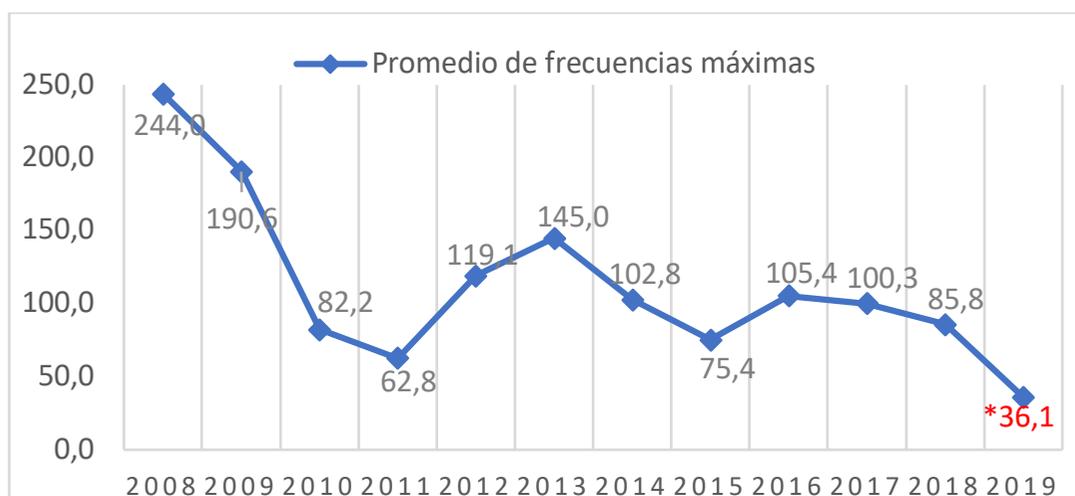


Figura N° 4. Promedio de frecuencias máximas de *Haematopus palliatus* en la desembocadura del río Maipo entre los años 2008 y 2019. \*Valor obtenido de datos hasta el 1 de abril para el año 2019. Cálculo realizado mediante el análisis de base de datos de eBird y comparado con los obtenidos en terreno.



Las perturbaciones antrópicas observadas en el área de estudio se resumen en la Tabla N° 2.

Los polígonos de proyección de hábitat construidos en relación con las dunas litorales existentes el año 2006 y 2018 se representan a continuación en la Figura N° 5.

Cabe en el presente estudio señalar que, al lado norte de la desembocadura, se construirá el Puerto Exterior de San Antonio, donde el trabajo de Arriagada (2005) prevé una “ruptura al sistema en general” debido a la transmutación de componentes del estuario (Figura N° 6).

Perturbación	15-oct	26-nov	23-dic	20-ene	31-ene	23-feb	18-mar	01-abr	% Permanencia
Residuos sólidos domiciliarios	x	x	x	x	x	x	x	X	100
Ganado (heces)	x	x	x	x	x	x	x	X	100
Humanos (en dunas)	x	x	x	x	x	x	x	X	100
Perros domésticos	x	x	x	x	x	x		X	87,5
Huellas de automóvil	x	x				x			37,5
Huellas de Bicicleta				x					12,5
Huellas de motos					x				12,5
Deportes (Kitesurf)						x			12,5

Tabla N° 2. Perturbaciones registradas en prospecciones realizadas entre la primavera del 2018 y otoño del 2019 en dunas primarias de la desembocadura del río Maipo.



Figura N° 5. Proyección de hábitat del Pilpilén común en el humedal del río Maipo. A: dunas litorales existentes en el año 2006 (6.38 ha). B: dunas litorales en el año 2019 (3.36 ha), de color naranja, de las cuales 1.63 ha corresponde a la cobertura existente desde el año 2006 (de color rojo en ambos mapas). Los círculos blancos representan la georreferenciación de la especie.



Figura N° 6: Simulación de impactos probables por ampliación del Puerto de San Antonio (Arriagada, 2005).



Según los resultados obtenidos en el área estudiada, los pilpilenes no se reprodujeron de manera exitosa. Lo anterior también confirma un estancamiento de la población estudiada en las dunas, estimando una cantidad de 36.1 individuos para el 2019.

El análisis del promedio de abundancias máximas (Figura N° 4) es menor el 2019 en comparación con los once años anteriores de registro, siendo los resultados actuales muy bajos en contraste a los que se utilizaron para designar la desembocadura del río Maipo como Sitio de Importancia Regional de la RHARP, por ser un hábitat para más del 1% de la población de *H. palliatus*. (García-Walther *et al.*, 2017; BirdLife International, 2019). Es probable que el tsunami del año 2010, que inundó toda la superficie estudiada (Contreras y Winckler, 2013), comprometiera el reclutamiento de nuevas aves en la población de pilpilenes y causara la retirada o muerte de ejemplares (Figura N° 4).

A pesar de que la predación de nidos en aves playeras ha aumentado a nivel global (Kubelka *et al.*, 2018), no se puede establecer una relación directa de la Gaviota dominicana y/o Tiuque con la ausencia de nidos en el hábitat del Pilpilén, en el presente estudio.

Las actividades antrópicas en el lugar estudiado estuvieron presentes en todos los muestreos (Tabla N° 2), siendo considerada una de las causas de la inexistencia de pichones, tal como ocurre con estudios de la especie en lugares de alta afluencia de veraneantes,

como Algarrobo (Aguirre, 1997) y Atacama (Cepeda, 2015). La constante presencia de perros sería una de las perturbaciones más preocupantes, estando relacionada a la ausencia de nidos y/o crías de aves playeras (Maguire, 2018).

El hábitat de dunas primarias litorales del Pilpilén en Santo Domingo ha disminuido un 50.8% desde el 2006 a la fecha (Figura N° 5B). Lo anterior se vincula con la noticia del reciente estudio de “Determinación del riesgo de los impactos del cambio climático en las costas de Chile” (Villalobos, 2019), donde Santo Domingo es el tercer balneario más afectado de las 35 playas analizadas, con un retroceso de 1.73 de la línea de la costa cada año. Se considera importante realizar estudios en otras localidades que comprueben un impacto negativo amplificado en la reducción de hábitat del Pilpilén (y otras aves nidificantes playeras) como consecuencia de los efectos del cambio climático, que comprometan su actual categoría de Especie de Preocupación Menor en la Lista Roja de la IUCN (2019).

Por otro lado, la duna litoral y hábitat de los pilpilenes, que se ubica en la punta de flecha primaria de la desembocadura del río Maipo (Figura N° 2), se considera la zona más susceptible a cambios causados por la naturaleza y la especie humana por efectos de la posible transmutación de componentes del estuario producto de la expansión portuaria que se acerca a la zona adyacente a la desembocadura (Figura N° 6).

## Conclusión

La población de *Haematopus palliatus* censada en los últimos once años es menor a los conteos que clasificaron al humedal río Maipo “Sitio de Importancia Regional” por la RHARP en el año 2015. La esperanza de vida y reclutamiento de la población de pilpilenes durante la primavera del 2018 y verano del 2019 fue igual a 0, debido a la inexistencia de registros de huevos viables y pichones, pese a existir parejas territoriales y con conductas reproductivas. La presencia de humanos fuera de senderos, perros, fecas de ganado y residuos sólidos domiciliarios (RSD) en el hábitat del Pilpilén fueron las amenazas registradas con mayor frecuencia en el área de estudio. Los perros son una preocupante amenaza para el éxito reproductivo del Pilpilén en el área de estudio. Es necesaria mayor evidencia para comprobar depredación de huevos por *Larus dominicanus* (Gaviota dominicana) y/o *Milvago chimango* (Tiuque) en el área de estudio. Se ha reducido un 50,8% el hábitat del Pilpilén desde el año 2006 debido al retroceso de la línea de la costa atribuible al cambio climático. La construcción del Puerto a Gran Escala (a partir de la década del 2020) podría modificar el actual hábitat del Pilpilén debido a la transmutación de componentes del estuario en la punta de flecha litoral de la desembocadura del río Maipo, la cual también es utilizada por otras aves playeras en su área más distal. La hipótesis inicial se considera comprobada según el presente estudio y se proyecta un futuro incierto para el hábitat de Pilpilén, el cual depende de las decisiones humanas



y del proceso de ajuste natural del lugar. Se considera relevante la generación de acciones de manejo que favorezcan la reproducción del Pilpilén en el humedal costero del río Maipo, considerando longevidad promedio del ave (13 años) y capacidad de poner más de una nidada en una temporada.

## Bibliografía

Aguirre J. 1997 Aves nidificantes en las dunas costeras de Algarrobo (Valparaiso - Chile). Boletín Chileno de Ornitología 4: 30-33.

Arriagada J. 2005. Cambios en el sistema estuarial del Maipo y su relación con obras portuarias, Chile Central. Tesis, Universidad de Chile.

All About Birds. 2019. The Cornell Lab of Ornithology. Cornell University.

BirdLife International. 2019. Important bird areas factsheet: Desembocadura del Río Maipo.

Cepeda A. 2015. El efecto del turismo sobre las poblaciones de pilpipén (*Haematopus palliatus*) y su relación con la diversidad de aves de las playas de arena de la Región de Atacama, Chile. Tesis, Universidad de Chile.

Clay R. 2002. Reproductive ecology of the american oystercatcher (*Haematopus palliatus*) in Georgia. Tesis The University of Georgia, USA.

Contreras M, Winckler P. 2013. Pérdidas de vidas, viviendas, infraestructura y embarcaciones por el tsunami del 27 de Febrero de 2010 en la costa central de Chile. Obras y Proyectos 14: 6-19.

Davidson NC. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* 65: 934-941.  
<https://doi.org/10.1071/MF14173>

Donoso J, Flores D. 2018. Plan Nacional de Protección de Humedales 2018-2022. Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.

eBird. 2019. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves [aplicación de internet]. eBird, desembocadura del río Maipo, Chile. <http://www.ebird.org>.

Falabella F, Planella T. 1980. Secuencia cronológico cultural para el sector de desembocadura del río Maipo. *Revista Chilena de Antropología* 3: 87-106.

Galbraith, H., DesRochers, D. W., Brown, S., & Reed, J. M. (2014). Predicting vulnerabilities of North American shorebirds to climate change. *Plos One*  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0108899>

García-Walther J, Senner NR, Norambuena HV, Schmitt F. 2017. Atlas de las aves playeras de Chile: Sitios importantes para su conservación. Universidad Santo Tomás. Santiago, Chile.

IUCN 2019. The IUCN Red List of Threatened Species.

Kubelka V, Šálek M, Tomkovich P, Végvári Z, Freckleton RP, Székely T. 2018. Global pattern of nest predation is disrupted by climate change in shorebirds. *Science* 362: 680-683.  
<https://doi.org/10.1126/science.aat8695>



Lauro B, Burger J. 1989. Nest-site selection of American oystercatchers (*Haematopus palliatus*) in salt marshes. *Auk* 106:185-192.

Lillo S. 2018. Tácticas, estrategias y conflictos en los saberes sociales: el caso de las y los pescadores artesanales de la Caleta Boca del Río Maipo. Tesis, Universidad Alberto Hurtado, Santiago, Chile.

Maguire G. 2018. A review of dog impacts to beach-nesting birds and management solutions. Birdlife Australia.

Martínez-Piña D, Gonzáles-Cifuentes G. 2017. Las aves de Chile. Guía de campo y breve historia natural. Ediciones Naturalista. Santiago, Chile.

Parque Humedal Río Maipo. 2021. Publicaciones. Fundación Cosmos.  
<https://fundacioncosmos.cl/proyectos/humedal-rio-maipo/infraestructura-parque-la-naturaleza>

Red de observadores de aves y vida silvestre de Chile. 2021. Pilpilén Común.  
[http://www.redobservadores.cl/?dslc\\_downloads=pilpilen](http://www.redobservadores.cl/?dslc_downloads=pilpilen)

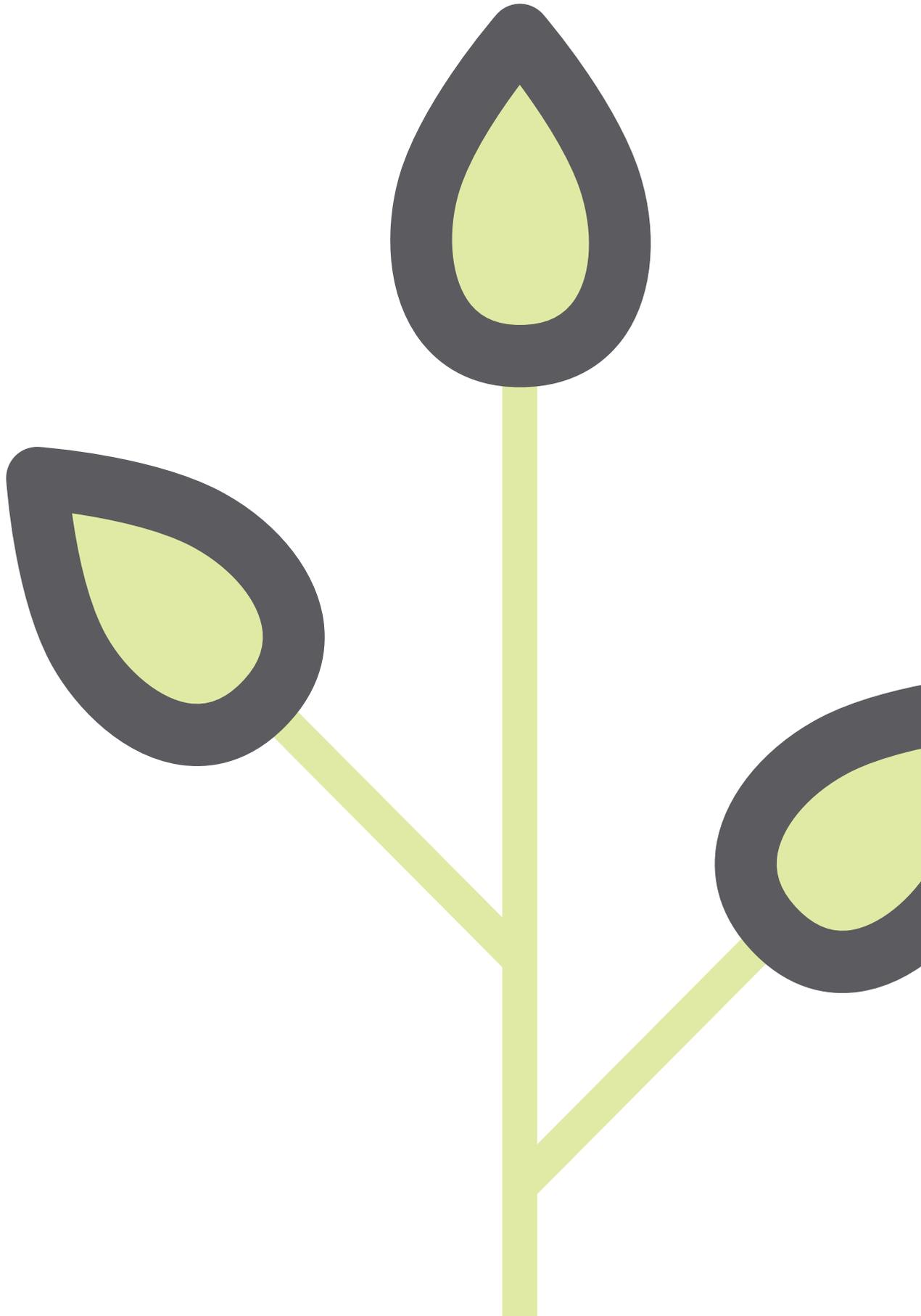
Red Hemisférica de Reservas Para Aves Playeras. 2021. Desembocadura y Estuario del Río Maipo. [https://whsrn.org/es/whsrn\\_sites/desembocadura-y-estuario-del-rio-maipo](https://whsrn.org/es/whsrn_sites/desembocadura-y-estuario-del-rio-maipo)

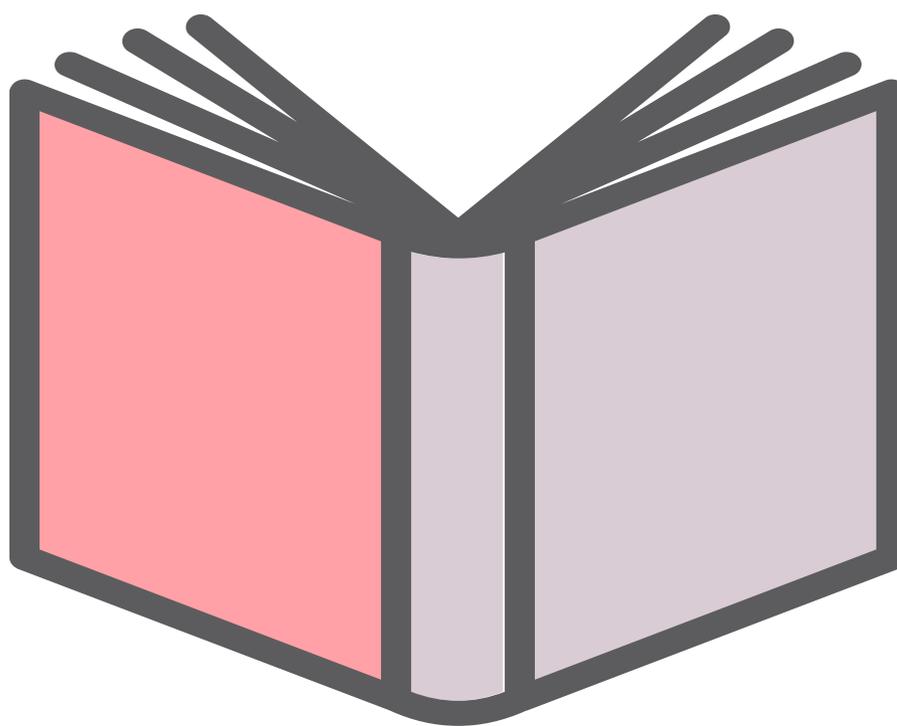
Senner SE, Andres BA, Gates HR. 2017. Estrategia de conservación de las aves playeras de la Ruta del Pacífico de las Americas. National Audubon Society, Nueva York, USA.

Villalobos F. 2019. El 80% de las playas del norte y centro de Chile presentan erosión por cambio climático. Fuente: Emol.com

WCS Chile. 2019. Chile, país de humedales, 40 mil reservas de vida. Libro editado por WCS, Dibam, Santiago de Chile.







**CIENCIAS SOCIALES**

**44**

# ALFABETIZACIÓN ASTRONÓMICA: ¿QUÉ CONOCEN LAS Y LOS ADOLESCENTES DE LA PROVINCIA DE SAN ANTONIO SOBRE LAS GRANDES IDEAS EN ASTRONOMÍA?

ASTRONOMIC LITERACY: WHAT DO ADOLESCENTS OF THE PROVINCE OF SAN ANTONIO KNOW ABOUT THE GREAT IDEAS IN ASTRONOMY?

Mauricio Arancibia • Manuel Pinochet  
 Profesor Guía: Pablo Malhue-Campusano  
 Instituto Comercial Marítimo Pacífico Sur, San Antonio  
 Asesor Científico: Elena López  
 Evaluador: Juan Escrig

## Resumen

Chile es considerado un laboratorio natural para la astronomía debido a las condiciones que otorga el clima y geografía del norte del país. En relación con lo anterior surge la pregunta: ¿Cuánto saben de astronomía los adolescentes de la provincia de San Antonio? Para resolver lo anterior se elaboró una encuesta basada en las Once Grandes Ideas en Astronomía [GIA] elaboradas por miembros de la Unión Internacional de Astronomía. Esta se aplicó a 191 estudiantes de la provincia de San Antonio (15 años promedio de edad). Se preguntó a los encuestados sobre los contextos educativos donde más aprenden sobre el universo más 34 preguntas enfocadas en las GIA. Todos los encuestados declaran aprender de astronomía principalmente en el sistema escolar. Sin embargo, tanto hombres como mujeres poseen un bajo conocimiento sobre estos temas, comprobando la hipótesis de que la alfabetización astronómica de los adolescentes de la comuna de San Antonio es mínima debido a la escasa cobertura en las distintas situaciones educativas (formal, no formal e informal). El género masculino tuvo mayores aciertos, conociendo cuatro GIA (una más que las mujeres) y con un desempeño promedio de aciertos superior (49% en hombres y 43% en mujeres).

**Palabras claves:** Alfabetización Astronómica; Ecuación; Astronomía; Adolescentes; San Antonio

## Abstract

Chile is considered a natural laboratory for astronomy due to the conditions provided by the climate and geography of the north of the country. In relation to the above, the question arises: How much do adolescents in the province of San Antonio know about astronomy? To resolve the above, a survey was prepared based on the Eleven Great Ideas in Astronomy [GIA] prepared by members of the International Union of Astronomy. This was applied to 191 students in the province of San Antonio (average age 15 years). Respondents were asked about the educational contexts where they learn the most about the universe plus 34 questions focused on GIAs. All respondents declare that they learn astronomy mainly in the school system. However, both men and women have low knowledge about these issues, proving the hypothesis that the astronomical literacy of adolescents in the San Antonio commune is minimal due to the scarce coverage in the different educational situations (formal, non-formal and informal). The male gender had higher hits, knowing four GIAs (one more than women) and with an average performance of higher hits (49% in men and 43% in women).

**Keywords:** Astronomical Literacy; Equation; Astronomy; Teenagers; San antonio.

El Proyecto participó en:

\* Congreso Provincial de la Ciencia y la Tecnología 2019. Congreso Astronómico Escolar, 2019.



# Introducción

Chile es un país ideal para el estudio del Universo. Se estima que en poco menos de diez años concentrará el 70% de la capacidad de observación astronómica del mundo (OPCC, 2019). Las condiciones climáticas y geográficas permiten el desarrollo y avances en esta ciencia. La investigación formal astronómica moderna comienza el año 1849 con la instalación del primer observatorio astronómico (en Latinoamérica) a cargo del científico estadounidense James Melville Gillis, en el cerro Santa Lucía, Santiago (Memoria Chilena, 2018); mismo lugar donde las culturas mapuche e inca practicaban la astronomía a ojo desnudo (Contreras *et al*, 2011).

Hoy, contenidos relacionados a la astronomía forman parte del Currículum Nacional (2019). Lo anterior se suma a la disponibilidad de recursos Tecnológicos de la Información y Comunicación (TICs) para aprender sobre distintos temas astronómicos a personas que les interese aprender en cualquier punto del país.

El reciente eclipse solar, ocurrido el 2 de julio del 2019, despertó el interés en la ciudadanía por comprender distintos fenómenos astronómicos. Astrónomos como José Maza, Mario Hamuy y María Teresa Ruiz se han transformado en divulgadores de la ciencia astronómica, siendo los libros relacionados a la astronomía, los textos científicos más vendidos en el país (Montes, 2019).

Si bien San Antonio no es una de las provincias óptimas para la observación astronómica, dispone de un espacio educativo no formal para el aprendizaje del universo con un domo que contiene un telescopio Celestron

tipo Schmidt-Cassegrain de 200 milímetros, ubicado en el Parque de la Ciencia, Santo Domingo, Quinta Región, Chile.

Entendiendo que los contenidos de astronomía son vistos por los adolescentes en sus escuelas, sumando a la existencia de información en distintas plataformas de internet y libros; así también la posibilidad de aprender directamente mediante talleres, nace la siguiente pregunta de investigación:

## **¿Qué saben los adolescentes de la provincia de San Antonio sobre astronomía?**

Para resolver la interrogante planteada, primero se debe considerar el concepto de alfabetización astronómica, la que se define (para este estudio) como los saberes básicos que las personas deben poseer sobre Astronomía para valorar su impacto en la sobrevivencia y desarrollo de la humanidad. Recientemente no existía un consenso sobre qué es lo que significa ser un ciudadano alfabetizado en astronomía. Razón de lo anterior, en el mes de junio del 2019, astrónomos miembros de la Unión Internacional Europea publican las "Grandes Ideas en Astronomía" [GIA], destinado a ser una pauta para educadores y divulgadores científicos (Retre *et al*, 2019).

Dada la reciente publicación de las once GIA, aún no existen trabajos en revistas indexadas asociadas a la evaluación de estas ideas en su conjunto. A pesar de aquello, existen propuestas de un marco de progresión para el aprendizaje de astronomía (Plummer y Krajcik, 2010)



y revisiones de las GIA de manera separada, donde Lelliott y Rollnick (2009) concluyen que las concepciones de la Tierra y el ciclo día-noche son relativamente bien entendidas, especialmente por los estudiantes de Estados Unidos, mientras que las fases de la Luna, las estaciones y la gravedad son conceptos que la mayoría de las personas encuentran difíciles de entender y explicar.

Se considera que la comunicación y contextos educativos son herramientas para promover la Alfabetización Astronómica. Estos se categorizan según Aguirre y Vásquez (2004) en: formal (impartida en instituciones de carácter curricular), no formal (de carácter extracurricular) e informal (aprendizaje al “azar” que se da entre personas y persona-ambiente).

Con respecto a la Educación formal, las Bases Curriculares de Ciencias Naturales de primer y segundo ciclo escolar (2015 y 2018) promueven la comprensión de las ocho Grandes Ideas de la Ciencia, siendo dos de ellas referentes al universo (GI5: Todo material del Universo está compuesto de partículas muy pequeñas. GI6: La cantidad de energía en el Universo permanece constante). Estas grandes ideas están presentes en todos los ejes de las asignaturas de Ciencias Naturales y es una orientación para abarcar un espectro amplio de conocimientos mediante una visión integrada.

Un análisis de la asignatura de Ciencias Naturales, de primero básico a cuarto medio, permite visualizar en la Tabla N° 1 que, de los doce años de educación obligatoria, en cinco años (seis en establecimientos Científicos Humanistas) se trabajan temas relacionados a la Astronomía. También hay una ausencia de cinco años consecutivos de temas astronómicos en la escuela y una concentración de las GIA en primero medio (interpolación elaborada para el presente trabajo).

En el plano no formal de la educación, en la Provincia de San Antonio existe solo una institución no escolar que promueve de forma permanente el aprendizaje del universo: El Parque de la Ciencia. Por otro lado, el Centro Cultural de San Antonio (2019), de manera aislada ha gestionado contribuciones a la Alfabetización Astronómica local: en un solo día, un mínimo de 2000 personas asistió a las charlas “Somos polvo de estrellas” y “Marte: la próxima frontera” del astrónomo y divulgador científico José Maza, llegando al 2.7% de la población mayor de 14 años de la comuna (valor calculado en el Reporte Estadístico Comunal, 2017). La misma institución también dispone de un catálogo con textos relacionados a la astronomía a disposición de los establecimientos escolares de la provincia.

En relación con la educación informal sobre astronomía, las conversaciones en torno al tema pueden proporcionar saberes correctos o incorrectos respecto al tema. Un ejemplo de este último (y muy divulgado en Latinoamérica) es la creencia tradicional de peligro de una mujer embarazada si se expone directamente a un eclipse de Sol, o la Luna llena (Castro, 1995).

El único trabajo de Alfabetización Astronómica en Chile es la investigación de Vernal (2015), que se basa en la opinión de 27 expertos de astronomía y periodistas, concluyendo que la alfabetización astronómica en la región de Antofagasta es baja debido a una escasa cobertura por parte de los medios de comunicación; atribuyendo entonces la falta de conocimiento del tema al contexto educativo informal.

Se considera que en la educación formal los temas astronómicos están segregados y aislados, afectando los saberes sobre las GIA en los adolescentes. Si bien existen iniciativas no formales para el aprendizaje del universo (de gran cobertura local), estas no son per-

Ciclo Escolar	Curso	Nombre de la unidad	GIA
Primer Ciclo	1 Básico	El Sol y Nuestro Planeta	2,3
	2 Básico	El Tiempo Atmosférico	2,5,6
	3 Básico	La tierra y el Universo	7
	4 Básico	-	-
	5 Básico	-	-
	6 Básico	-	-
Segundo Ciclo	7 Básico	-	-
	8 Básico	-	-
	1 Medio (Física)	El Universo y Sus Estructuras	1,4,5,6,8,9,10
Educación Media Científico Humanista	2 Medio (Física)	Universo	1,5,6
	3 Medio (Física)	-	-
	4 Medio (Física)	Tierra y Universo	5,10,11

Tabla N° 1. Contenidos relacionados al estudio del universo y asociación a las Grandes Ideas en Astronomía (Retrê *et al.*, 2019) presentes en la asignatura de Ciencias Naturales de la educación escolar 2019. Elaboración propia. Fuente: Ministerio de Educación (2019). Currículum Nacional Gobierno de Chile.



manentes. Finalmente, la educación informal es susceptible a los intereses propios de las personas y a los fenómenos astronómicos que despiertan la atención de los medios de comunicación.

## Hipótesis

La alfabetización astronómica de los adolescentes de la comuna de San Antonio será mínima debido a la escasa cobertura en las distintas situaciones educativas (formal, no formal e informal).

## Objetivo general

Medir el grado de Alfabetización Astronómica de los adolescentes de la provincia de San Antonio mediante la creación y aplicación de un cuestionario basado en la reciente publicación "Big Ideas in Astronomy. A Proposed Definition of Astronomy Literacy".

## Objetivos específicos

- Elaborar y aplicar en adolescentes de la provincia de San Antonio un cuestionario online de Alfabetización Astronómica que mida el conocimiento de las Grandes Ideas en Astronomía.
- Analizar las respuestas del cuestionario de Alfabetización Astronómica, identificando los principales contextos educativos implicados en la adquisición de conocimientos de astronomía.

## Metodología

El estudio se realizó en el Instituto Comercial Marítimo Pacífico Sur de San Antonio, establecimiento de edu-

cación media técnico profesional, de dependencia municipal. Dicho establecimiento recibe todos los años adolescentes provenientes de 53 centros escolares de la provincia distribuidos en siete primeros medios.

Para conocer la Alfabetización Astronómica de los y las estudiantes se utilizó como referente las once Grandes ideas en Astronomía utilizando como herramienta de estudio un cuestionario de Alfabetización Astronómica que contiene dos preguntas iniciales que permiten identificar el contexto de aprendizaje que más influye en los encuestados (mediante casillas de verificación) y consciencia sobre la astronomía (pregunta abierta). Una segunda parte del cuestionario cuenta con 34 preguntas de selección múltiple asociadas a las once GIA (Tabla N° 2).

El cuestionario se aplicó en la primera semana de agosto del 2019 a 191 estudiantes de primero y segundo medio del establecimiento escolar. El tiempo de respuesta establecido fue de 30 minutos.

Para la recopilación de datos se utilizó la plataforma de encuestas SurveyMonkey (2019). El análisis se hizo con el software Microsoft Excel (2016).

En la pregunta de desarrollo, se compiló las palabras y frases frecuentes para ser analizadas respecto al total de respuestas y resumidas en un gráfico circular. Las respuestas a las preguntas de selección múltiple se ponderaron en función a las correctas respecto al total perteneciente a cada GIA.

El grupo de trabajo estableció que una GIA era bien conocida cuando esta obtenía valores mayores al 51% de respuestas acertadas respecto al total. Para evitar la práctica del azar en las respuestas del cuestionario, se eliminaron todas las puntuaciones inferiores al 20% de acierto y respondidas en menos de 10 minutos.

Gran Idea en Astronomía	Preguntas	Puntaje
1) La Astronomía es una de las más antiguas ciencias de la historia humana.	1, 2 y 3	4
2) Los fenómenos astronómicos pueden ser experimentados en nuestra vida diaria.	4, 5 y 6	5
3) El cielo nocturno es rico y dinámico.	7, 8 y 9	3
4) Astronomía es una ciencia que estudia los cuerpos celestes y fenómenos del universo.	10, 11 y 12	3
5) La astronomía se beneficia y estimula del desarrollo tecnológico.	13, 14 y 15	3
6) La cosmología es la ciencia que explora el universo como un todo.	16, 17, 18 y 34	4
7) Todos vivimos en un pequeño planeta dentro del sistema solar.	19, 20 y 21	3
8) Estamos todos hechos de polvo de estrellas.	33, 23 y 24	3
9) Hay cientos de billones de galaxias en el universo.	25, 26 y 27	3
10) Podríamos no estar solos en el universo.	28, 29 y 30	3
11) Debemos preservar la tierra, nuestro único hogar en el universo	31, 32 y 33	3
<b>Total</b>	<b>34</b>	<b>37</b>

Tabla N° 2. Ordenamiento de las preguntas del cuestionario de Alfabetización Astronómica asociado a las Grandes Ideas en Astronomía propuestas por Retrê *et al.* (2019).



El análisis de las preguntas sobre las GIA se hizo a nivel de género para identificar posibles diferencias en las respuestas de hombres y mujeres.

## Resultados y discusión

En total se respondieron 176 cuestionarios de Alfabetización Astronómica, 51,14% corresponden a encuestados del género masculino y 48,86% del género femenino, de 15 años promedio. La mayor cantidad de los

estudiantes residen en la comuna de San Antonio (80%), Cartagena (8,39%) y El Tabo (5,16%).

Los rangos de aciertos fluctúan entre un 23% y 82% (72% en mujeres). De los 37 puntos del cuestionario, el promedio de puntuación en varones fue de 20 puntos (14% de desviación estándar) y 17 puntos en mujeres (12% de desviación estándar).

Los resultados de las preguntas de desarrollo se resumen en la Figura N° 1

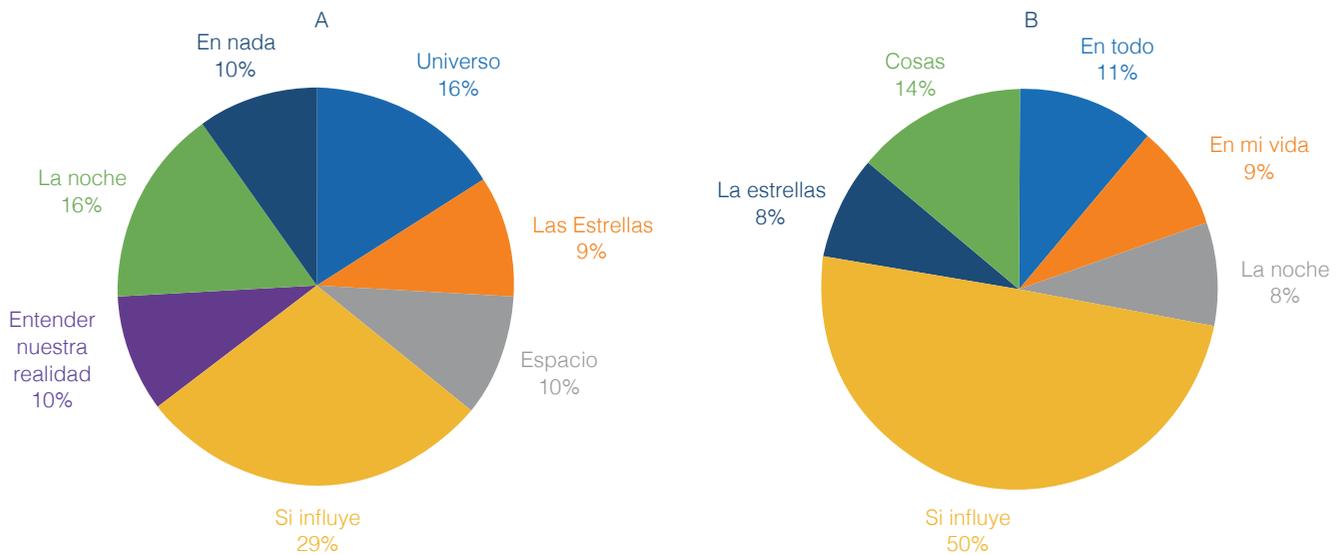


Figura N° 1. Palabras frecuentes dentro de las respuestas de los encuestados a la pregunta "¿Cómo piensas que la astronomía y el universo influye en tu vida cotidiana?". A: hombres. B: mujeres.

La pregunta abierta, relacionada a identificar los contextos de aprendizaje más utilizados para aprender astronomía en los encuestados se muestran en la

Figura N° 2. En la respuesta "Otro", los encuestados agregaron videojuegos y aplicaciones que les permitían aprender sobre astronomía.



Figura N° 2: Porcentaje de respuesta de los encuestados a la pregunta ¿En qué situación has aprendido más de astronomía? selección de máximo dos casillas.



Las preguntas con mayores aciertos (integrando ambos géneros) fueron:

- ¿Qué instrumento es mejor para la observación y estudio del universo? (pregunta 3, 87% de acierto)
- ¿Cómo se produce un eclipse de Sol? (Pregunta 4, 82% de acierto)
- ¿Cuál de las siguientes teorías es la más aceptada en astronomía para explicar el origen del universo? (Pregunta 17, 80% de acierto).

Las preguntas con menos aciertos (integrando ambos géneros) fueron:

- ¿Qué es un exoplaneta? (Pregunta 23, 24% de acierto).
- ¿En cuántas misiones se ha pisado la Luna? (Pregunta 34, 22% de acierto).
- ¿De dónde se originan los agujeros negros? (Pregunta 29, 15% de acierto).

En relación con el número de GIA conocidas por los encuestados, cuatro de las once superaron el 50,1% de aciertos (Figura N° 3).

### Porcentaje de acierto de las preguntas relacionadas a cada gran idea en astronomía

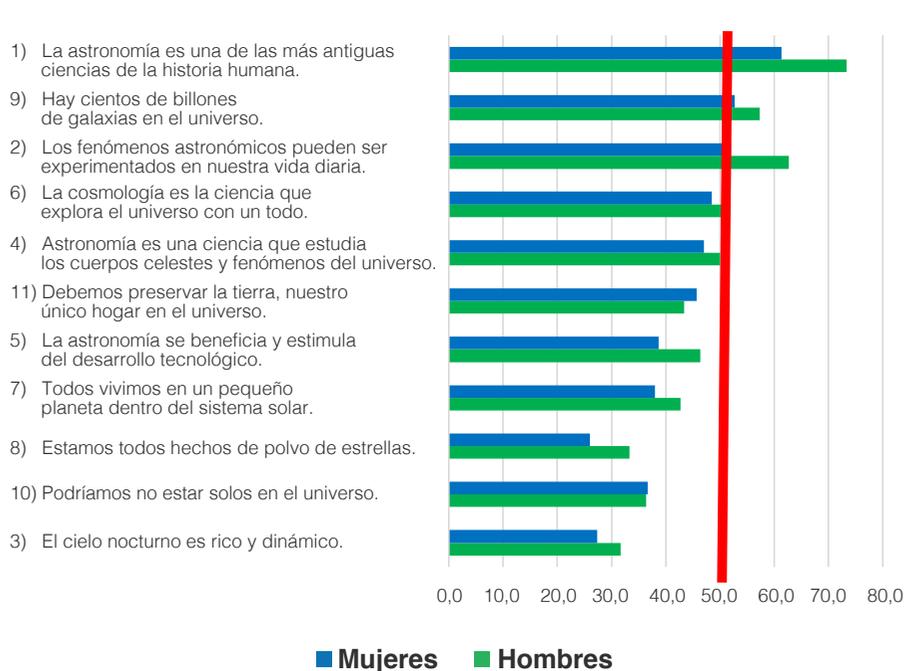


Figura N° 3. Porcentaje de acierto de las preguntas relacionadas a cada Gran Idea en Astronomía Ordenadas de mayor a menor (Total), la línea naranja representa el criterio mínimo ( $\geq 50,1\%$ ) para que una GIA sea considerada conocida.

Las respuestas a la pregunta abierta “¿Cómo piensas que la astronomía y el universo influye en tu vida cotidiana?” (Figura N° 1) muestra que ambos géneros responden (en mayoría) que la astronomía “sí influye”. La diferencia se presenta en la variedad de respuestas, la cual es mayor en los hombres, sin embargo, las mujeres siempre consideran relevante esta disciplina científica.

Ambos géneros responden que la situación donde más aprendieron sobre astronomía fue en el sistema escolar (educación formal), los contextos informales son los que ocupan el segundo lugar como recursos para aprender

astronomía. Los varones aprenden fuera de la escuela mediante vídeos en plataformas de internet, mientras que las mujeres mediante documentales y notas televisivas. Es probable que los varones utilicen el medio informal para aprender de forma más voluntaria que las mujeres, ya que las plataformas de vídeos para ser visualizadas requieren de ser buscadas.

El análisis del conocimiento de las GIA en los encuestados (Figura N° 3) muestra que los hombres conocen una idea más que las mujeres y sus respuestas tienden a tener más aciertos.



El bajo número de GIA conocidas por ambos géneros se asocia al vacío de contenidos relacionados a la Astronomía entre 4° básico y 8° básico y al hecho de ser abordados en la última unidad de contenidos de la disciplina. Un ejemplo de lo anterior es el eje de física de 1° medio, donde la unidad de astronomía es la última en ser vista, con siete GIA asociadas (Tabla N° 1).

El hecho que las mujeres tengan un nivel más bajo de alfabetización astronómica se asocia a la segregación horizontal común en la sociedad (Anker, 1997), que posiciona al género femenino en actividades que cumplan un estereotipo desde una edad temprana. Lo anterior se argumenta en lo expuesto por Flores (2005), declarando que “los obstáculos con los que se encuentran las mujeres en el sistema educativo, más allá de la posibilidad de acceder o no a éste, son: los estereotipos

presentes en el material educativo, y la segregación en la orientación vocacional; la cual afecta también a la participación femenina en el progreso científico-tecnológico y en la educación técnica”.

Los estereotipos de la sociedad generarían en las mujeres del presente estudio una desmotivación en contenidos relacionados a la astronomía, reflejados por la baja variedad de respuestas con relación al cómo influye la astronomía en sus vidas (Pregunta 1) desencadenando un menor acierto de las respuestas, en comparación a los hombres.

Lo anterior es un tema país: la ausencia de la participación femenina en ingeniería (22%) y ciencias (19%) son las más altas en las matrículas universitarias (Berlien *et al.*, 2016).

## Conclusión

El bajo número de Grandes Ideas en Astronomía conocidas en los y las adolescentes (cuatro en varones y tres en mujeres) se asocia a la aislada cobertura de este tema en los contextos educativos (principalmente el formal), comprobando la hipótesis propuesta. Los hombres tienden a tener un porcentaje mayor en los aciertos de las preguntas relacionadas a las Grandes Ideas de Astronomía, asociando esto a la segregación horizontal existente en la sociedad, que generaría desmotivación y, como consecuencia, un mayor desconocimiento en las mujeres sobre los temas astronómicos.

## Bibliografía

Aguirre C, Vázquez A. 2004. Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de la ciencia como espacios educativos no formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* 3: 26pp.

Anker R. 1997. La segregación profesional entre hombres y mujeres. *Repaso de las teorías. Revista Internacional del Trabajo* 116: 343-370.

Bases Curriculares de Ciencias Naturales. 2015. 7° básico a 2° medio. Unidad de Currículum y Evaluación Ministerio de Educación, República de Chile, Santiago, Chile.

Bases Curriculares de Ciencias Naturales. 2018. Primero a Sexto Básico. Unidad de Currículum y Evaluación Ministerio de Educación, República de Chile, Santiago, Chile.

Berlien K, Varela P, Robayo C. 2016. Realidad nacional en formación y promoción de mujeres científicas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Informe final: Estudio “Realidad nacional en formación y promoción de mujeres científicas en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas”, CONICYT, Santiago, Chile.

Castro R. 1995. La lógica de una de las creencias tradicionales en salud: eclipse y embarazo en Ocuilco, México. *Salud Pública de México* 37: 329-338.



Contreras J, Venegas C, Mardones M, Fuentes C, Sellés D. 2011. El cerro Santa Lucía o Huelén. Hacia la integración del patrimonio histórico y geológico en el centro de Santiago, Región Metropolitana de Chile. I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile.

Flores R. 2005. Violencia de género en la escuela: Sus efectos en la identidad, en la autoestima y en el proyecto de vida. *Revista Iberoamericana de Educación* 38: 67-86.

Lelliott A, Rollnick M. 2009. Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. *International Journal of Science Education* 32: 1771-1799.

Montes C. 2019. Día del Libro: los cinco títulos científicos más vendidos en Chile. *La Tercera*.

Memoria Chilena. 2018. *Astronomía en Chile (1849- 2010)*. Biblioteca Nacional de Chile. Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio. Gobierno de Chile.

Ministerio de Educación. 2019. *Currículum Nacional*. Gobierno de Chile.

OPCC (Oficina de la Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile). 2019. *Cielos de Chile*. <http://www.opcc.cl>

Plummer JD, Krajcik J. 2010. Building a learning progression for celestial motion: Elementary levels from an earth-based perspective. *Journal of Research in Science Teaching* 47: 768-787.

Reporte Estadístico Comunal. 2017. *Comuna de San Antonio*. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

Retrê J, Russo P, Lee H, Penteadó E, Salimpour S, Fitzgerald M, Ramchandani J, Pössel M, Scorza C, Christensen LL, Arends E, Pompea S, Schrier W. 2019. Big ideas in astronomy. A proposed definition of astronomy literacy. International Astronomical Union. Leiden University, The Netherlands.

Vernal T. 2015. La comunicación científica para el desarrollo cultural y económico: El caso de las potencialidades astronómicas de la Región de Antofagasta en Chile. *Cuadernos.info* 37: 213-224.  
<https://doi.org/10.7764/cdi.37.691>



# CONOCIMIENTOS Y CREENCIAS SOBRE LOS EFECTOS DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN ESCOLARES DE ENSEÑANZA BÁSICA DEL COLEGIO CUMBRES DEL CHOAPA

## KNOWLEDGE AND BELIEFS ABOUT THE EFFECTS OF GLOBAL WARMING ON SCHOOLS OF BASIC EDUCATION FROM COLEGIO CUMBRES DEL CHOAPA

Javiera Pallante • Matilda Santana • Ariadne Rojas  
 Profesor Guía: César Piñones  
 Colegio Cumbres del Choapa, Salamanca  
 Asesor Científico: Víctor Bravo  
 Evaluador: Raúl Cordero

### Resumen

El Cambio Climático se ha tomado la palestra pública, por las consecuencias de la megasequía que afecta a gran parte del territorio nacional y la región de Coquimbo en particular. Es por ello que indagar en los conocimientos y creencias de la población estudiantil resulta de interés a la hora de proyectar ciudadanos con capacidad de acción frente a los efectos del calentamiento global. Para el desarrollo de este estudio exploratorio, se tuvo como supuesto de investigación la existencia de diferencias entre los y las estudiantes, en sus conocimientos y creencias sobre el calentamiento global. Trabajamos con 10 niñas y 10 niños voluntarios(as), desde sexto a octavo básico (muestra de 60 alumnos) del Colegio Cumbres del Choapa, a los cuales se les aplicó una encuesta de 3 preguntas de conocimiento y 3 de creencias sobre los efectos del calentamiento global. Dentro de los principales resultados, se obtuvo que gran parte de los encuestados, establece una relación entre el fenómeno del calentamiento global y el agujero de la capa de ozono. Por otra parte, un número significativo de estudiantes sostiene que la causa del calentamiento global se basa en acciones del ser humano y que el mismo es en gran parte irreversible. Se discuten estas y otros resultados, con miras a sugerir acciones hacia nuestros profesores.

**Palabras claves:** Cambio climático; Sequía; Valle del Choapa; Calentamiento global; Escolares.

### Abstract

Climate Change has taken the public spotlight, due to the consequences of the mega-drought that affects a large part of the national territory and the Coquimbo region in particular. That is why investigating the knowledge and beliefs of the student population is of interest when it comes to projecting citizens with the capacity to act in the face of the effects of global warming. For the development of the exploratory study, the research assumption was the existence of differences between the students, in their knowledge and beliefs about global warming. We work with 10 girls and 10 volunteer boys, from sixth to eighth grade (sample of 60 students) from Colegio Cumbres del Choapa, to whom a survey of 3 knowledge questions and 3 beliefs about the effects of global warming. Among the main results, it was obtained that a large part of the respondents establishes a relationship between the phenomenon of global warming and the hole in the ozone layer. On the other hand, a significant number of students argue that the cause of global warming is based on human actions and that it is largely irreversible. These and other results are discussed, with a view to suggesting actions towards our teachers.

**Keywords:** Climate change; Drought; Choapa Valley; Global warming; Schoolchildren.

El Proyecto participó en:

\* El proyecto participó en la Feria Provincial Escolar de las Ciencias y la Tecnología de Choapa 2019, organizada en la ciudad de Salamanca, por el PAR Explora-CONICYT Región de Coquimbo.



# Introducción

El Cambio Climático se ha tomado la palestra pública en Chile, tanto por las consecuencias de la megasequía que afecta a gran parte del territorio nacional (Centro de Análisis de Políticas Públicas, 2019) y por el reciente devenir y resultados de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP25). Por lo demás, desde distintas plataformas (por ejemplo, Inter escolar Ambiental impulsado por Kyklos, el Ministerio del Medio Ambiente, Explora), se ha invitado a las comunidades educativas a reflexionar sobre la realidad climática nacional y mundial, con miras a instalar conductas de mitigación ante un panorama extremadamente complejo en lo ambiental y social. Sin embargo, dicha problematización a nivel de estudiantes y comunidades educativas, no está exento de dificultades. Al respecto, García-Rodeja y Lima (2012), al discutir sobre la importancia de que los estudiantes conozcan la naturaleza de los problemas ambientales, para que sean capaces de actuar como ciudadanos responsables en el futuro, reconoce la dificultad de que los problemas globales no resultan perceptibles por la experiencia directa de los individuos.

En este sentido, en el último tiempo, distintos esfuerzos han tratado de caracterizar creencias y conocimientos de los chilenos y chilenas referidos al cambio climático, como primera aproximación a este fenómeno en su dimensión social. Es así como según el estudio realizado por Sapiains *et al.* (2017), la mayoría de las personas encuestadas mostraron algún grado de conocimiento o al menos ideas generales respecto a lo que es el cambio climático. El fenómeno se asoció principalmente con cambios en las lluvias, en las estaciones del año,

en las temperaturas y en donde la mayoría de las personas se sienten muy poco informadas sobre el cambio climático (84.5%). Un 61.1% sostuvo que encontrar información general sobre el cambio climático era fácil o muy fácil, mientras que un 39.9% considera que es difícil o muy difícil.

Por su parte, según los datos de CADEM (2019), 9 de cada 10 chilenos sí cree en el cambio climático y un 69% piensa que se puede parar y dar marcha atrás. En paralelo, el 51% de los encuestados cree que las causas del cambio climático actual, se debe principalmente por cosas que realiza la gente, un 8% que se debe a causas naturales y un 41% por ambas. Así mismo, el 18% considera que las sequías, incendios o inundaciones que han ocurrido en los últimos años son fenómenos que siempre han ocurrido, versus el 77% que considera que tienen que ver con el cambio climático. Adicionalmente, el Programa de Estudios Sociales de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (2019), publicó una encuesta aplicada a cerca de 1500 jóvenes entre 18 y 21 años, en la cual destaca entre sus conclusiones, que buena parte de los entrevistados reconoció que el calentamiento global es un problema “actual” (78,9%), mientras que un 20,4% sostuvo que es un conflicto “de cara al futuro”. Sobre cuán informados se sienten los jóvenes respecto del cambio climático, la encuesta arrojó que apenas un 12,5% manifestó conocer “a fondo” de qué se trata, otro 10,1% siente que ha oído sobre el tema, pero lo desconoce y un 76,6% declaró saber solo “algunas cosas” del problema. (Dirección General de Vinculación con el Medio, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, 2019).



La consideración de este escenario y el hecho de que el cambio climático se ha posicionado como un contenido relevante dentro del currículum escolar nacional, nos propusimos como estudiantes de primer año medio, explorar los conocimientos y creencias asociadas a este fenómeno en nuestros compañeros de enseñanza básica, con miras a ofrecer un primer diagnóstico, el cual permita orientar el tratamiento de estas materias por parte de nuestros profesores y directivos. Lo ante-

rior lo creemos relevante, dado que en nuestra región y Provincia de Choapa, hemos enfrentado durante los últimos meses altas temperaturas y casi nulas precipitaciones, lo que ha generado un escenario socio-ambiental crítico, el cual amerita ser comprendido desde múltiples dimensiones, asumiendo que gran parte de la población estudiantil de nuestro colegio proviene de sectores rurales en donde resultan evidentes los efectos del calentamiento global (Figura N° 1).



Figura N° 1. Vista de antiguos terrenos de siembra en el valle del Río Choapa, abandonados y erosionados, tras décadas de sequía en la Región de Coquimbo. Fotografía de César Piñones.

Nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo varían las creencias y conocimientos sobre los efectos del calentamiento global entre estudiantes de enseñanza básica de nuestro colegio? Como supuesto de investigación, nos planteamos la existencia de diferencias entre alumnos y alumnas en sus creencias y conocimientos sobre el fenómeno. Para la evaluación de este supuesto, nos propusimos identificar los conocimientos y creencias sobre el calentamiento global en niños y niñas de sexto a octavo básico del Colegio Cumbres del Choapa; estudiantes que tratarán a futuro

en la educación secundaria, esta temática ambiental en la clase de biología.

## Método

El presente estudio exploratorio-descriptivo, fue desarrollado durante el mes de agosto de 2019, en dependencias del Colegio Cumbres del Choapa, ubicado en la Comuna de Salamanca, Región de Coquimbo. Se trabajó con 10 niñas y 10 niños voluntarios(as) por nivel



presentes en el colegio, desde sexto a octavo básico; muestra total de 60 estudiantes de ambos sexos.

El instrumento utilizado fue una encuesta de carácter anónima, constituida por 3 preguntas referidas a conocimiento y 3 sobre creencias asociadas a los efectos del calentamiento global actual. Estas preguntas debían ser resueltas evaluando alternativas graduadas a modo de escala Likert o de selección única. Los resultados fueron procesados en el programa Excel.

## Resultados

Frente a la pregunta, ¿Cómo es tu conocimiento del fenómeno del calentamiento global?, el 47% de los varones y sólo el 27% de las niñas encuestadas, evaluó como bueno su nivel de información sobre el calentamiento global. Ninguna de las estudiantes estableció como excelente dicho conocimiento y sólo un 13% de los varones lo evaluó bajo ese criterio (Tabla N° 1).

Por su parte, ante la consulta si el fenómeno del calentamiento global se relaciona con el agujero de la capa de ozono, la mitad de las damas (54%) y varones (50%) encuestados sostuvo que sí tienen relación. Finalmente, alrededor del 60% de los encuestados, tanto niños (60%) y niñas (56%), sostuvo que el calentamiento global es causado por el ser humano (Tabla N° 1).

En lo que respecta a las creencias, el 57% de las niñas y el 50% de los varones, creen que existe una relación entre la sequía actual y el calentamiento global. Al ser consultados por la frecuencia de afectación en la vida diaria del calentamiento global, el 50% de las informantes mujeres y el 56% de los informantes varones, cree que el calentamiento global les afecta a menudo en sus vidas. Finalmente sobre el 67% de los niños y niñas, cree que las consecuencias del cambio global, son irreversibles (Tabla N° 2).

Preguntas Conocimiento	% de respuesta varones	% de respuesta damas
1. ¿Cómo es tu conocimiento del fenómeno del calentamiento global?	a) Deficiente: 13% b) Suficiente: 27% c) Bueno: 47% d) Excelente: 13%	a) Deficiente: 36% b) Suficiente: 37% c) Bueno: 27% d) Excelente: 0%
2. El fenómeno del agujero en la capa de ozono y el calentamiento global ¿Tienen relación entre ellos?	a) Sí, de acuerdo: 50% b) No, en desacuerdo: 10% c) En parte: 40%	a) Sí, de acuerdo: 54% b) No, en desacuerdo: 3% c) En parte: 43%
3. ¿Qué causa el actual fenómeno del calentamiento global?	a) Acciones del Ser humano: 60% b) La propia naturaleza: 7% c) Ambas anteriores: 33%	a) Acciones del Ser humano: 56% b) La propia naturaleza: 7% c) Ambas anteriores: 37%

Tabla N° 1. Preguntas de conocimientos sobre el calentamiento global y % de respuestas agrupadas por género, para estudiantes de sexto a octavo básico (n=60) del Colegio Cumbres del Choapa.

Preguntas Creencias	% de respuesta varones	% de respuesta damas
1. ¿Crees que el aumento de la sequía en nuestra provincia se relaciona con el calentamiento global?	a) Sí, totalmente: 50% b) No, para nada: 17% c) En parte: 33%	a) Sí, totalmente: 57% b) No, para nada: 20% c) En parte: 23%
2. ¿Con qué frecuencia crees que afecta el calentamiento global a tu vida?	a) Siempre: 7% b) Casi siempre: 17% c) A menudo: 56% d) Casi nunca: 17% e) Nunca: 3%	a) Siempre: 13% b) Casi siempre: 30% c) A menudo: 50% d) Casi nunca: 7% e) Nunca: 0%
3. ¿Crees que la situación actual del calentamiento global es irreversible?	a) Sí, totalmente: 13% b) No, para nada: 20% c) Podría ser: 67%	a) Sí, totalmente: 17% b) No, para nada: 10% c) Podría ser: 73%

Tabla N° 2. Preguntas sobre creencias asociadas al calentamiento global y % de respuestas agrupadas por género, para estudiantes de sexto a octavo básico (n=60) del Colegio Cumbres del Choapa.



## DISCUSIÓN

El programa de estudio de primero medio de ciencias naturales, contempla dentro de sus objetivos de aprendizaje el analizar e interpretar los factores que afectan el tamaño de las poblaciones (por ejemplo, propagación de enfermedades, disponibilidad de energía y de recursos alimentarios, sequías, entre otros) y predecir posibles consecuencias sobre el ecosistema (Ministerio de Educación, 2016). Nos invita además a investigar acerca de las consecuencias del cambio climático en los ecosistemas y generar distintas actividades que permitan la generación de un juicio crítico sobre la temática. Es por ello, que nos interesa destacar en primer lugar, que sólo la pregunta número uno de conocimiento, mostró diferencias más notorias entre sexo, cuestión que surge como una interesante interrogante a dilucidar, en una posterior etapa de nuestro trabajo exploratorio. Que un 36% de nuestras compañeras considere deficiente su conocimiento sobre el calentamiento global, versus el 13% en nuestros compañeros, debe motivar a nuestra comunidad educativa y particularmente a nuestros(as) profesores(as), a reflexionar y debatir la variable de género, dentro del desarrollo de los contenidos asociados a los objetivos de aprendizaje vinculados con el cambio climático, problematizando, por ejemplo, cómo este impacta diferencialmente a hombres y mujeres en aspectos como las actividades de sostenimiento y el comportamiento, entre otras (Stock, 2012).

En lo que respecta a las respuestas para la segunda pregunta de conocimiento, la revisión que hace Meira y Arto (2014), de diferentes estudios sobre la asociación causal entre el deterioro de la capa de ozono y el cambio climático, concluye que la misma constituye un elemento central en la representación del cambio climático en el marco de la cultura común, destacando la universalidad y la persistencia de esta creencia en grupos de diferentes países, perfiles socio-demográficos y niveles educativos, pese a que son problemas diferentes tanto en su etiología como en sus consecuencias. En dicho contexto, creemos haber encontrado un correlato de esta situación en nuestros resultados, en donde combinadamente más del 90% de las mujeres y hombres encuestados, afirma que el calentamiento global y el efecto invernadero se relacionan totalmente o al menos en parte (Tabla N° 1).

A su vez, para las respuestas vinculadas a la pregunta tres de conocimiento, Meira y Arto (2014), al interrogar al alumnado universitario sobre las causas del cambio climático, pidiendo que señalaran si pensaban que eran humanas, naturales o una combinación de ambas, encontraron que prácticamente ocho de cada diez de

los informantes, situó el origen del problema en la actividad humana (principalmente, el 72,9%, o exclusivamente, el 9,8%). El 5,0% señaló las causas naturales (principalmente, 4,6%, o exclusivamente, 0,4%) y el 7,4% indicó tanto la causalidad humana como la natural. Estas cifras tienen su correlato en lo encontrado por nuestro equipo. Para Chile el estudio Sapiains *et al.* (2017), ha identificado que una gran mayoría de las personas considera que el cambio climático sí está ocurriendo (84%) y es causado total o parcialmente por la actividad humana (89%), cifras que interesantemente no son tan categóricamente coincidentes con la de nuestro estudio, en donde hombres y mujeres atribuyen una causalidad combinada (ser humano y naturaleza; sobre el 30%) como explicación del calentamiento global (Tabla N° 1).

En consideración a esto y en relación a las creencias sobre el origen de la megasequía en Chile, Bustos *et al.* (2015), estableció que las personas entregan un amplio rango de explicaciones: desde que es un evento normal, parte del ciclo natural del clima, hasta que responde a un impacto del cambio climático antrópico o al aumento de la demanda hídrica por las actividades humanas. Por ello resulta interesante constatar, que para cerca del 20% de niñas y niños entrevistados en nuestro estudio, la sequía que azota a la Comuna de Salamanca, no tiene relación con el calentamiento global (Tabla N° 2). Probablemente la desvinculación de la juventud con la situación hídrica del Valle del Choapa y el diagnóstico que provee la ciencia al respecto, imposibilita atender la real dimensión de la relación sequía-calentamiento global. Bustos *et al.* (2015) de hecho, trabajando con una población no escolar en la Región Metropolitana, establece que la totalidad de los informantes reconoce que Chile enfrenta un período de sequía. Los entrevistados mencionan entre los principales impactos de la sequía en su vida diaria, la limitación y pérdida de cultivos, la falta de agua superficial para riego, entre otros efectos.

Si bien, los efectos del cambio climático sobre las precipitaciones no son tan concluyentes a una escala global, como el caso del aumento de las temperaturas, a nivel de las zonas mediterráneas, como la de Chile Central, se proyectan y experimentan ya disminuciones en las precipitaciones a nivel total (Meza, 2019). Por ello, el posicionar las conclusiones que se obtienen desde la ciencia chilena en relación a este fenómeno dentro de las clases de ciencias a nivel escolar, es a nuestro juicio de suma importancia a la luz de nuestros resultados y la situación del valle del Choapa en lo particular (Figura N° 2).





Figura N° 2. Vista del lecho del Río Choapa, completamente seco al 22 de diciembre de 2019 a la altura del sector de Tunga Norte (Comuna de Illapel). Fotografía de César Piñones.



Figura N° 3. Vista del lecho del Río Choapa, con escaso escurrimiento de agua superficial y el avance de la agroindustria en abril de 2019 a la altura del sector Los Barrancos de Llimpo (Comuna de Salamanca). Fotografía de César Piñones.



Más aún, cuando existen a nivel local fuentes de presión a la sustentabilidad hídrica del Valle del Choapa (Figura N° 3), las cuales han sido asociadas en el último tiempo con la agresiva irrupción de monocultivos agroindustriales (Miranda, 2018).

Finalmente, alrededor del 70% de niñas y niños, cree que la situación del calentamiento global es irreversible, lo que plantea desafíos interesantes a la labor educativa que desde nuestro establecimiento se pueda realizar para la generación de conciencia ambiental y preparación para la mitigación y adaptación local a las consecuencias de este fenómeno global. Esto en el reconocimiento de que si bien el calentamiento global es un problema socio-ambiental y de responsabilidad asimétrica entre los países, nos afecta a todos, lo que hace necesario aproximaciones tanto globales como individuales (Castilla, 2019).

En la revisión que realiza Meira (2006), sobre representaciones sociales asociadas al cambio climático, la opinión pública identifica a este como un problema “mundial”, con escaso relieve a escala local, y su potencial de amenaza se transfiere a medio-largo plazo. Tal situación definida por el autor como la “deslocalización” y la “postergación” de la amenaza percibida, serían dos rasgos que pueden entorpecer el interés y la motivación para aceptar o participar en cualquier política que pretenda actuar sobre los estilos de vida relacionados con el cambio climático. En nuestra experiencia como estudiantes, creemos haber detectado indicios de esta problemática en nuestros compañeros

de enseñanza básica. Si consideramos que el medio ambiente en relación a otros temas de interés nacional ocupa el último lugar de las prioridades comparado con salud, educación, delincuencia y bajos sueldos (Sapiains *et al.*, 2017), resulta relevante tratar el fenómeno del calentamiento global en las asignaturas de ciencias naturales y sociales, desde un enfoque territorial.

Sobre la base de una reflexión más amplia de las implicancias de nuestros resultados y considerando la realidad social de nuestro valle (en donde las mujeres asumen en gran número las tareas agrícolas de temporada, la agricultura familiar o la ganadería caprina de subsistencia), nos resuenan las apreciaciones expresadas por la especialista nacional sobre cambio climático, Maisa Rojas. En una columna publicada hace algunos años en el periódico online El Dínamo, sostenía que “la dimensión de género en el cambio climático se deriva de temas como el acceso diferenciado a recursos sociales y ambientales, las menores posibilidades de optar a instrumentos financieros, tierras, educación y atención de salud” (Rojas, 2015). Tales ideas sin duda nos hacen reflexionar sobre la complejidad del fenómeno del cambio climático y cómo el mismo debería ser tratado en clases; bajo una mirada más allá de la entrega del dato técnico sobre emisiones de gases de efecto invernadero, más cuando la evidencia internacional reciente, sostiene y recomienda la necesidad de profundizar en conceptos como el cambio climático desde una mirada compleja tanto a nivel curricular como su enseñanza (Unesco, 2020).

## Conclusión

Pudimos contestar nuestra pregunta de investigación vía la refutación de nuestra hipótesis de trabajo, dado que sólo la primera pregunta de conocimiento presentó diferencias importantes entre nuestros compañeros y compañeras de enseñanza básica. Las otras cinco preguntas presentaron porcentajes similares en las respuestas, para niños y niñas. Creemos que esto resulta relevante, dado que probablemente el grado de acceso a la información de esta temática y no diferencias culturales asociadas al género, explicaría de mejor manera las tendencias observadas. Sí sería interesante indagar en algunos elementos explicativos de las diferencias por género detectadas en la primera pregunta de conocimiento ¿Es este tema más ajeno a nuestras compañeras, por razones culturales de acceso al conocimiento científico por parte de las mujeres? A partir de estos antecedentes, queremos iniciar una segunda etapa en nuestro trabajo, explorando los conocimientos y creencias sobre el calentamiento global, ahora en apoderados de nuestra comunidad educativa, con miras a establecer un análisis comparativo entre ambos grupos etarios. Creemos que esta información resulta relevante, si consideramos un escenario futuro, en donde nuestro colegio deberá implementar medidas concretas para mitigar y adaptarse al escenario de calentamiento global y escasez hídrica del Valle del Choapa. Adelantarnos vía este diagnóstico al escenario climático de extrema aridez que se proyecta para Choapa, puede entregar insumos para que nuestros propios profesores y



profesoras, puedan orientar sus enseñanzas hacia las distintas temáticas relacionados con el calentamiento global y poder así aumentar el grado de conciencia sobre este fenómeno, teniendo a la vista una perspectiva más compleja del fenómeno, considerando elementos de género, las problemáticas socio-ambientales locales y sus derivaciones como la escases hídrica del Valle del Choapa. Sugerimos que el calentamiento global, independiente de su presencia explícita en el currículum de enseñanza básica, sea abordado por nuestro colegio bajo la modalidad de proyectos, en los espacios de los talleres de ciencias, los cuales están incorporados dentro del horario lectivo para cada curso y/o dentro de las diferentes asignaturas tales como artes, ciencias sociales, ciencias para la ciudadanía y lenguaje, lo que deberá implicar que los profesores de nuestro colegio se articulen.

## Agradecimientos

El presente proyecto estuvo adscrito a la iniciativa Clubes de Investigación Científica Escolar (Club-ICE) del Programa Asociativo Regional (PAR) Explora-CONICYT Región de Coquimbo. Agradecemos a la comunidad educativa, directivos y profesores del Colegio Cumbres del Choapa por su apoyo en la gestión y logísticas asociada al desarrollo de nuestro club, en particular a la profesora de artes Cileni Pastén y a nuestros apoderados.

## Bibliografía

Bustos S, Gallardo L, Garreaud R, Tondreau N. 2015. Informe a la Nación. La megasequía 2010-2015: Una lección para el futuro. Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. Santiago, Chile.

Castilla JC. 2019. Cambios climáticos y los seres humanos de ayer, hoy y mañana. En Castilla JC, Meza F, Vicuña S, Marquet PA, Montero JP (eds.). Cambio climático en Chile: Ciencia, mitigación y adaptación. Ediciones Universidad Católica. Santiago, Chile.

Centro de Análisis de Políticas Públicas. 2019. Informe País 2018. Estado del Medio Ambiente en Chile. Instituto de Asuntos Públicos, Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Dirección General de Vinculación con el Medio, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 2019. Encuesta elaborada por la PUCV revela que el 80% de los jóvenes no sabe que este año se hará la COP25 en Chile. <http://www.pucv.cl/pucv/noticias/vida-universitaria/encuesta-elaborada-por-la-pucv-revela-que-el-80-de-los-jovenes-no-sabe/2019-06-24/165804.html>.

García-Rodeja I, Lima G. 2012. Sobre el cambio climático y el cambio de los modelos de pensamiento de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias 30: 195-218.

Meira P. 2006. Las ideas de la gente sobre el cambio climático. Ciclos: Cuadernos de Comunicación, interpretación y educación ambiental. 18: 5-12.

Meira P, Arto M. 2014. Representaciones del cambio climático en estudiantes universitarios en España: aportes para la educación y la comunicación. Educar em Revista 3: 15-33.

Meza F. 2019. Impactos y adaptación en sector agrícola y forestal. En: Castilla JC, Meza F, Vicuña S, Marquet PA, Montero JP. (eds.). Cambio climático en Chile: Ciencia, mitigación y adaptación. Ediciones Universidad Católica, Santiago, Chile.

Ministerio de Educación. 2016. Ciencias Naturales: Programa de estudio Primero Medio. Unidad de Currículum y Evaluación. Santiago, Chile.



Miranda F. 2018. Erosión de suelos y crisis hídrica: Las sombras del modelo agroexportador de Palto. Fundación Terram y Fundación Heinrich Böll Cono Sur. Santiago, Chile.

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). 2020. ¿Qué se espera que aprendan los estudiantes de América Latina y el Caribe? Análisis curricular del Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE 2019). Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO). Santiago, Chile.

CADEM. 2019. Encuesta Plaza Pública Quinta Semana de Agosto Estudio N° 294. <https://plazapublica.cl>

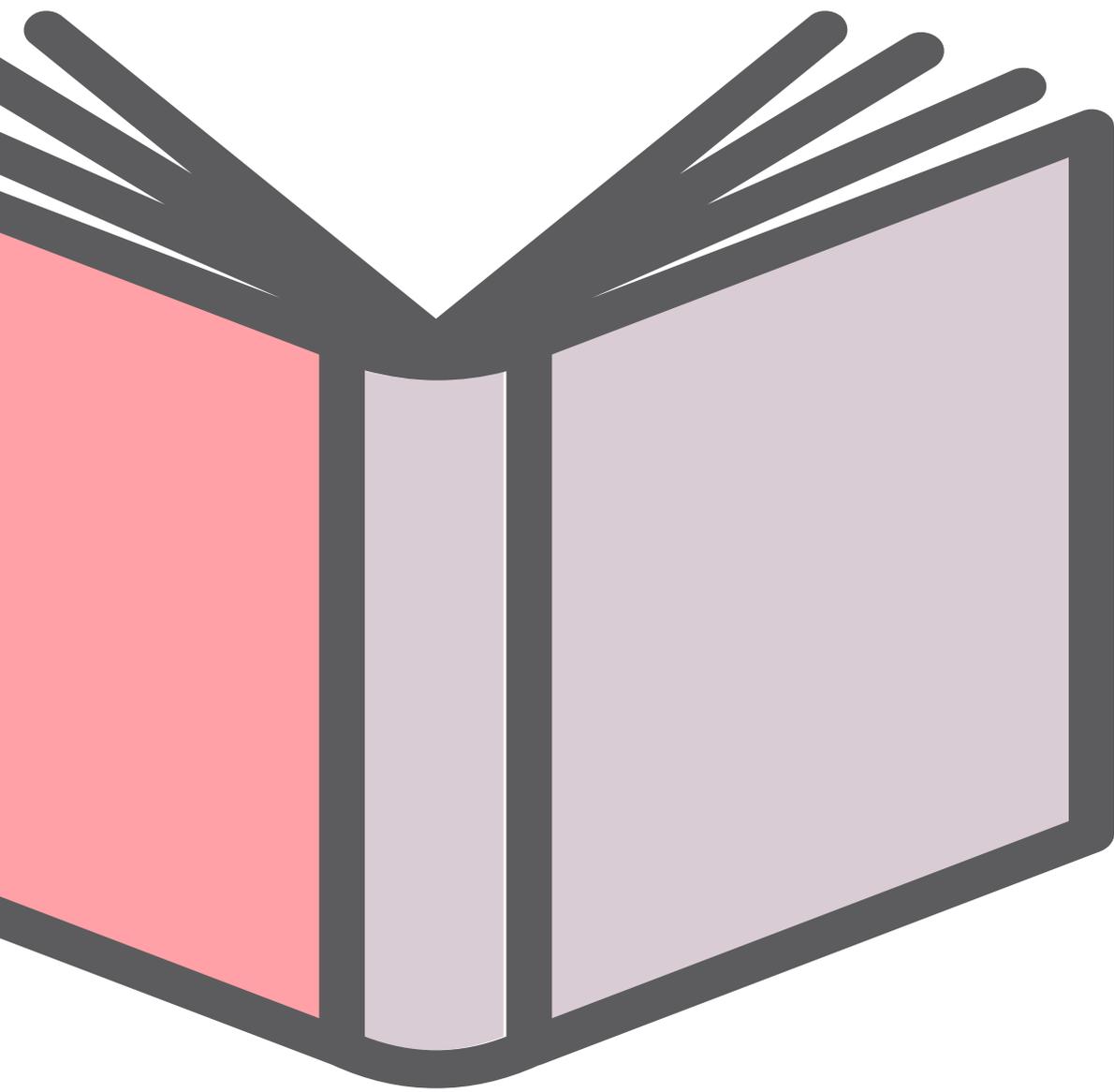
Programa de Estudios Sociales y Desarrollo. 2019. Estudio Jóvenes y Medio Ambiente. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. <http://www.pucv.cl/pucv/noticias/vida-universitaria>

Rojas M. 2015. Cambio climático: Un desafío para la equidad de género. Columna de opinión en El Dinamo. <https://www.eldinamo.cl/blog/cambio-climatico-un-desafio-para-la-equidad-de-genero>

Sapiains R, Ugarte AM, Rdz-Navarro K. 2017. Informe final tercera encuesta nacional de medio ambiente y cambio climático en Chile. Santiago, Chile: Ministerio del Medio Ambiente, CONICYT, Universidad de Chile y Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia. Santiago, Chile.

Stock A. 2012. El cambio climático desde una perspectiva de género. Fundación Friedrich Ebert, FES-ILDIS. Quito, Ecuador.





# ¿Cómo enseñar en el aula la protección de la biodiversidad?

Por PAR Explora Región Metropolitana Norte

## NICOLÁS JIMÉNEZ

Área Ciencias Naturales

Escuela Nueva Zelandia

Independencia, Región Metropolitana



Conocer la biodiversidad de nuestro entorno y las problemáticas ambientales que la afectan, debe considerarse como un proceso participativo, que permita a toda la comunidad educativa involucrarse mediante las diferentes actividades que puedan generar los estudiantes dentro del aula. Por lo que es muy importante que el docente pueda plantear estrategias que permitan difundir y concientizar la protección y conservación de la biodiversidad, con un enfoque práctico -del aprender haciendo-, mediante el reconocimiento de las problemáticas sociomedioambientales que permitan a los y las estudiantes tomar decisiones respecto del impacto que tienen las acciones humanas sobre la biodiversidad local, acercando a su vez, la flora y fauna a la ciudadanía, planteando la necesidad de remediales mediante una cultura de conductas sustentables replicables tanto dentro como fuera del aula. Es relevante mencionar que dichas actividades deben ser de un orden concreto, objetivo y constructivista, donde los estudiantes deben ser los protagonistas dentro de las propuestas de trabajo, con orientaciones hacia el ABP, actividades colaborativas basadas en proyectos comunitarios, con el objetivo de unificar las problemáticas ambientales que afectan a la biodiversidad y entregar posibles soluciones a nuestra comunidad. Por último, cabe destacar, que estos procesos de enseñanza - aprendizaje deben estar orientados hacia el optimismo, permitiendo al estudiante aprender ciencias con la confianza de que podemos construir un mejor futuro.

## CAROLINA OCAMPO

Área Ciencias Naturales

Colegio José Artigas

Recoleta, Región Metropolitana



Desde mi visión como docente de ciencias naturales es de gran importancia la conservación y protección de la biodiversidad, concientizando sobre el impacto que provocan nuestros actos tanto para la naturaleza, como para el planeta. Infundiendo temáticas como el cuidado del agua y la acción de tomar medidas para su ahorro, comprendiendo que es un recurso limitado, comprendiendo el cuidado de las plantas y lo esencial que estas son para nuestra existencia, pues estas proveen el oxígeno que respiramos a diario, consumiendo de manera sostenible los recursos que la naturaleza nos brinda, aplicando el concepto de las 3r (reducir, reutilizar y reciclar). Trabajando en proyectos en donde utilicemos los residuos orgánicos creando compostaje, como fuente de abono para las especies vegetales. A partir de lo anterior, es importante destacar que nada de lo que enseñemos en el aula tendrá sentido si no lo llevamos a la práctica, es aquí donde podemos generar aprendizajes duraderos. Desde la vivencia, desde la conciencia, otorgándole transcendencia, para ser aplicado a la vida cotidiana, con la esperanza de aportar desde el aula con un pequeño grano de arena para la protección de la naturaleza.

## ANAISS SÁNCHEZ

Área Ciencias Naturales

Colegio Árabe

Las Condes, Región Metropolitana



La biodiversidad es un componente fundamental en las clases de ciencias naturales, no solo porque somos un país rico y surtido en seres vivos, sino porque estamos constantemente en interacción con ella; de ahí la importancia de colaborar con el mantenimiento, seguridad y protección de la biodiversidad, y que mejor que lograrlo desde lo cotidiano, de lo que nos rodea y nos hace relacionarnos mejor. Es posible aprovechar el contenido curricular para inculcar desde el aula el cuidado de nuestra flora y fauna. Creando procesos de enseñanza y aprendizaje que vinculen a nuestras y nuestros estudiantes con su entorno, que se apropien de la idea de que somos parte de la naturaleza y debemos colaborar con ella. No basta con mencionar formas de protección en un punteo, la transposición del contenido debe abarcar aristas que permitan una conexión simple, pero verdadera entre lo que enseñamos, observamos y aprendemos. Contenidos tales como: ecosistemas, sustentabilidad, ambiente, entre otros, otorgan la posibilidad de comenzar a vincular nuestro currículo nacional con la gran biodiversidad que nos rodea y nos enriquece día a día.

## VALERIA HIDALGO

Area Biología

Colegio San Adrián

Quilicura, Región Metropolitana



La biodiversidad no solo se refiere a la diversidad de especies, sino también a la diversidad genética, y la diversidad de ecosistemas. Curricularmente, este concepto aparece en Primero Medio en Biología, manifestado como un resultado de la evolución. A continuación, presento una secuencia didáctica que aborda el concepto de biodiversidad y se enlaza con la metodología de la enseñanza de la ecología en el patio de la escuela, que trabaja la estructura del Ciclo de Indagación.

Fundamentación: Se invitará a las/os estudiantes a ser biólogos/as de la conservación, teniendo que definir un área de conservación dentro de su escuela.

Pregunta: En (mes) del (año), ¿Cómo varía la diversidad de especies (medido a través de la riqueza de especies) entre distintos sitios del Colegio (nombre del colegio)?

Metodología:

1- Variables: Distinguir en las variables dependiente e independiente, ¿Qué se compara?, ¿Qué se mide?

2- Muestreo: Obtener cinco muestras por cada sitio, en cinco sitios distintos. Identificar o caracterizar los individuos, de la misma y/o distinta especie.

Análisis: ¿En qué sitio se encontraron más especies? ¿Cómo varían los individuos de una misma especie? ¿Qué sitio del colegio será entonces el área a proteger?

---

## KATINNA ONETTO

Área Física

Liceo Bicentenario Simón Bolívar

Las Condes, Región Metropolitana



Lo primero debería ser el ver la protección de la biodiversidad como una necesidad fundamental tanto para el presente como el futuro de nuestro planeta. Además, sería muy importante abarcar este tema de forma transversal y no seguir dejándolo en manos únicamente del área de las ciencias. Podemos abordar este tema desde todas las asignaturas, analizando gráficos del daño que el hombre ha producido en diversas especies; aprendiendo a leer, analizar y producir textos; estudiando a través de las historias, las acciones que se han hecho para la protección de este; generando obras artísticas que ayuden a generar conciencia, etc. Actualmente podemos aprovechar la entrada tanto de la tecnología e información disponible en las redes, como también las metodologías activas en aula. Las escuelas, por ejemplo, podrían intencionar proyectos ABP centrados en la protección de la biodiversidad. Educar desde el ejemplo también es muy importante y si bien la pregunta nos conduce a cómo educar desde el aula, además de lo expuesto anteriormente, sería de vital importancia, planificar y ejecutar actividades que involucren a toda la comunidad y por qué no, teniendo a nuestros niños como protagonistas en esta lucha por la protección de la biodiversidad.

---

## WALESKA LOVERA

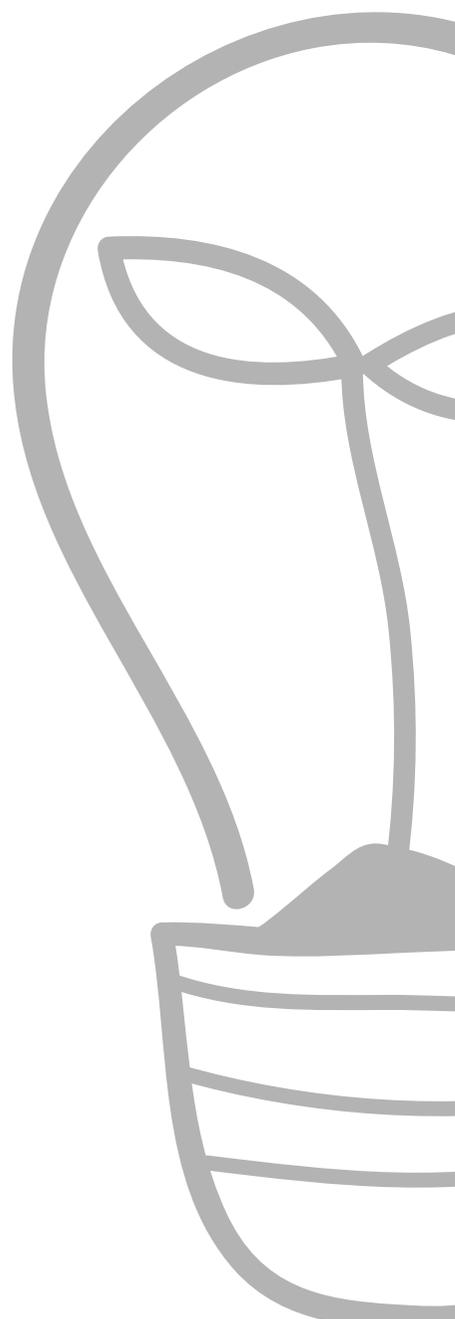
Área Ciencias Naturales

Colegio Akros

Nuñoa, Región Metropolitana



Enseñar la protección a la biodiversidad es un gran desafío, que en la actualidad debe ser tratado, no solo con una mirada biológica sino socio ecológica, ya que involucra a las personas y las decisiones que toman en su territorio. A través de este tema podemos relacionar varias asignaturas y saberes, desde la filosofía, ética y economía, hasta las cosmovisiones de pueblos originarios, no tener temor de hablar de política, como un ejercicio de la ciudadanía que permita su protección. Una manera práctica que utilizo es el juego de roles, buscar alguna problemática ambiental cercana y conocida por los estudiantes, por ejemplo: "Las amenazas al bosque Panul", dividir el curso en grupos, donde algunos sean habitantes del lugar, científicos, ONG ambientales, inmobiliarias, municipalidad, deportistas, etc. Cada grupo plantea sus posturas en una asamblea que al final lleve a algún acuerdo de la problemática planteada. Otra actividad que realizo es utilizar la plataforma iNaturalist, a través de ella, solicito un reporte de alguna especie nativa o endémica y lo ideal es que los estudiantes puedan realizar alguna colaboración a esta APP de ciencia ciudadana. Hay que reconocer siempre que el bienestar humano depende de la biodiversidad y de ahí su valor por protegerla, pero además doy mucha importancia al valor intrínseco de la biodiversidad y por esto, al respeto y amor a las múltiples formas de vida, con las que cohabitamos en este diverso planeta.



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE





# Brotos Científicos

Revista de Investigaciones Escolares

[brotescientificos.usach.cl](http://brotescientificos.usach.cl)



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



Ministerio de  
Ciencia,  
Tecnología,  
Conocimiento  
e Innovación  
Gobierno de Chile



EXPLORA  
REGIÓN  
METROPOLITANA  
SUR PONIENTE



EXPLORA  
REGIÓN  
METROPOLITANA  
NORTE