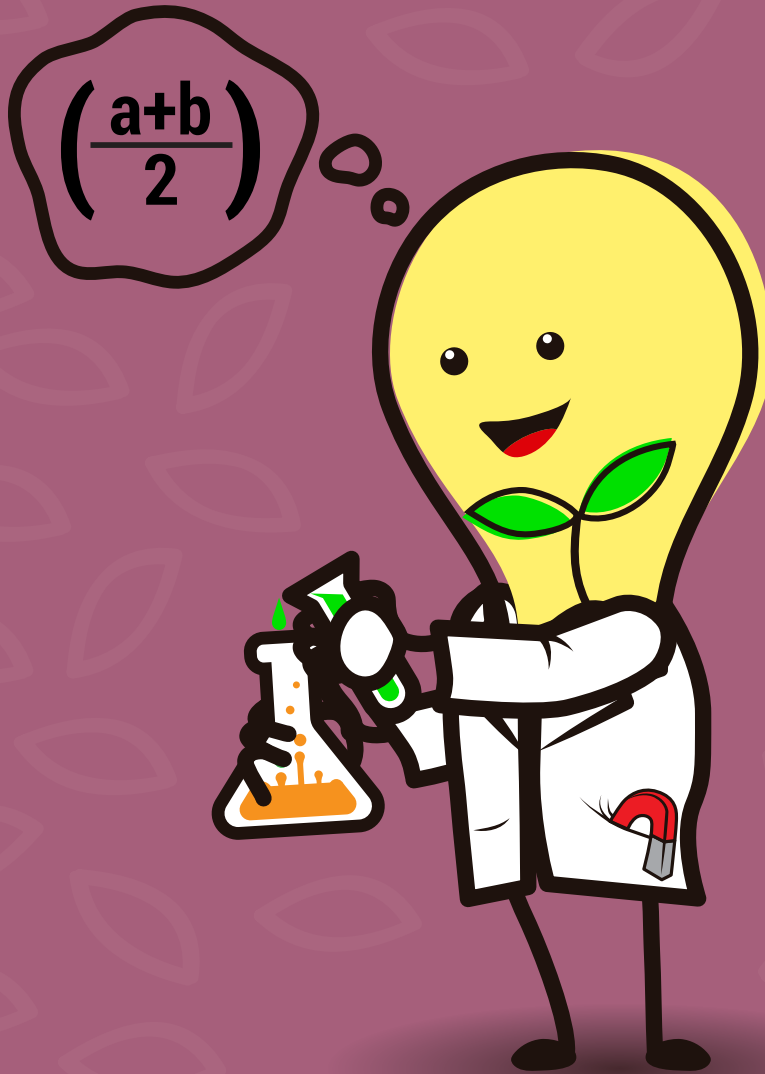


Brotos Científicos

Revista de Investigaciones Escolares



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



PRESENTACIÓN

Brotos Científicos: Revista de Investigaciones Escolares, es un proyecto que surge el año 2016, desde la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación de la Universidad de Santiago de Chile en conjunto con el Proyecto Asociativo Regional PAR Explora Región Metropolitana Norte, en ese entonces perteneciente a la Facultad de Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Hoy pertenecemos a la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile.

Somos la primera revista indexada en toda Latinoamérica que ofrece un espacio donde estudiantes de educación básica y media, a nivel nacional e internacional, pueden publicar sus trabajos de investigación en compañía de docentes que guían sus proyectos.

El primer número salió a circulación a fines de marzo de 2017. Hoy, 6 años después, les presentamos la segunda entrega del año 2022. En este segundo número colaboran nuevamente con nosotros el PAR Explora RM Norte y Sur Poniente, así como también al PAR Explora Coquimbo y la organización LuxCalihue, Proyecto de divulgación científica formado por estudiantes de Bioquímica, Química y Farmacia, y Derecho de Rengo.

El segundo número de este año cuenta con 5 investigaciones escolares de diversos sectores y comunas de nuestro país: Santiago, Salamanca, Copiapó y Coquimbo, todos pertenecientes a las áreas de Ciencias Naturales. Queremos felicitar a los 32 autores de los trabajos (7 hombres y 25 mujeres), los profesores guías (4 hombres y 2 mujeres), los asesores científicos y los evaluadores. Agradecemos a todas y todos por su participación en esta publicación.

En esta oportunidad contamos con el saludo editorial del Dr. Rodrigo Vidal Rojas, Rector de la Universidad de Santiago de Chile (periodo 2022-2026); la columna de opinión de la Dra. Carolina Aliaga, Directora del Departamento de Investigación Científica y Tecnológica; en el reportaje, presentamos a investigadoras e investigadores de la Universidad de Santiago de Chile, quienes reflexionan sobre la función esencial de las ciencias básicas y la importancia del fortalecimiento de su enseñanza para el logro del desarrollo sostenible. En este número se incluye una entrevista al profesor Eduardo Jaime Muñoz, de la comuna de Monte Patria en la región de Coquimbo, quien nos habla de la importancia de las Ciencias Básicas en la formación temprana de los alumnos.

Finalmente, en la sección breves, que en esta oportunidad versa sobre el uso de las Ciencias Básicas, 3 profesoras y 3 profesores responden a la pregunta “En la sala de clases ¿Enseñas a tus estudiantes las aplicaciones de las ciencias básicas?”. Desde la mirada estudiantil, 6 alumnos (4 mujeres y 2 hombres) responden la pregunta “A partir de lo que has aprendido en tus clases de ciencias ¿Para qué sirven las ciencias básicas?”

Brotos Científicos: Revista de Investigaciones Escolares
ISSN 0719-8566 Versión Impresa | ISSN 0719-8558 Versión en Línea | Vol. 6 | N° 2 (2022)

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

Carolina Aliaga

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 Martin
Elia Soto
Lorena Sulz
Fernando Valiente
Raúl Vinet

EDICIÓN PERIODÍSTICA

Scarlette Araya
Isidora Reyes
Constanza Soudy

DISEÑO Y PRODUCCIÓN

Francisco Rodríguez

ADMINISTRADOR WEB CORRECTOR DE PRUEBA

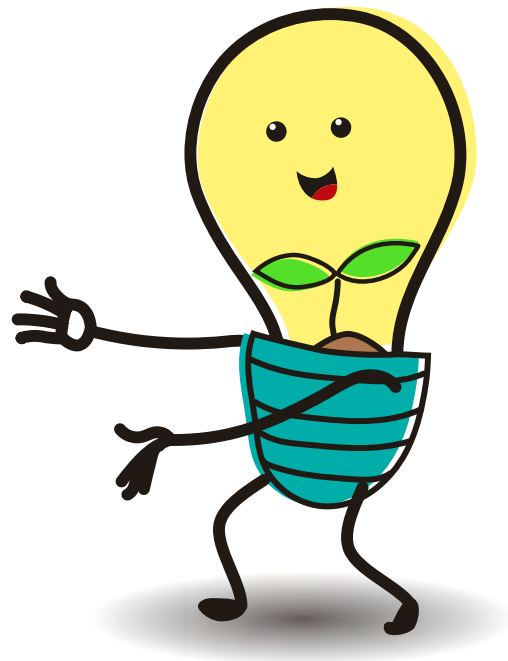
Héctor Ríos

COMMUNITY MANAGER

Irma Fernández

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

Rodrigo Vidal Rojas
Inspirar, educar y transformar

COLUMNA DE OPINIÓN

7

Carolina Aliaga Vidal
USACH: universidad pública para el desarrollo sostenible

REPORTAJE

8

**Brenda Modak, Manuel Azócar,
Paola Arias y Andrés Navas**
Ciencias básicas para el desarrollo sostenible:
fortalecimiento, visibilización e inclusión

ENTREVISTA

12

Eduardo Jaime Muñoz
La luz de la evidencia científica debiese ser el desarrollo
sostenible y el norte de nuestro comportamiento
sobre la naturaleza



CIENCIAS NATURALES

16

**Frena por la fauna: propuesta de señalética caminera
para mitigar los atropellos de animales nativos en Chile**
Catalina Moyano • Matilda Santana • Rocío Vargas

17

**Relación vegetación-clima en ecosistemas de Quebrada de
Peñuelas (2017-2020), comuna de Coquimbo, Chile**
Elena Cancino • Jessica Opazo • Benjamín Ossa
Peter Marín • Antonella Quezada • Isaura Lok

25

**Monocristales y conglomerados de
cristales de sulfato de cobre**
Sofía Vásquez

35

**Presencia de la tenca de alas blancas (*Mimus triurus*)
en Chile: revisión y propuestas para su búsqueda**
Emma Aillón • Javiera Riquelme • Diana Alcota
Claudia Marambio • Valentina Casanova

41

**Efecto antibacterial del extracto etanólico de *Mesembryanthemum
crystallinum*, sobre la microbiota de las manos**
Eliot Gómez • Consuelo Araya • Ailin Véliz • Leodan Andrade • Angel Vergara
Javiera Mondaca • Aylene Pastén • Javiera Pastén • Valentina Varas • Javiera Salas
Anaís Nuñez • Yuliana Pérez • Yenny Muñoz • Valesca Aguirre
Juliana Pastenes • Renato Tapia • Benjamín Gallardo

51

En la sala de clases ¿Enseñas a tus estudiantes las aplicaciones de las ciencias básicas?

Docentes

María Eugenia González

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rubén Mella

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Yazmín Espinoza

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

César Piñones

Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile

Manuel Echeverría

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

María Eugenia Martínez

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

A partir de lo que has aprendido en tus clases de ciencias ¿Para qué sirven las ciencias básicas?

Estudiantes

Antonia Lira

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Cristóbal Vergara

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Javiera Espinoza

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Vicente Hinojosa

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Diana Alcota

Liceo Sagrado Corazón

Magdalena Martínez

Instituto Alonso de Ercilla





INSPIRAR, EDUCAR Y TRANSFORMAR

Las ciencias básicas son el primer acercamiento que tienen niños y niñas para explorar el mundo desde nuevos enfoques. Al crecer notamos que las matemática, la física, la química y las ciencias de la vida se encuentran en todas las dimensiones de esta, incluso, pudiéndose explicar ciertos aspectos de la naturaleza desde las matemática.

Este 2022, fue declarado por la Organización de Naciones Unidas (ONU) como el Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible, con el objetivo de destacar su rol en el progreso y el desarrollo de una sociedad más consciente en un año donde los desafíos son enormes y urgentes.

Lograr un desarrollo sostenible por medio de las ciencias está al alcance de todos. Tanto niños, niñas, jóvenes y adultos, pueden transformar el mundo en el que vivimos, buscando soluciones al cambio climático, crisis hídrica y pérdida de biodiversidad que sean amigables con el medioambiente. Cada avance o nuevo descubrimiento no solo recorre las fronteras del conocimiento, sino que también inspira soluciones inesperadas para problemas que no estaban en el foco. Sumado a esto, las ciencias básicas son reflexivas y despiertan la curiosidad esencial de la humanidad: preguntarse por qué suceden las cosas, buscar la esencia de la realidad y la naturaleza con el deleite de conocer. Esa contribución no es perceptible en lo inmediato, pero sí es notoria al considerar todo lo que sabemos hoy en relación a nuestras y nuestros antepasados.

El cambio de perspectiva sobre cómo nos relacionamos con la naturaleza y habitamos el planeta debió suceder hace tiempo. Muchas y muchos ya lo comprendieron, por lo mismo, desde la Universidad de Santiago de Chile (USACH), además de fomentar la investigación de docentes e investigadores/as en pos de los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS), también se trabaja en proyectos que promuevan la curiosidad por las ciencias desde la educación básica, como es la revista de investigaciones escolares, Brotes Científicos.

En el último ranking Nature Index, Chile clasifica en el número 29 a nivel global en producción científica, considerando los artículos publicados en 82 revistas especializadas de alta calidad en las áreas de química, ciencias de la vida, ciencias de la tierra y ciencias físicas. A nivel Sudamericano, estamos en el segundo lugar a pesar de que la inversión en relación al PIB de nuestro país es escasa. Lejos de pensar que esto puede ser desalentador, debe ser un incentivo para ir por más y aspirar a una mayor inversión en ciencia. Además de valorar el trabajo de quienes desarrollan una labor científica de alta calidad en nuestro país e inspiran a las personas a seguir pensando, conociendo, investigando y abriendo caminos para que en un futuro podamos vivir en armonía con nuestro medio ambiente.

Les extiendo la invitación a seguir aprendiendo e inculcando la valoración por el mundo de las ciencias básicas a estudiantes, colegas, amigos y familiares. Construyamos de la mano un mejor futuro para todos y todas.



Dr. Rodrigo Vidal Rojas
Rector
Universidad de Santiago de Chile

USACH: UNIVERSIDAD PÚBLICA PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE



Dra. Carolina Aliaga Vidal
Directora

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

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2022 como el Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible, proponiendo en conjunto con las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) cinco temas claves. La Universidad de Santiago de Chile y en especial esta nueva Rectoría, están en completa sintonía con estos desafíos y afirmamos el compromiso constante con su abordaje.

Fomentar la ciencia como bien público es una preocupación constante que se ve reflejada en actividades prácticas, como la Feria Científica de la Facultad de Química y Biología, organizada y ejecutada por estudiantes de pre y posgrado de Ciencias Básicas, motivados a recibir a estudiantes de colegios de Enseñanza Media, Básica e incluso párvulos para conectarse con experimentos. Descubrir la ciencia desde lo cotidiano es menester de todo científico y educador de la misma. Comunicar y enseñar a la sociedad la manera de razonar científicamente es incluso una herramienta que nos humaniza y nos hace cada vez más conscientes del impacto de nuestro accionar en el medio ambiente.

Innovación y desarrollo económico es un objetivo estratégico que releva e inspi-

ra nuestro accionar como Institución, y está fuertemente ligado a la esencia de la Vicerrectoría de Investigación, Desarrollo e Innovación (VRIDEI), en particular con la labor de la Unidad de Innovación y Emprendimiento (UIE) cuyo objetivo es fomentar el emprendimiento y la innovación con impacto económico, social y ambiental. Su concurso Despega USACH convoca cada año a estudiantes de pre y posgrado que cuenten con una idea de emprendimiento que entregue soluciones concretas a desafíos globales desde la ciencia, la tecnología y la innovación con impacto social, para fortalecer y validar sus proyectos que culmina con la asignación de premios.

En la Dirección de Investigación Científica y Tecnológica (DICYT), además de promover el desarrollo de conocimiento con el financiamiento de proyectos de investigación, el **uso de las ciencias básicas como fuentes de diálogo internacional y de paz**, es una actividad permanente que nos estimula, donde por medio de la disposición de fondos concursables se impulsa la participación en pasantías y la asistencia a eventos científicos. Esta acción que busca promover el diálogo entre científicos nacionales e internacionales es noble y necesaria, le proporciona prestigio al ser validada por pares científicos, y se

lleva a cabo en ambientes académicos que además de brindar la oportunidad de divulgar los hallazgos de nuestros investigadores y estudiantes en formación científica, se hace en un ambiente de respeto y valor por el accionar científico.

La dimensión de **educación y desarrollo humano** es el eje central de nuestra Institución, cada año ingresan a nuestro Campus Universitario 1500 estudiantes que dedicarán sus estudios en alguna de las ramas de ciencias básicas. La formación que reciben nuestros estudiantes es de calidad y cuenta con el compromiso de todos los académicos y académicas de nuestra casa de estudios por aportar al desarrollo de ciudadanos éticos, profesionales conocedores de su especialidad y conectados con la sociedad a la cual deben atender sus necesidades.

El fortalecimiento de la presencia y visibilidad de las mujeres es uno de los objetivos estratégicos de nuestra Universidad y lo ejecuta a través del Proyecto Innovación en Educación Superior (InES) en Género, que financia la ANID. Este proyecto denominado "Ciencia + Género: I+D+i+e con enfoque de género en la Universidad de Santiago", fue elaborado por la VRIDEI, y busca disminuir brechas de género en el acceso y carrera científico-investigativa, promoviendo la transversalización de la perspectiva de género en la investigación científica. Este trabajo, que se ha realizado de manera conjunta con la Dirección de Género, Diversidad y Equidad (DGDE) de la Institución, ha apoyado la labor con el desarrollo de capacitaciones que enriquecen el diálogo y brindan conocimiento a las y los funcionarios.

Todas estas acciones, enmarcadas en los temas que nos propuso la ONU para celebrar el Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible, constituyen sin lugar a duda nuestra inspiración permanente. Las nuevas temáticas con las que nos desafía nuestra sociedad moderna son abordadas con seriedad, constancia y coherencia. El año 2023 representará un año que enfrentaremos como siempre, con el compromiso por seguir aportando a esta sociedad en constante construcción y lo seguiremos haciendo con alegría, entusiasmo y compromiso por engrandecerla cada día más.

CIENCIAS BÁSICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE: FORTALECIMIENTO, VISIBILIZACIÓN E INCLUSIÓN

Desde la Universidad de Santiago de Chile, investigadoras e investigadores reflexionan sobre la función esencial de las ciencias básicas y la importancia del fortalecimiento de su enseñanza para el logro del desarrollo sostenible.

Por Constanza Soudy



Brenda Modak, Manuel Azocar, Paola Arias y Andrés Navas

El 21 de diciembre de 2021, La Asamblea General de las Naciones Unidas proclamó el 2022 como el Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible. Esta conmemoración tiene como fin poner en relieve la importante función que desempeñan las ciencias básicas para la comprensión de los principales desafíos sociales y globales, así también, para la humanidad.

“Las Ciencias Básicas como las matemática, la física, la química y las ciencias de la vida, son ciencias impulsadas por la curiosidad que tienen además un papel fundamental en nuestras vidas”, señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura (UNESCO).

Según indica este organismo, **“aportan medios y herramientas necesarias para hacer frente a los desa-**

ños socioeconómicos y ambientales mundiales como el cambio climático, la crisis del agua, la pérdida de biodiversidad, los fenómenos extremos y la desoxigenación de los océanos”. A pesar de ello, la importancia crucial de las Ciencias Básicas es escasa o nulumamente reconocida.

Los objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), constituyen un llamado universal a la acción para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y mejorar las vidas y perspectivas de las personas en todo el mundo para el año 2030.

Donde las Ciencias Básicas poseen un papel crucial en muchos, sino todos ellos tal como indica la **Vicedecana de Docencia y Extensión de la Facultad de Química y Biología, Brenda Modak: “las ciencias Básicas aportan con el conocimiento básico para dar sustento al desarrollo sostenible”.** “Ellas

dan las bases para la búsqueda y el desarrollo de productos, servicios, medios y herramientas para poder satisfacer las necesidades del ser humano y la vida en general”, agrega.

En esta misma línea el **Dr. en Química Manuel Azocar puntualiza que las Ciencias Básicas requieren de estudios fundamentales al ser ellas las que permiten aplicar los conocimientos. “Con ellos, se pueden entender los alcances e incluso peligros que pueden tener las cosas que se están estudiando o que potencialmente se aplicarán”.**

Rol de las Ciencias Básicas en la innovación y desarrollo académico

Las innovaciones tecnológicas utilizadas a diario tienen su origen en los descubrimientos de las Ciencias Básicas. Sus aplicaciones son esenciales para lograr avances en los

campos de la medicina, la industria, la agricultura, los recursos hídricos, la planificación de la energía, el medio ambiente, las comunicaciones y la cultura, al mismo tiempo que responden a las necesidades de la humanidad al dar acceso a la información y aumentar el bienestar de la sociedad, declaran las Naciones Unidas.

La Dra. en Ciencias con mención en Física, Paola Arias, detalla que: “en este mundo cada vez más dependiente de la tecnología y los avances científicos, las Ciencias Básicas nos rodean en la mayoría de las funciones que desarrollamos. Tomar conciencia de los procesos y las teorías que existen detrás nos permiten entender su impacto”.

Recientemente la USACH avanzó al cuarto lugar en el Ranking de Investigación, Desarrollo e Innovación I+D+i 2022, analizado por el Grupo de Estudios Avanzados Universitarias, teniendo de base tres dimensiones: capacidad de generar conocimiento y productividad, impacto y calidad en sus trabajos, transferencia e innovación.

El **Dr. Manuel Azocar** quien trabaja en torno a Química Bioinorgánica, síntesis inorgánica de metalofármacos, Nanomateriales y Biocorrosión, relató un caso de éxito de esta área: **“Como científicos de la USACH, llevamos bastantes años haciendo estudios de Ciencias Básicas, fue así como nuestro conocimiento y asesorías, sirvieron para el desarrollo, junto con la empresa Deysa, de mascarillas autodesinfectantes que contienen nanopartículas que destruyen el virus del COVID-19”.**

Es por ello que, según informan las uniones y socios fundadores de este año internacional, la difusión de los resultados de la ciencias básicas y de todos los documentos necesarios para su producción es de gran importancia.

“La USACH es una institución de larga tradición que ha sabido potenciar la integración social con el desarrollo académico al más alto nivel”, relata el Dr. en Matemática, Andrés Navas. **“Se puede destacar el fuerte impulso que ha dado a las Ciencias Básicas en estos últimos 30 años”,** enfatiza.

Para la Dra. Paola Arias, **“Hay muchas formas en las que la USACH visibiliza nuestro trabajo en ciencia. A nivel académico y**

de investigación, existen facilidades y apoyo para divulgar en revistas científicas como también para asistir a congresos y seminarios especializados”.

“Además, existen recursos de apoyo como la revista Brotes Científicos, para comunicar nuestro trabajo y lograr que se interesen en las ciencias desde un punto de vista más amigable y lúdico”, ejemplifica.



Fotografía: Gentileza Manuel Azocar

Participación inclusiva en la ciencia

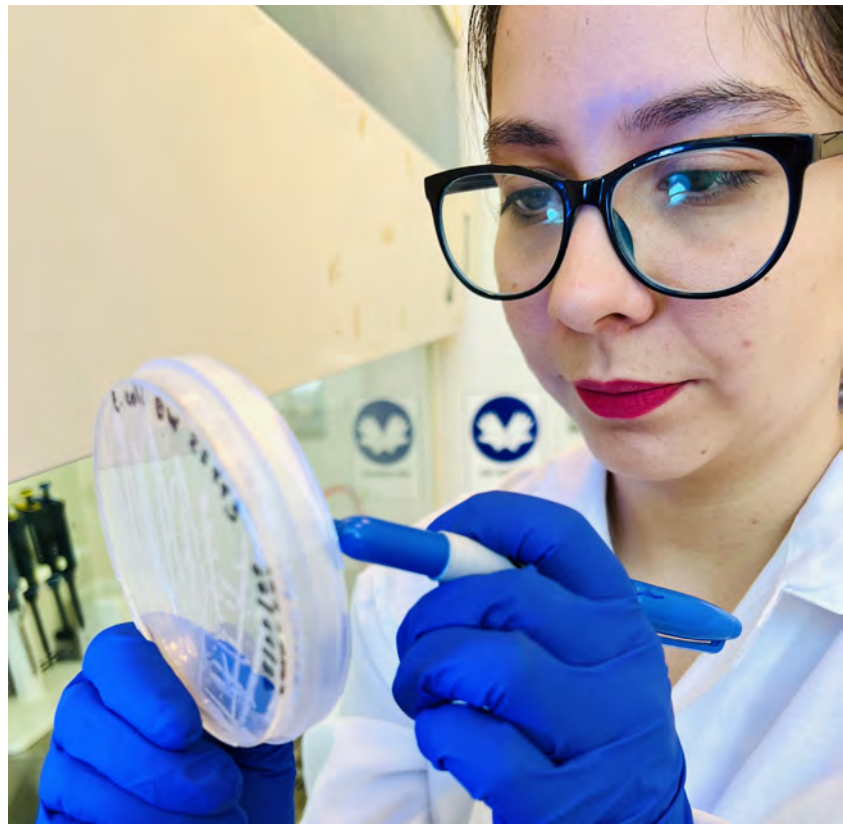
La participación de todas las personas que lo deseen, sea cual sea su origen, sexo, posición social o geográfica, es esencial para el progreso de las Ciencias Básicas.

“La participación de las personas en el proceso científico guarda estrecha relación con su acceso a instancias de formación y difusión del conocimiento. Nuestro país ha experimentado un fuerte auge de estas últimas en los últimos 10 años, con una fuerte presencia de nuestra universidad. Participar de este tipo de instancias se ha hecho mucho más asequible, aunque queda mucho camino por recorrer aún”, señala el Dr. Andrés Navas.

Sin embargo, según señala el Instituto de estadísticas de la UNESCO, menos del 30% de los científicos del mundo son mujeres, siendo así la brecha de género especialmente amplia en muchos países en desarrollo.

Desde este punto de vista, la **Dra. Modak apunta a la importancia de “mostrar los logros de las mujeres en ciencias y que todas y todos tenemos las mismas capacidades”, además, de encargarse de generar las mismas oportunidades.**

“La Facultad de Ingeniería creó la Red de Mujeres en Ciencia y Tec-



Fotografía: Gentileza Manuel Azocar

nología, cuya idea es generar unión y conexión entre departamentos, académicos y sus estudiantes mujeres, que ingresan de la educación media, para acompañarlas en el desafío de estudiar una carrera científica-tecnológica”, detalló.

En esta misma línea, el **Dr. Manuel Azocar señaló que: “hay estudiantes de doctorado, ingenieras, matemáticas y físicas que se de-**

dican a la investigación y generan conocimiento. Hoy día eso afortunadamente cambió y no hay barreras para poder desenvolverse en el área científica”. Además, tomó la instancia para destacar a la Dra. Dora Altbir, Premio Nacional de Ciencias Exactas y Directora del Centro para el Desarrollo de la Nanociencia y la Nanotecnología de la USACH.



Fotografías: Gentileza Manuel Azocar



Fotografía: Gentileza Manuel Azocar

Reforzar la educación y la formación científica

La educación científica desde una edad temprana despierta el apetito por la investigación y anima a las personas a seguir carreras científicas, lo que es esencial para el desarrollo de la humanidad.

“Los intereses que los niños desarrollan a una edad temprana determinan en gran medida los intereses que tendrán más adelante en la vida, por lo tanto, fomentarles el interés por investigar, observar, explorar y preguntarse, es crucial para desarrollar en ellos y ellas el interés por las ciencias”, explica la Vicedecana de Docencia, Brenda Modak.

“Es increíble cómo la Ciencias Básicas, la investigación y el quehacer científico lo están desarrollando estudiantes. Los chicos están haciendo investigaciones originales y las están publicando. Brotes Científicos hace ese aporte a nivel latinoamericano, como

una revista que constituye el conocimiento en científicos de menor edad”, reflexiona el Dr. Manuel Azocar.

Además, al método científico y la curiosidad pueden llevarse a muchos otros ámbitos de la vida personal, profesional y social, lo que contribuye a la formación de ciudadanos responsables y autónomos.

“Para quienes no sigan carreras ligadas a ámbitos del conocimiento o técnico, es sumamente importante fomentar un pensamiento científico y, por extensión, un pensamiento crítico que les permita tomar decisiones no solo informadas, sino también con los elementos necesarios para su análisis”, enfatiza el Dr. Andrés Navas.

“Acercar las ciencias a los colegios e invitar a los y las estudiantes a realizar experiencias lúdicas y entretenidas es claramente una acción que cada vez va tomando más fuerza”, indica la Dra. en

ciencias con mención en Física, Paola Arias. “A su vez, tenemos que ser capaces de convocar a los diferentes niveles de la sociedad, grupos y géneros a que hagan suyos espacios de divulgación y se genere una cultura de interés por estos temas”, apunta.

Acerca de ello, la Dra. Brenda Modak afirma que: “es muy importante crear conciencia de la función de las ciencias básicas en la sociedad, para poder acceder, generar conocimiento y dar herramientas para enfrentar desafíos como el cambio climático, la falta de agua y las nuevas enfermedades”.

Al respecto, el Dr. Andrés Navas reafirma que enfrentar estos desafíos de manera informada, juiciosa y generosa, **“será posible solo mediante un amplio dominio de temas sustanciales en ciencias básicas”. Y concluye que: “cualquier esfuerzo en la dirección del desarrollo sostenible, debe llevar consigo a la ciencia, en particular, las Ciencias Básicas”.**

Eduardo Jaime Muñoz, docente y magíster en Desarrollo Regional y Medioambiente:

LA LUZ DE LA EVIDENCIA CIENTÍFICA DEBIESE SER EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y EL NORTE DE NUESTRO COMPORTAMIENTO SOBRE LA NATURALEZA

En 2021 el Profesor de Historia y Geografía, Eduardo Jaime Muñoz, fue nombrado como Ciudadano Ilustre de la Comuna Monte Patria, Región de Coquimbo por su aporte a la educación desde el área ambiental donde ha liderado diferentes proyectos de investigación científica escolar en pos del desarrollo sostenible.

Por Isidora Reyes en colaboración con Par Explora Coquimbo



Eduardo Jaime Muñoz, docente y magíster en Desarrollo Regional y Medioambiente

Fotografía: Gentileza de archivo Par Explora Coquimbo

“La educación científica desde una edad temprana despierta el apetito por la investigación y anima a las personas a seguir carreras científicas, lo que es esencial para el desarrollo de la humanidad. Además, los métodos científicos y la curiosidad pueden llevarse a muchos otros ámbitos de la vida personal, profesional y social, lo que contribuye a la formación de ciudadanos respon-

sables y autónomos”, recalca la Organización de Naciones Unidas (ONU) en el documento “Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible 2022” (IYBSSS, por sus siglas en inglés).

En este contexto, los docentes son la fuerza que impulsa y aviva el interés de niños, niñas y jóvenes por las ciencias básicas. Por lo que

buscar iniciativas que logren despertar la curiosidad de los estudiantes es uno de los mayores desafíos a los que se enfrentan este año.

Eduardo Jaime Muñoz, tiene 12 años de experiencia como profesor en la comuna de Monte Patria, Región de Coquimbo. Si bien estudió Historia y Geografía, su amor por la naturaleza y pedagogía lo llevó a liderar

diferentes proyectos de investigación científica escolar para diferentes colegios rurales de la zona. En 2020 fue destacado por el programa Máster Profe de Origo Lab, financiado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), como un actor clave dentro de la comunidad estudiantil por sus iniciativas de concientización sobre cuidado y protección del medio ambiente desde una mirada multidisciplinaria que abarca gran parte de las ciencias básicas.

¿Cómo comprende las ciencias básicas y de qué forma promueve en sus estudiantes el interés y la curiosidad por estas?

Comprendo las ciencias básicas como un área del conocimiento dentro de la sociedad, que tiene múltiples campos de desarrollo que dialogan con otras ciencias y se articulan en el área educativa gracias al desarrollo de talleres bajo una perspectiva indagatoria e investigativa.

Las ciencias básicas son impulsoras de cambios sociales y un agente democratizador del conocimiento. Son el primer acercamiento que tienen niños y niñas para encontrar soluciones a problemas específicos en su día a día.

Hoy en día, los esfuerzos de la comunidad educativa deben apuntar a que las personas sean conscientes de la importancia de cuidar el medio ambiente y manejar de forma eficiente los recursos naturales. Integrando el conocimiento científico se puede lograr un desarrollo sostenible y un mejor futuro.

Para incentivar el interés por las ciencias básicas en los estudiantes es necesario que los profesores ya no repitan la misma guía durante cuatro años. Es importante que comprendan que una salida a terreno se puede adaptar a diferentes asignaturas y ciencias, solo hay que



Fotografía: Gentileza de archivo Par Explora Coquimbo

ser creativo, innovador y pensar en qué le puede gustar a los alumnos.

¿Por qué ha centrado sus investigaciones en conocer el entorno natural del lugar que habita junto a sus estudiantes?

Considero que el entorno natural que posee mi comuna es un laboratorio natural para el desarrollo de las ciencias y el medio ambiente. Creo que siempre he estado dispuesto a aportar en la enseñanza de los estudiantes en temáticas que se relacionen con el cuidado y protección del entorno.

Como profesor, puedo decir que la investigación científica escolar es una oportunidad para aportar en nuevos conocimientos científicos que puedan enriquecer el conocimiento adquirido de nuestro entorno natural.

En sus proyectos sobre el cuidado e importancia del medio ambiente, ¿cómo incluye el aprendizaje de otras ciencias básicas?

Muchas de las iniciativas que realizamos con los estudiantes son multifactoriales, por lo que ser creativo e innovador es fundamental para

darle una mirada interdisciplinaria. Este año, trabajamos en un proyecto del Programa de Investigación e Innovación Escolar (IIE), donde los estudiantes realizaron un estudio sobre la flora nativa quemada por un incendio forestal que afectó a las localidades de El Coipo, El Peñón y Semita en la comuna de Monte Patria, el cual se presentó al Congreso Regional Explora de Investigación e Innovación Escolar 2022. Este tipo de prácticas requiere que los alumnos exploren diferentes aristas de una problemática, por lo que se articula la ciencia natural con el lenguaje, al recopilar información y después darla a conocer; historia, para investigar las causas, geografía y biología.

Incluso, las salidas a terreno pueden ser una excelente herramienta para fomentar las matemáticas en los alumnos, por ejemplo, contando árboles y aprendiendo a conocer las edades de estos.

En base a la investigación sobre la flora nativa afectada por los incendios forestales, ¿qué pudieron descubrir y cuál fue el aporte a la comunidad?

Monte Patria, está enfrentando una gran sequía a causa del cambio



Fotografía: Gentileza de archivo Par Explora Coquimbo

climático. Ahora mismo, la comuna es un ejemplo de los estragos medioambientales que se están enfrentando a nivel nacional: la sequía, incendios forestales y altas temperaturas.

En este contexto, donde a nivel mundial se enfrenta una posible sexta extinción masiva de especies, es importante conocer lo que nos rodea. La investigación escolar realizada por los estudiantes dio a conocer que hay especies vegetales insertadas altamente inflamables, como el eucalipto, que en este caso ayudó a la propagación del incendio que afectó la zona. Pero no solo se descubrió eso, sino que también se hizo hincapié en la estructura del terreno, que también es fundamental para detener este tipo de siniestros a tiempo. En esta área, los estudiantes identificaron que no hay caminos, situación bastante similar a la que afectó a Viña del Mar, donde la falta de estos obstaculizó la llegada oportuna de bomberos y otro tipo de ayuda para detener su propagación.

En esta investigación, las ciencias básicas permitieron a los estudiantes y, por ende, a la comunidad, reconocer la flora nativa, que es el nicho ecológico de la comuna; la flora introducida, que puede ser perjudicial y altamente inflamable; además de la importancia de hacer más caminos.

Lo que se puede tomar como un primer acercamiento para desarrollar estrategias regionales para enfrentar los efectos del cambio climático y otros siniestros.

¿Este tipo de iniciativas son un primer paso para la reflexión sobre la importancia de promover las ciencias básicas?

Sí, sin duda. Es una invitación a reflexionar no solo desde el campo de la educación, sino también como personas integrantes de una comunidad que tienen el poder de replantear nuestra forma de desarrollo, generando puentes que permitan crear valores como el compromiso y la responsabilidad, con el fin de mejorar nuestros procesos productivos. También es una oportunidad de impulsar la acción ciudadana para contribuir al desarrollo sustentable.

A nivel nacional, ¿cuál es el principal desafío a la hora de promover el conocimiento de las ciencias básicas?

Hay bastantes, uno de los más importantes para mí es el aspecto competitivo que hay en el ámbito educacional a la hora de realizar instancias o iniciativas que fomenten y despierten la curiosidad de los estudiantes por lo que nos rodea para lograr un desarrollo sostenible.

Hay que tener en cuenta que hay instituciones con mayores recursos que otras, por ende, con mayor facilidad para gestionar salidas a terreno o implementar diferentes técnicas que sean más prácticas. En este caso, lo mejor es ver la importancia de fomentar el conocimiento, importancia y relevancia de las ciencias básicas desde una mirada colaborativa, donde todos los estudiantes tengan la posibilidad de acercarse de manera diferente a estas y, no solo de manera teórica en una sala de clases.

Los estudiantes no son solo receptores de conocimiento, sino que tienen una participación activa en la construcción de este.

¿Cree que es crucial que en la infancia se desarrollen y potencien habilidades científicas?

Sin duda, es importante para todos los niños y niñas de todo el sistema educativo, ya que están en la edad inicial de poder desarrollar y potenciar habilidades científicas. La educación científica no solo se traduce en aplicar las etapas del método científico tomando una problemática de qué queremos trabajar, sino también, en generar pequeñas habilidades y actitudes que nos transformen en ciudadanos responsables, comprometidos, y sobre todo, en

actores activos de los procesos de transformación cultural.

¿Piensa que las enseñanzas que se le entregan a la comunidad estudiantil permiten comprender el significado y la importancia de las ciencias básicas para el desarrollo sostenible de su comunidad?

La educación es el principal elemento para lograr cambios en la sociedad, una educación transformadora contribuye a generar personas que puedan tomar mejores decisiones para el desarrollo sostenible de las comunidades.

Por otro lado, considero que los conocimientos adquiridos en los talleres no solo se traducen en llegar a establecer un desarrollo sostenible en la comunidad, idea que me parece relevante y pertinente. Personalmente, considero que, hoy en día, la educación como tal necesita nuevas metodologías de trabajo para crear ecosistemas escolares donde los estudiantes puedan tener una diversidad de oportunidades para aprender creando. Tal como dice el Marco de la Buena Enseñanza del Ministerio de Educación, ambientes propicios que contribuyan a innovar y motivar a los estudiantes con nuevas miradas que contribuyen a mejorar, de gran manera, el sistema educativo en el aula escolar, que es lo más importante.

¿Piensa que las ciencias naturales son fundamentales para el desarrollo sostenible?

De todas maneras, las ciencias naturales y su relación también con otras ciencias se transforman en el puntapié inicial para desarrollar un proceso transformador en la educación rural y urbana que pueda apuntar al desarrollo sostenible. La educación en ese sentido es plantar la semilla para que en el tiempo se puedan cosechar los frutos que, sin duda, en este momento se están

viendo, como lo es esta nueva cultura de mejorar nuestra relación con el medio natural.

¿Qué deberíamos hacer las personas para comprender el valor del desarrollo sostenible para nuestra sociedad?

El desafío que tenemos como personas es llegar a crear una cultura ambiental, integrando a todos los miembros de la sociedad, creando espacios educativos que promuevan los valores ambientales y donde existan políticas de Estado que permitan darles continuidad a las distintas iniciativas ambientales que se están dando en el territorio. Es muy importante lograr una nueva forma de concebir nuestro desarrollo y eso no es estar en contra de nuestra forma de progreso, sino que demuestra la importancia de desarrollar formas de producción distintas y conscientes con el medioambiente que, a su vez, obtengan mejores resultados.

¿Qué cambios sociales en pos del desarrollo sostenible se dan a través de la promoción de las ciencias básicas?

Las ciencias básicas, específicamente desde el área de las ciencias naturales, se promueve la concien-

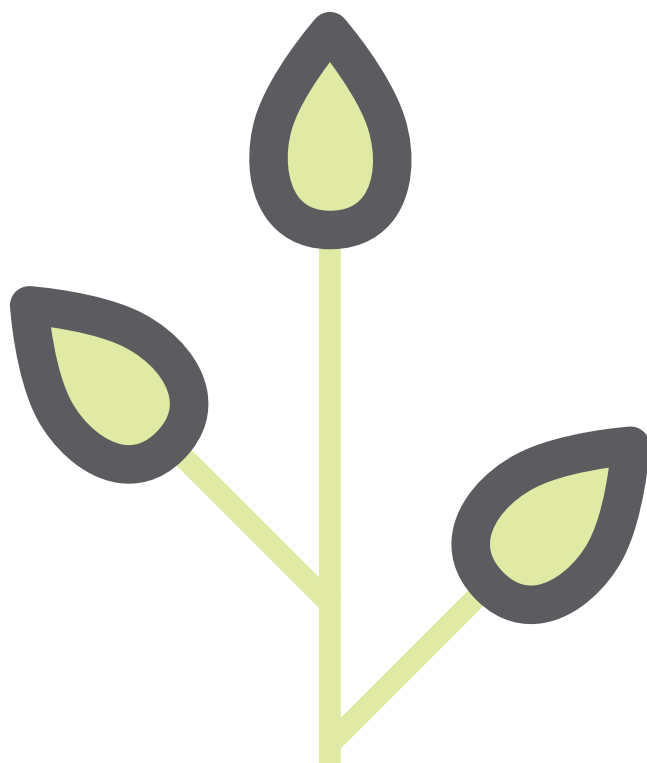
tización y valorización del medio que nos rodea. Lo que en estos momentos es importante, ya que atravesamos una sequía sin precedentes en Monte Patria y a nivel nacional. Una vez que tenemos conciencia de que nuestra acción tiene un impacto positivo o negativo en el medioambiente, se pueden crear estrategias que se implementen a nivel estudiantil, urbano y social en beneficio del desarrollo sostenible.

Por otra parte, son el primer paso para proponer nuevas fuentes de energía renovables y amigables con el medio ambiente, como la construcción de paneles solares que son una excelente opción para no impulsar la creación de más hidroeléctricas ahora que enfrentamos una megasequía a nivel nacional.

La ONU destaca que “las aplicaciones de las ciencias básicas son vitales para los avances en la medicina, la industria, la agricultura, los recursos hídricos, la planificación energética, el medio ambiente, las comunicaciones y la cultura y, que las tecnologías de ruptura de las ciencias básicas responden a las necesidades de la humanidad proporcionando acceso a la información y aumentando el bienestar de la sociedad, y promoviendo la paz mediante una mejor colaboración”.



Fotografía: Gentileza de archivo Par Explora Coquimbo





UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Artículo de Investigación / Research Article

FRENA POR LA FAUNA: PROPUESTA DE SEÑALÉTICA CAMINERA PARA MITIGAR LOS ATROPELLOS DE ANIMALES NATIVOS EN CHILE

STOP FOR WILDLIFE: ROAD SIGNAGE PROPOSAL TO MITIGATE VIOLATIONS OF NATIVE ANIMALS IN CHILE

Correspondencia

Cesar Piñones
cesarpinones@redobservadores.cl
Colegio Cumbres del Choapa
Salamanca

Autores

Catalina Moyano
Matilda Santana
Rocío Vargas

Colegio Cumbres del Choapa
Salamanca

Docentes Guías

Cileni Pastén
César Piñones
Colegio Cumbres del Choapa
Salamanca

Asesor Científico

Víctor Bravo
Laboratorio de Ecología de Vertebrados
Universidad de La Serena

Evaluador

Alexandre Carbonnel
Universidad de Santiago de Chile

<https://doi.org/10.35588/bc.v6i2.104>

Artículo Recibido: 29 de abril, 2022

Artículo Aceptado: 13 de julio, 2022

Artículo Publicado: 30 de diciembre, 2022



Resumen

El presente estudio buscó, vía encuestas desplegadas en Facebook, evaluar la opinión pública sobre diferentes alternativas de señalética vertical en carreteras y caminos, dirigida a llamar la atención de los conductores sobre la presencia de fauna nativa en la vía. En una primera consulta, el 100% de los informantes manifestó la necesidad de mejorar la señalética de carreteras que advierte sobre fauna en sus inmediaciones. En relación a una propuesta de señalética confeccionada por el equipo investigador, un 59.9% se inclinó por letreros con siluetas de vertebrados nativos. El uso de un fondo amarillo concentró el 72.6% de las elecciones, por sobre, por ejemplo, el fondo verde (16.3%). La señalética que combinaba silueta y leyenda informativa, concentró el 88.9% de las elecciones, siendo el rombo la figura geométrica mejor evaluada por las personas (52%). Estos y otros resultados junto con material educativo complementario, se discuten en función de acciones dirigidas a la comunidad, pensando en una educación vial que incorpore a la fauna nativa dentro de sus preocupaciones.

Palabras clave: Atropellos de fauna; Señalética de fauna; Educación vial.

Abstract

The present study sought, via surveys displayed on Facebook, to evaluate public opinion about different vertical signage alternatives on highways and roads, aimed at drawing the attention of drivers to the presence of native fauna on the road. In a first consultation, 100% of the informants expressed the need to improve road signs that warn of fauna in the vicinity. Concerning a signage proposal made by the research team, 59.9% favored signs with silhouettes of native vertebrates. A yellow background concentrated 72.6% of the elections over, for example, the green background (16.3%). The signage combined silhouette and informative legend concentrated 88.9% of the elections, with the rhombus being the geometric figure best evaluated by people (52%). Together with complementary educational material, these and other results are discussed based on actions aimed at the community, thinking of road education that incorporates native fauna within its concerns.

Keywords: Fauna outrages; Fauna signage; Vial education.

El Proyecto participó en:

* Versión número 50 de la Feria Científica Nacional Juvenil del Museo Nacional de Historia Natural 2020 y obtuvo el primer lugar en la categoría enseñanza básica.



Introducción

Los efectos negativos de las carreteras sobre la vida silvestre y los ecosistemas, han provocado que este tipo de infraestructuras se encuentren entre las 11 principales amenazas a la biodiversidad (Salafsky *et al.*, 2008). Sus efectos sobre la vida silvestre comienzan desde su construcción, con modificaciones en el uso de suelo y la consiguiente pérdida de hábitats (MEA, 2005; Souza *et al.*, 2015) y continúan hasta su funcionamiento con efectos a mediano y largo plazo, entre las que destacan: cambios en la dinámica de los ecosistemas, contaminación puntual (químicos) y difusa (luz y ruido), desplazamientos de animales, alteración de la conducta y muerte directa por atropellamiento, siendo esta última mayor a la mortandad de fauna reportada por caza (Forman y Alexander, 1998).

Los atropellos de fauna nativa en Chile, se han posicionado como un tema de interés para la opinión pública y el campo nacional sobre ecología en carreteras, tras recientes antecedentes sobre la gravedad de esta problemática socioambiental (Saavedra *et al.*, 2018; Bravo *et al.*, 2019; Cañoles *et al.*, 2019; Touret *et al.*, 2021), que en gran medida han sido visibilizados por “Fauna Impactada en los Caminos y Carreteras de Chile”; iniciativa de ciencia colaborativa entre el Laboratorio de Ecología de Vertebrados de la Universidad de La Serena, la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile y nuestro establecimiento educacional (ROC, 2020). En paralelo, nuestros hallazgos han permitido identificar a los felinos y cánidos nativos, como los mejores candidatos para generar campañas de sensibilización y educación sobre los impactos a la biodiversidad, que generan las carreteras y el tráfico vehicular (Araya *et al.*, 2020).

Existen varias medidas a nivel internacional para disminuir los atropellos en las rutas y estas se relacionan con pasos de fauna sobre y bajo nivel, señalética vertical, cercados perimetrales y reflectores, entre otras (Clevenger y Huijser, 2011; Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 2015). Al respecto, una de las estrategias más conocidas en el mundo, son las señaléticas, cuyo objetivo es la transmisión de información en función de la seguridad del usuario. En nuestro país, el señalamiento vertical con información de fauna nativa es escaso y se desconoce la participación de la comunidad en su implementación, situación que, al desarrollarse, podría mejorar la atención que se presta a la estructura en la carretera y de esta manera reducir potencialmente la probabilidad de atropellos.

Bajo este contexto, el presente proyecto exploró respuestas a la pregunta: ¿Qué tipo de señalética es más apropiada para llamar la atención de los conductores sobre la probabilidad de presencia de animales en la vía? Para ello, se seleccionaron un conjunto de dimensiones y preguntas asociadas a un diseño de señalética de carreteras que incorporó tanto especies carismáticas de vertebrados (Araya *et al.*, 2020), junto a otras opciones, como también la posibilidad de entrega de propuestas por parte de los informantes. Esto se evaluó por medio de 2 votaciones virtuales y una encuesta dirigida a la comunidad general, las que fueron divulgadas a través de la red social Facebook. A modo de hipótesis, se planteó que la señalética que incorpora siluetas de felinos y/o cánidos nativos e información adicional sería la mayormente preferida por la ciudadanía, frente a las que incorporaran otros taxones y un diseño más sencillo.



Método

La investigación se realizó durante los meses de junio y agosto de 2020, en modalidad teletrabajo, como parte de las actividades integradas de los talleres de artes visuales y ciencias naturales del Colegio Cumbres del Choapa (Salamanca, Región de Coquimbo, Chile) y como consecuencia del proyecto 2019, respuesta ciudadana en facebook a los atropellos de fauna (Araza *et al.*, 2020). El trabajo consideró las siguientes etapas: a) inmersión y diagnóstico sobre realidades comparadas de señalética caminera preventiva de atropellos a nivel internacional y nacional, b) delimitación de categorías, variables y preguntas asociadas a la señalética caminera, c) elaboración de una propuesta de señalética por parte del equipo de investigación y d) publicación de tres encuestas de percepción de señalética en el formato prediseñado de Facebook y formulario de Google Drive.

Durante los meses de julio y agosto, a modo de encuadre general del presente estudio, se realizaron dos votaciones con preguntas de respuesta cerrada y dicotómica, a través del fanpage del proyecto Fauna Impactada (www.facebook.com/faunaimpactada comunidad de 5.400 personas aproximadamente). Seguidamente, vía el sitio en Facebook de la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, se difundió a la comunidad naturalista nacional (Público aproximado en Facebook de 21.479 personas), una encuesta de 4 preguntas a modo de formulario en Google Drive (<https://forms.gle/GWg7KSUiRytQf35NA>), en donde se incluyeron diferentes diseños de señalética, considerando cuatro parámetros: a) silueta de vertebrado, b) color de fondo de cartel, c) forma del cartel y d) inclusión de leyenda informativa. Dichos criterios siguieron los lineamientos que hace España a través de su Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015).

Resultados y Discusión

Para el primer ejercicio de consulta abierta en Facebook del proyecto Fauna Impactada, se obtuvo un alcance de 401 personas, con la pregunta: ¿Qué opinión tienes sobre la señalética de carretera que alerta sobre la presencia de fauna?, el 100% de los informantes (n=72. 18% del alcance) manifestó la necesidad de mejorar la señalética de carreteras, que advierte sobre la presencia de fauna en sus inmediaciones. La opción de mantenerse igual, no presentó votaciones.

Para una segunda votación en el mismo sitio (alcance de 675 personas), referida a la pregunta: ¿Cómo evaluarías tu conocimiento personal sobre formas de reducir los atropellos de fauna en carretera?, un 65% de los participantes (n=52. 7,7% del alcance), manifestó tener conocimientos insuficientes sobre las formas de reducir los atropellos, mientras que un 35% evaluó como suficiente su saber sobre este tópico.

En lo que respecta a la encuesta de 4 preguntas dispuesta en formulario de Google Drive a la comunidad naturalista chilena, se obtuvo un alcance de 1.837 seguidores del fanpage de la ROC, siendo respondida por 252 personas (13,72% del total de los alcanzados). Las alternativas de respuestas que concentraron el mayor porcentaje de preferencia por parte de los informantes, se resumen en la Tabla N° 1.

En detalle, frente a la interrogante: ¿Qué silueta es más pertinente para una señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?, el 59,9% de los informantes se inclinó por una señalética que incorporaba en su diseño siluetas genéricas tanto de zorro, gato silvestre y ave rapaz nocturna (Figura N° 1). Señalética que sólo incorporé la silueta de un zorro se adjudicó el 32,1% de las preferencias. A su vez, carteles que sólo contemplan a un gato silvestre en su silueta fue conside-

Preguntas asociadas a propuesta de diseño de señalética	Mayor preferencia
¿Qué silueta es más pertinente para una señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?	59,9% carteles con siluetas variadas.
¿Qué color es más pertinente para una señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?	72,6% carteles con fondo amarillo.
¿Cómo debería organizarse la información en una señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?	88,9% carteles con silueta y leyenda informativa.
¿Qué forma debería tener la señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?	52% carteles con forma de rombo.

Tabla N° 1. Mayores preferencia de votos mostrados en porcentaje, ante propuesta de señalética. Datos obtenidos durante el segundo semestre de 2020 (n=252).



rada en un 2,8%. Las demás votaciones se distribuyeron entre silueta de lechuza y otras sugerencias de los informantes (por ejemplo: aves acuáticas, fauna nativa según zona geográfica).



Figura N° 1. Diseño preliminar de señalética caminera que incorpora en su diseño más de una silueta referencial de fauna nativa. Ilustraciones de Zorro culpeo (*Lycalopex culpaeus*), Lechuza (*Tyto alba*) y Gato colocolo (*Leopardus colocolo*).

Seguidamente, las opciones de respuesta a la pregunta: ¿Qué color es más pertinente para una señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?, se distribuyeron de la siguiente manera (Figura N° 2): 72,6% fondo amarillo, 16,3% fondo verde, fondo blanco, 3,6%, estando el resto de las respuestas adscritas al color café y a sugerencias (por ejemplo: fondo rojo, fondo blanco y marco rojo ancho).



Figura N° 2. Cuatro diseños preliminares de señalética caminera con diferentes colores de fondo, que pueden ser encontrados en diferentes carteles dispuestos en carreteras.

Las preferencias fueron más categóricas ante la pregunta: ¿Cómo debería organizarse la información en una señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?, en donde un 88,9% de los informantes se inclinó por señalética con silueta y leyenda informativa. Un 8,3% de los informantes encontró oportuno considerar ambas propuestas que se consignan en la Figura N° 3. El resto de los porcentajes dieron cuenta de propuestas de texto (por ejemplo: Atento Fauna en el Camino, Cuidado animales en la vía).



Figura N° 3. Diseños con dos propuestas que consideraron la presencia o ausencia de leyenda dirigida al conductor.

Por el contrario, las respuestas se distribuyeron de manera más equitativa para la pregunta: ¿Qué forma debería tener la señalética de advertencia sobre fauna nativa en carretera?, en donde el rombo se llevó el 52% de las preferencias, seguida de la forma triangular con un 24,6% y la circular con un 13,1%.

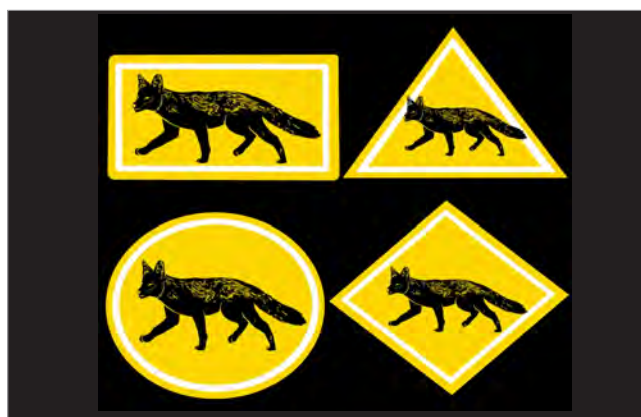


Figura N° 4. Cuatro diseños preliminares de señalética caminera con diferentes formas geométricas evaluados por los informantes del proyecto.



En Chile se utiliza una silueta genérica de un ciervo menor alóctono para advertir de animales salvajes en la ruta a los conductores (Figura N° 5), siendo escasos los ejemplos donde se visualiza la instalación de señalética vertical con la presencia de fauna nativa pertinente al territorio en donde se emplaza la ruta. Algunos ejemplos para el norte semiárido de Chile se encuentran restringidos a las cercanías de áreas silvestres protegidas como la Reserva Nacional Las Chinchillas, en la Región de Coquimbo y hace muy poco en el Parque Nacional Llanos de Challe, en la Región de Atacama.



Figura N° 5. Señalética tipo con silueta de un ciervo, que advierte de animales en la vía en las carreteras chilenas. Ejemplo ubicado en Comuna de Canela. Fotografía equipo Fauna Impactada.

Los resultados del presente trabajo dan cuenta de un interés ciudadano por incorporar fauna nativa carismática, la cual presenta una alta tasa de mortalidad como cánidos. Por parte de los informantes surge la inquietud de desarrollar siluetas con fauna coherente con la zona biogeográfica, considerando la diversidad paisajística del territorio chileno. En particular, las preferencias de los usuarios de redes sociales en cuanto a la selección de señalética vertical de color amarillo y que contenga tanto la silueta como la leyenda informativa, coincide con algunos modelos propuestos internacionalmente, como los que se desarrollan y ejecutan en países con amplio conocimiento en ecología de carreteras como Canadá (Ontario Traffic Manual, 2001), Reino Unido

(Traffic Signs Regulations and General Directions, Statutory Instruments, 2016) y Australia (Delineation, Roads and Traffic Authority, 2010).

Sin embargo, dado que se ha reconocido en algunos países que la señalética genérica de color amarillo, tiene una baja efectividad pese a su profusa utilización, se ha recomendado señalización especial (por ejemplo: incorporación de señales luminosas, rotación de carteles, sensores de movimiento, combinación de colores) para reforzar el mensaje de advertencia del mismo (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2015). En este sentido, el hecho de que los informantes de este estudio, prefieran señalética de color amarillo y con forma de rombo en desmedro de las otras alternativas, podría deberse a habituación de los usuarios de carreteras a dicho tipo de formato, cuestión que se ha advertido a nivel internacional (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2015).

En términos generales y considerando la experiencia internacional, los modelos de señalética evaluados en este estudio, podrían ser dispuestos en carreteras dentro del Sistema Nacional de Áreas Silvestre Protegidas del Estado (SNASPE) como por fuera de ellas, en el marco del desarrollo y actualización de los planes de manejo de dichas áreas de conservación, las políticas municipales en medio ambiente y la educación vial en favor de la biodiversidad que se podría impulsar desde los ministerios de obras públicas, medio ambiente, ciencias y educación.

Al respecto, el Departamento de Estrategia Ambiental de la Dirección de Sostenibilidad de la Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea, tras conocer el presente estudio en la Feria Científica Juvenil del Museo Nacional de Historia Natural en 2020, incorporaron las siluetas de Gato Colocolo (*Leopardus colocolo*), Lechuza (*Tyto alba*) y Zorro Culpeo (*Lycalopex cupaeus*) y otros componentes de esta propuesta, dentro de su propia versión de señalética (Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea, 2022). Esto evidencia la sinergia que puede ocurrir entre la ciencia escolar y la gestión ambiental a nivel local.



Conclusión

Pensando en acciones educativas comunitarias complementarias a la propuesta de señalética, se elaboró un corto documental para sensibilizar a la comunidad sobre los atropellos de fauna, especialmente en el contexto del norte de Chile (véase <https://youtu.be/XGACNgwPbGs>), como también un registro audiovisual de un proceso de obra desarrollado en el Valle de Choapa, mostrando la articulación arte-ciencia que puede hacerse de la temática al nivel del currículum nacional (véase <https://youtu.be/QR2F1SmlI3c>). Dicho trabajo audiovisual fue discutido en el Congreso Nacional Explora de Investigación e Innovación Escolar, desarrollado en enero de 2022 (Vallejos *et al.*, 2022).

Es necesario continuar explorando sobre los tipos de señaléticas que la población de usuarios de las carreteras y caminos de Chile prefiere para su manufactura, ya que este proceso daría cuenta del desarrollo participativo de estrategias, que mundialmente han demostrado tener un mayor éxito que los impuestos, sin previa contextualización a la realidad del territorio. Propuestas como la que se discute en este reporte, puede aportar con antecedentes de contexto a la política pública en obras viales y a procesos que actualmente desarrolla el Ministerio del Medio Ambiente en conjunto con ONGs e instituciones académicas, tales como los sucesivos procesos de clasificación de especies y estrategias de conservación de determinados taxones y ecosistemas (por ejemplo: Proyecto GEF Humedales).

Agradecimientos

El reconocimiento a las decenas de personas que de manera anónima contribuyeron con sus opiniones a las encuestas dispuestas para este estudio y que son parte de la comunidad de Fauna Impactada en redes sociales. También nuestro agradecimiento a Explora y al Museo Nacional de Historia Natural, por la oportunidad de representar a nuestra provincia en eventos de ciencia escolar. La Sociedad Chilena de Educación Científica (SChEC) y el Colegio Cumbres del Chopá, dieron su respaldo para la producción del material audiovisual que se discute en este artículo, el cual fue producido por el realizador César Jopia.

Bibliografía

Araya I, Cáceres C, Moyano C, Roblero R, Vargas R. 2020. Respuesta ciudadana en facebook a los atropellos de fauna nativa en las carreteras de Chile. *Brotos Científicos* 5: 17-24.

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. Segundo Seminario de Iniciativas de Conservación de la Biodiversidad en la Zona Norte de Chile. La Serena, Chile.

Clevenger AP, Huijser MP. 2011. Wildlife crossing structure handbook design and evaluation in North America. Final Report. Publication No. FHWA-CFL/TD-11-003.

Delineation, Roads and Traffic Authority. 2010. Department of Transport and Main Roads. Volume 3: Signing and Pavement Marking, Part 8: Wildlife Signs Guidelines. Queensland, Australia.



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

Ilustre Municipalidad de Lo Barnechea. 2022. Nuevas señaléticas viales de cruce de fauna nativa. <https://lobarnechea.cl/Noticias/nuevas-senaleticas-viales-de-cruce-de-fauna-nativa>

MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis of the Millennium Ecosystem Assessment. Millennium Ecosystem Assessment. World Resources Institute, Washington, USA.

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente de España. 2015. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes. Madrid, España.

Ontario Traffic Manual. 2001. Warning Signs. Book 6. Ontario, Canadá.

ROC (Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile). 2020. Fauna impactada en las carreteras y caminos de Chile. <http://www.redobservadores.cl/?p=2028>

Saavedra B, Povea P, Louit 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. *Biodiversidad* 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.

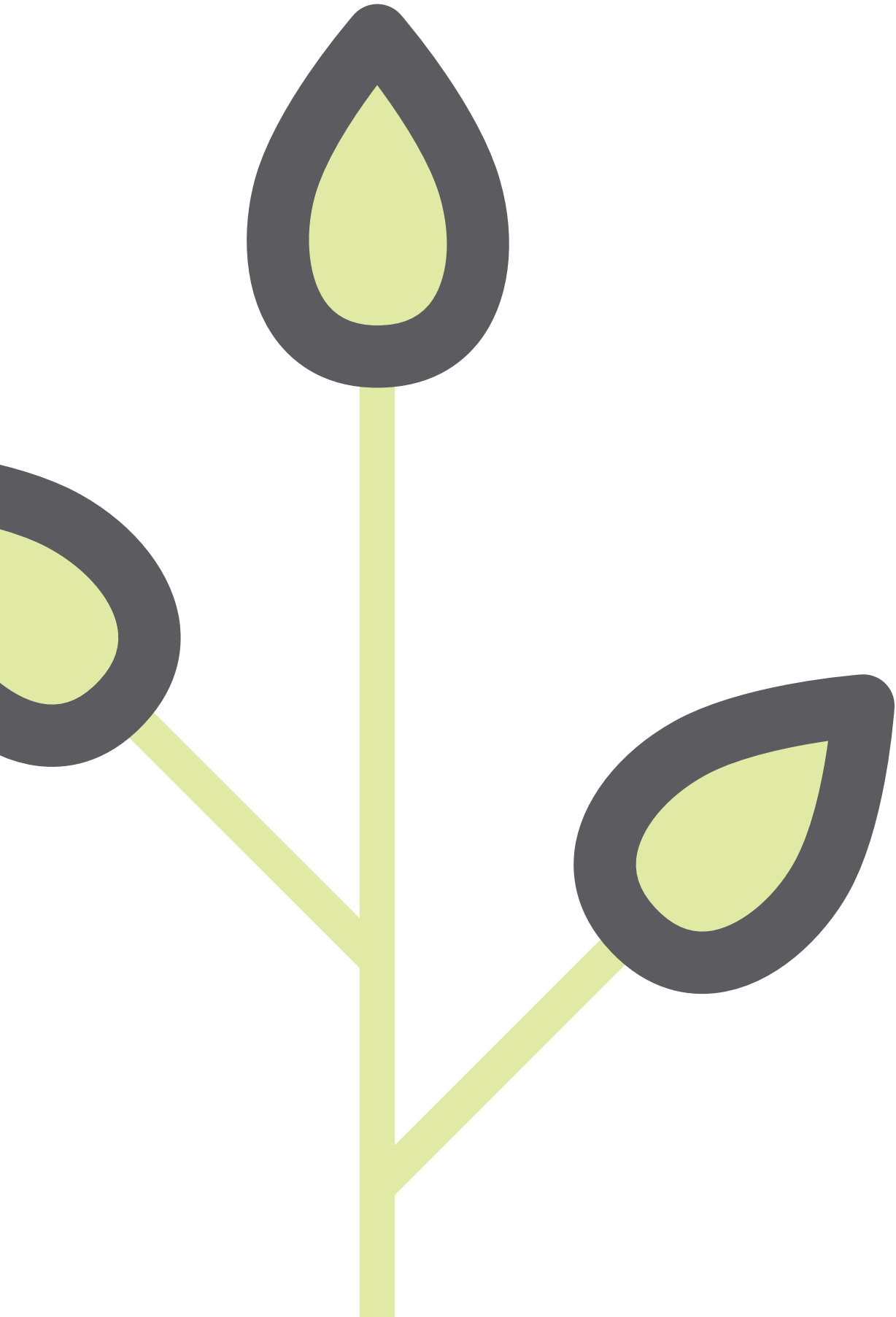
Souza DM, Texeira RFM, Ostermann OP. 2015. Assessing biodiversity loss due to land use with Life Cycle Assessment: are we there yet?. *Global Change Biology* 21: 32-47.

Touret A, Piñones C, Castillo N. 2021. Caracterización de atropellos de herpetofauna en rutas pavimentadas del norte semiárido de Chile. XII Congreso Chileno de Herpetología. Red Chilena de Herpetología. Chile.

Traffic Signs Regulations and General Directions, Statutory Instruments. 2016. Statutory Instruments. The Stationery Office Limited under the authority and superintendence of Carol Tullo, Controller of Her Majesty's Stationery Office and Queen's Printer of Acts of Parliament. United Kingdom.

Vallejos K, Rivera Z, Muñoz D, Molina V, Cáceres C, Chávez E, Valenzuela R, Villalobos L. 2022. Fauna Impactada: Estéticas del silencio animal, intervención artística en la carretera. Congreso Nacional Explora de Investigación e Innovación Escolar, Virtual, Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, Chile.







UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Artículo de Investigación / Research Article

RELACIÓN VEGETACIÓN-CLIMA EN ECOSISTEMAS DE QUEBRADA DE PEÑUELAS (2017-2020), COMUNA DE COQUIMBO, CHILE

VEGETATION-CLIMATE RELATIONSHIP IN THE QUEBRADA DE PEÑUELAS ECOSYSTEM (2017-2020), COMMUNE OF COQUIMBO, CHILE

Correspondencia

Julio Maureira
p.maureiracuevas@gmail.com
Colegio María de Andacollo
Coquimbo

Autores

Elena Cancino
Jessica Opazo
Benjamín Ossa
Peter Marín
Antonella Quezada
Isaura Lok

Colegio María de Andacollo
Coquimbo

Docente Guía

Julio Maureira
Colegio María de Andacollo

Evaluador

Rodrigo Vidal
Universidad de Santiago de Chile

<https://doi.org/10.35588/bc.v6i2.107>

Artículo Recibido: 21 de junio, 2022
Artículo Aceptado: 12 de agosto, 2022
Artículo Publicado: 30 de diciembre, 2022



Resumen

El impacto de la actividad humana se extiende por todo el planeta modificando los factores abióticos como, por ejemplo, las precipitaciones y temperaturas que influyen en la organización de las interacciones ecológicas. De este modo, el objetivo fue evaluar la relación vegetación-clima en ecosistemas presentes en la Quebrada de Peñuelas durante cuatro años (2017-2020). Los resultados evidenciaron que hasta el año 2020 se identificaron 35 especies, el que destaca un 74% de endemismo. Además, los datos obtenidos a partir del cálculo del índice ombrotérmico validan el tipo de clima árido presente en la región, y el tipo de vegetación más representativo del sitio de estudio: Matorral desértico mediterráneo costero, que equivale a más del 50% de las especies identificadas. Por lo tanto, el avance del cambio climático está alterando la riqueza de especies de flora silvestre presente en el lugar. No obstante, es necesario considerar otros factores abióticos que modulan los pisos vegetacionales para establecer una acabada relación entre el clima y las comunidades vegetales presentes en la Quebrada de Peñuelas.

Palabras clave: Especies Nativas; Especies Endémicas; Ecosistemas; Factores bioclimáticos.

Abstract

The impact of human activity extends throughout the planet, modifying abiotic factors such as rainfall and temperatures that influence the organization of ecological interactions. In this way, the objective was to evaluate the vegetation-climate relationship in ecosystems present in the Quebrada de Peñuelas for four years (2017-2020). The results showed that until the year 2020, 35 species were identified, which highlights a 74% endemism. In addition, the data obtained from the calculation of the ombrothermic index validate the type of arid climate present in the region and the most representative type of vegetation of the study site: Coastal Mediterranean desert scrub, which is equivalent to more than 50% of the identified species. Therefore, the advance of climate change is altering the richness of species of wild flora present in the place. However, it is necessary to consider other abiotic factors that modulate the vegetation levels to establish a complete relationship between the climate and the plant communities in the Quebrada de Peñuelas.

Keywords: Native species; Endemic species; Ecosystems; Bioclimatic factors.

El Proyecto participó en:

- * Congreso Regional Escolar de la Ciencia y la Tecnología 2018, PAR Explora RM Norte
- * Expociencias Nacional 2021



Introducción

Chile es uno de los 35 hotspots o puntos críticos de la biodiversidad mundial. Nuestro largo y angosto territorio, por sus características de aislamiento climático y geográfico causado por las barreras naturales de la Cordillera de Los Andes, el Desierto de Atacama y el Océano Pacífico, cuenta con muchas especies de flora endémica, únicas en el mundo. Sin embargo, este tesoro natural está en peligro debido al cambio climático. Además, “numerosos estudios dan cuenta de la variación del clima de Chile y los factores que determinan dicha variación” (Luebert y Pliscoff, 2019). En este contexto, el escenario de cambio climático que atraviesa el planeta, está afectando las precipitaciones y temperaturas para esta región. Squeo (2020), menciona que la región de Coquimbo atraviesa una mega sequía. En consecuencia, los ecosistemas áridos han sido identificados como uno de los más sensibles al cambio climático (Kefi *et al.*, 2007).

Los ecosistemas vienen a ser una “comunidad definida de organismos biológicos y las condiciones físicas, químicas e históricas del ambiente, mutuamente integrados, con un constante intercambio de energía y materia, que se auto-regula y sostiene dinámicamente” (Squeo *et al.*, 2001). De este modo, las plantas han tenido que desarrollar una serie de adaptaciones para soportar las rigurosas condiciones durante periodos críticos. Por lo tanto, “la sequía puede inducir el estrés oxidativo y la fotoinhibición, disminuyendo el máximo rendimiento cuántico y la tasa fotosintética (Ogaya *et al.*, 2011; Pinheiro y Chaves, 2011), disminuyendo el crecimiento (Heres *et al.*, 2012), y modificando la capacidad competitiva de las plantas” (Molina-Montenegro *et al.*, 2016).

Tomando en cuenta el fenómeno de desierto florido que ocurre en la región de Atacama, este está determinado por factores abióticos como las precipitaciones, la temperatura y luminosidad. Según Gutiérrez (2008), “este fenómeno consiste en la emergencia de más de 200 especies de plantas anuales y geófitas en la estación primaveral, activadas por lluvias invernales superiores a 15 mm”. Sin embargo, la flora en periodos donde no llueve, se encuentra en estado de latencia. “Estas formas de vidas permanecen ocultas bajo el suelo como semillas latentes en el caso de las plantas anuales, como bulbos, rizomas o cormos en el caso de las geófitas o como tallos subterráneos en el caso de las plantas arbustivas” (Gutiérrez, 2008). En este contexto, el fenómeno del desierto florido establece una alta disponibilidad de recursos temporales para la sobrevivencia de otras especies que habitan el lugar, así también como un patrón de comportamiento por el efecto de las condiciones climáticas. De modo que, existen ciertos patrones que permiten deducir la distribución de las comunidades vegetales, en relación con la distribución de los factores ecológicos que influyen sobre ella (Luebert y Pliscoff, 2019). De esta manera es útil considerar las variables bioclimáticas ya que tienen un potencial de uso en el estudio de las relaciones entre el clima y la vegetación (Luebert y Pliscoff, 2019). Ante los variados cambios que tiene las condiciones climáticas, lleva un riesgo asociado a la desaparición definitiva de muchas especies, por lo cual se vuelve urgente la necesidad de evaluar el grado de vulnerabilidad que éstas sufren. El objetivo de este trabajo fue evaluar la relación vegetación-clima en ecosistemas presentes de la Quebrada de Peñuelas durante cuatro años.



Hipótesis

¿Cuál es el efecto del clima en la riqueza de especies vegetales presentes en la Quebrada de Peñuelas durante los últimos cuatro años?

Si los factores climáticos influyen los pisos de vegetación en ecosistemas de quebradas, entonces los cambios en las condiciones atmosféricas, afectarán la riqueza de las especies vegetales.

Objetivo general

Evaluar la relación vegetación-clima en ecosistemas presentes de la Quebrada de Peñuelas durante cuatro años.

Objetivos específicos

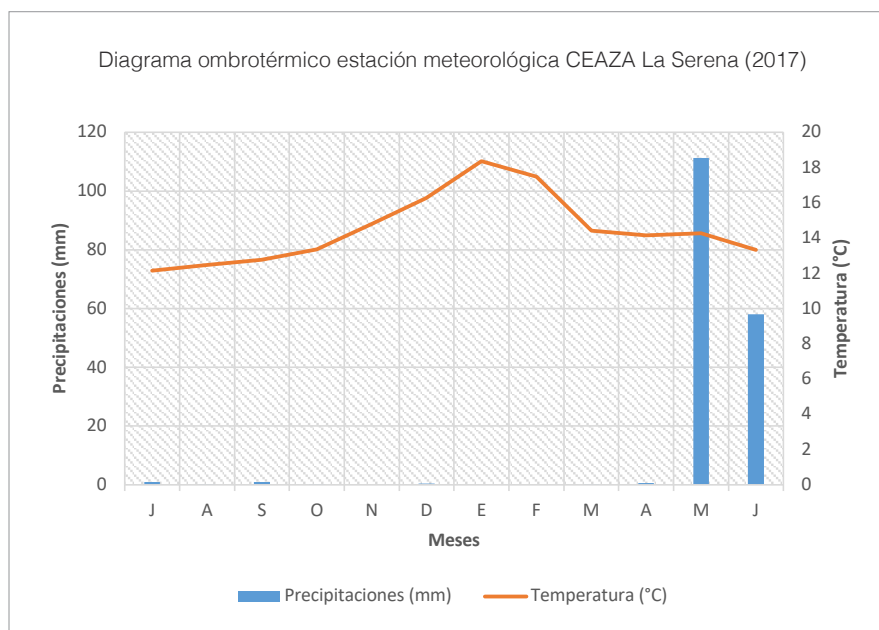
- Construir y analizar diagramas ombrotérmicos entre 2017 y 2020.
- Identificar la presencia o ausencia de especies ya descritas en años anteriores utilizando la aplicación iNaturalist.
- Comunicar a la comunidad la riqueza de la flora silvestre de la Quebrada de Peñuelas.

Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en la quebrada de Peñuelas, límite natural entre las comuna de La Serena y Coquimbo, con integrantes de la Academia de Ciencias del Colegio María de Andacollo. Los materiales que se utilizaron fueron: cámara de celular, software iNaturalist, lápiz y una hoja de ruta con especies identificadas años anteriores. La metodología consistió en tres etapas:

A) Trabajo de Campo: Se llevó a cabo durante los meses de agosto y septiembre del año 2021. Se recorrió la quebrada (19,21 há apróx.) completando un listado de especies vegetales con su respectiva fotografía, de aquellas que fueron identificadas en años anteriores. Además se utilizó la aplicación iNaturalist (v. 1.23.21(510)) para almacenar, validar y actualizar las identificaciones de especies ya registradas.

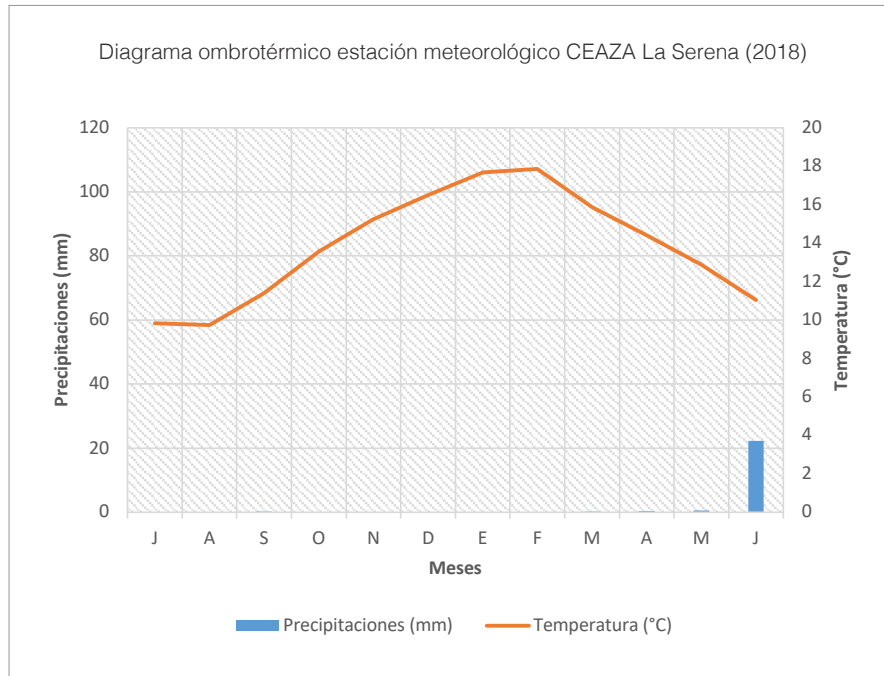
B) Trabajo remoto: Se buscó información bibliográfica e imágenes de la flora encontrada en la Quebrada de Peñuelas. También se obtuvieron datos climáticos de la zona, desde el 2017 al 2020, a través del centro meteorológico llamado CEAZA-met y se construyeron diagramas ombrotérmicos para cada año.



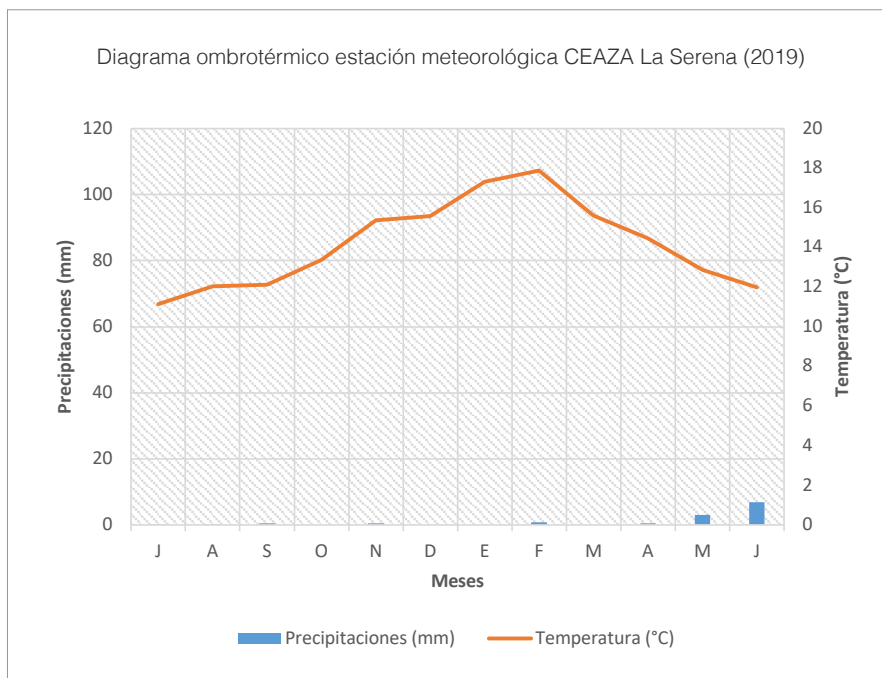
(a)

Figura N° 1. Diagramas ombrotérmicos de estación meteorológica CEAZA La Serena. Temperatura se indica con línea roja y Precipitaciones con barras azules para los años: (a) 2017; (b) 2018; (c) 2019; (d) 2020.



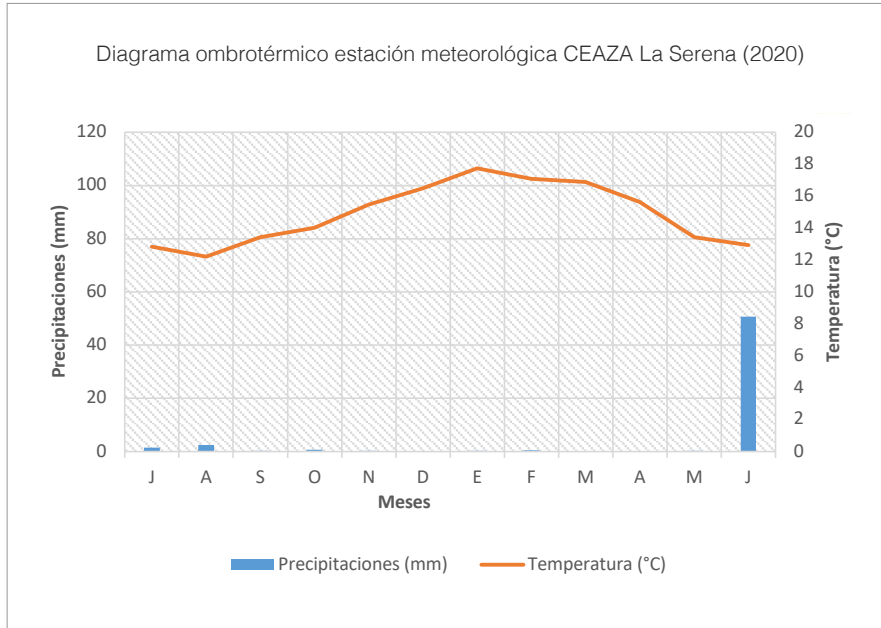


(b)



(c)





(d)

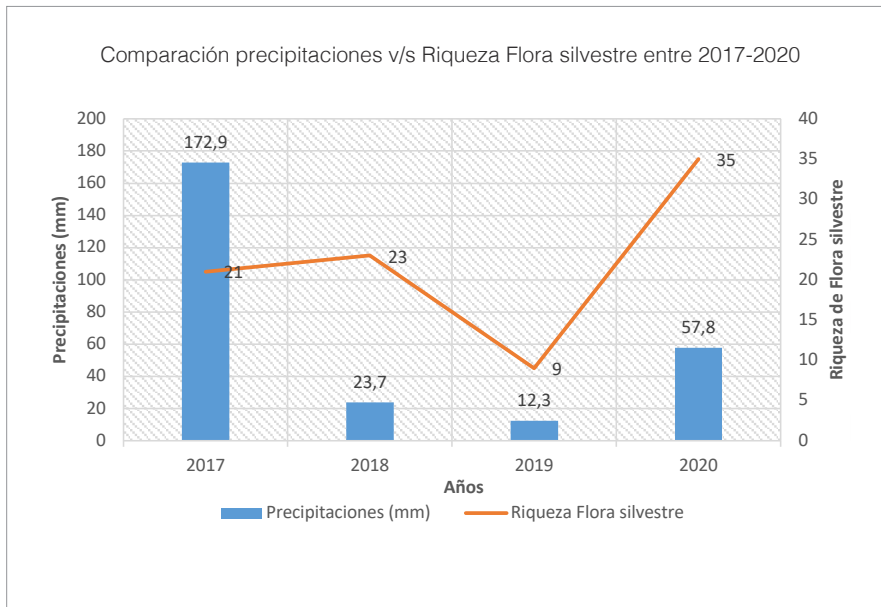


Figura N° 2. Número de especies (Riqueza) observadas v/s precipitaciones anuales en los últimos cuatro años (2017-2020) en Quebrada de Peñuelas.



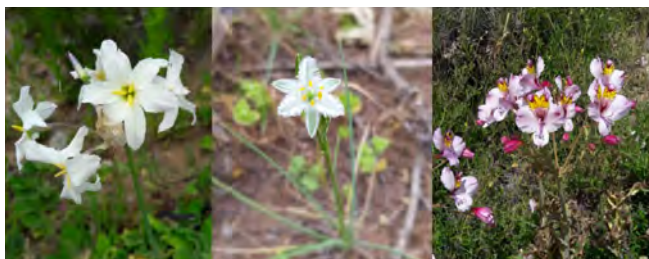


Figura.Nº 3. Imágenes fotográficas de especies vegetales que se encuentran en categoría (de izquierda a derecha) vulnerables: *Leucocoryne coquimbensis* var. *alba* y *Trichopetalum plumosum* y en peligro: *Alstroemeria magnifica* var. *magnifica*.

C) Análisis de resultados: Se calculó la riqueza de la flora silvestre como la suma total de especies encontradas en la quebrada el año 2020 y se analizó los datos obtenidos, comparándolos con la interpretación de los diagramas ombrotérmicos (2017-2020), para ello se calculó: temperatura media anual, amplitud térmica, índice ombrotérmico y precipitaciones totales para cada año (Figura Nº 1). Se accedió a las precipitaciones y temperaturas mensuales, de la estación meteorológica más cercana al sitio de estudio y de similar altitud, este fue el de CEAZA La Serena, ubicado a 90 msnm y 4 km del sitio en estudio.

Resultados y discusión

Se encontraron diferencias en la Riqueza de flora silvestre para los individuos expuestos a distintas precipitaciones y temperaturas.

Con respecto al listado de especies, fueron identificadas (Tabla Nº 1) y clasificadas según su origen, estado de conservación y familia. De las 35 especies de flora silvestre que fueron identificadas, un 74,3% (26 especies) corresponde a flora endémica, 22,8% (8 especies) son nativas, y 2,9% (1 especie) es exótica (Tabla Nº 1). Cabe destacar que tres especies se encuentran en categoría de vulnerable (*Leucocoryne coquimbensis* var. *alba* y *Trichopetalum plumosum*) y en peligro (*Alstroemeria magnifica* var. *magnifica*) (Figura Nº 3).

Se obtuvo la cantidad de precipitaciones en los últimos cuatro años y que fueron las siguientes: 2017 se registró un total de 172,9 mm; 2018 con 23,7 mm; el 2019 con 12,3 mm y el 2020 con 57,1 mm. Cabe destacar que junio fue el mes que casi siempre presentó lluvias en cada año, excepto el 2017 que precipitó además en el mes de mayo. Dado estos datos se identificó que la Quebrada de Peñuelas posee un clima templado-árido. Según la literatura, este fenómeno de lluvias se debe

al desplazamiento del anticiclón del Pacífico al sur durante el verano austral generando condiciones estacionales de aridez, con precipitaciones concentradas en invierno (Luebert y Pliscoff, 2019). Por otra parte, se utilizó la propuesta de Rivas-Martínez, cuya clasificación bioclimática fue ensayada en Chile por Amigo y Martínez (1998). De este modo, bajo este marco, nos permitió comparar los valores de las variables e índices obtenidos, logrando clasificar bioclimas y piso bioclimático para cada año de estudio y supervisada con datos de la estación meteorológica CEAZA La Serena (Figura Nº 1). Por lo tanto, esta información sobre el cálculo del índice ombrotérmico, permitió definir el tipo de vegetación presente en la quebrada de Peñuelas a partir del estudio de investigación realizado por otro grupo de estudiantes del Colegio María de Andacollo, quienes compararon la flora silvestre presente entre 2017-2019 (Caimanque *et al.*, 2021). De este modo, se estableció que el tipo de vegetación presente en el sitio de estudio corresponde al de Matorral desértico mediterráneo costero. En este contexto, cabe destacar que el año pasado se revisó y actualizó, ampliando la riqueza de flora silvestre de Quebrada de Peñuelas, a 35 especies identificadas hasta el año 2020.

Discusión

Los regímenes climáticos hídrico y térmico manifiestan una influencia combinada sobre las especies vegetales. Según los resultados anteriores, podemos inferir que las bajas precipitaciones del año 2019, afectaron directamente en la ausencia de ciertas floras silvestres de la Quebrada de Peñuelas, principalmente las que tienen forma de crecimiento herbáceo. Esto implica la importancia que tiene el recurso hídrico en el desarrollo de los vegetales. No obstante, Jara *et al.* (2006), menciona que, “las combinaciones de los factores de temperatura e iluminación, donde se produce la máxima germinación es especie dependiente”. Esto quiere decir que la germinación de las especies vegetales encontradas en el sitio de estudio, estuvo determinado por la combinación de estos factores abióticos, (...) “no germinan hasta que las condiciones ambientales sean las necesarias para asegurar el completo desarrollo de su ciclo biológico” (Jara *et al.*, 2006). De este modo es importante considerar otros factores condicionantes en el desarrollo de estas especies, como el tipo de suelo y humedad, como también las temperaturas *in situ* de cada ladera donde cohabitan las especies vegetales, dada la relevancia que tiene la topografía de quebradas, que a su vez puede generar ecosistemas diversos a poca distancia. Cabe destacar que la temperatura es uno de los principales elementos que determinan la evapotranspiración por lo que este factor fue determi-



Especie	Nombre común	Descripción	Familia	Forma de crecimiento
<i>Sphaeralcia obtusiloba</i>	Malva del cerro	Endémica	Malvaceae	semi-arbustiva
<i>Bahia ambrosioides</i>	Chamiza	Endémica	Asteraceae	arbustiva
<i>Schizantus carlumunozii</i> var. <i>carlumunozii</i>	Mariposita	Endémica	Solanaceae	herbácea
<i>Cistanthe grandiflora</i>	Pata de Guanaco	Endémica	Portulacaceae	herbácea
<i>Solanum ligustrinum</i>	Natri, Tomatillo	Nativa	Solanaceae	herbácea
<i>Aristolochia chilensis</i>	Oreja de Zorro	Nativa	Aristolochiaceae	herbácea
<i>Encelia canescens</i>	Coronilla del Fraile	Nativa	Asteraceae	arbustiva
<i>Alstroemeria magnifica</i> var. <i>magnifica</i>	Lirio del campo	Endémica	Alstroemeriaceae	herbácea
<i>Leucocoryne coquimbensis</i> var. <i>alba</i>	Huilli	Endémica	Liliaceae	herbácea
<i>Nolana carnososa</i>	Suspiro	Endémica	Solanaceae	arbustiva
<i>Zephyrantes phycelloides</i>	Añañuca roja	Endémica	Amariyllidaceae	herbácea
<i>Flourensia thurifera</i>	Maravilla del campo	Endémica	Asteraceae	arbustiva
<i>Oxalis gigantea</i>	Churque	Endémica	Oxalidaceae	arbustiva
<i>Leucocoryne coquimbensis</i> var. <i>coquimbensis</i>	Cebollín, Huilli	Endémica	Liliaceae	herbácea
<i>Calceolaria collina</i>	Zapatitos de la Virgen	Endémica	Scrophulariaceae	arbustiva
<i>Lobelia polyphylla</i>	Tupa	Endémica	Campanulaceae	arbustiva
<i>Plectocephalus chilensis</i>	Flor del Minero	Endémica	Asteraceae	arbustiva
<i>Copiapoa coquimbana</i>	Cactus copiapoa	Endémica	Cactaceae	cactácea
<i>Trichocereus chiloensis</i>	Quisco	Endémica	Cactaceae	cactácea
<i>Loasa tricolor</i>	Ortiga caballuna	Nativa	Loasaceae	herbácea
<i>Heliotropium stenophyllum</i>	Palo Negro	Endémica	Boraginaceae	arbustiva
<i>Fumaria agraria</i>	Hierba de la culebra	Introducida	Fumariaceae	herbácea
<i>Stachys grandidentata</i>	Hierba santa	Nativa	Liliaceae	herbácea
<i>Nolana acuminata</i>	Suspiro del Mar	Endémica	Solanaceae	herbácea
<i>Tropaelum tricolor</i>	Soldadito	Endémica	Tropaeolaceae	herbácea
<i>Erythrostemon angulatus</i>	<i>retamilla, sanalotodo</i>	Endémica	Fabaceae	arbustiva
<i>Cristaria glaucophylla</i>	Malvilla	Endémica	Malvaceae	herbácea
<i>Olsynium scirpoideum</i>	Pajarito del Campo o Huilmo	Endémica	Iridaceae	herbácea
<i>Trichopetalum plumosum</i>	Flor de la Plumilla	Endémica	Asparagaceae	herbácea
<i>Adesmia microphylla</i>	Espinillo	Endémica	Fabaceae	herbácea
<i>Lupinus microcarpus</i>	Hierba del Trato	Nativa	Fabaceae	herbácea
<i>Tessaria absinthioides</i>	Brea	Nativa	Asteraceae	arbustiva
<i>Cumulopuntia leucophaea</i>	perrito, gatito	Endémica	Cactaceae	cactácea
<i>Baccharis linearis</i>	Romerillo	Nativa	Asteraceae	arbustiva
<i>Senecio</i> sp.	Senecio	Endémica	Asteraceae	arbustiva

Tabla N° 1. Clasificación de las especies de flora silvestre presentes en el sitio de estudio (2017-2020).

Años	T	Tmax	Tmin	At	Pp	Tp	Io	Bioclimas	Pisos Bioclimáticos
2017	14.5	18.36	12.15	6.21	172.9	1738.2	0.995	Mediterráneo desértico oceánico	Árido superior
2018	13.8	17.86	9.74	8.12	23.7	1660.4	0.143	Mediterráneo Hiperdesértico	Ultrahiperárido superior
2019	14.2	17.88	11.14	6.74	12.3	1698	0.072	Mediterráneo Hiperdesértico	Ultrahiperárido inferior
2020	14.8	17.74	12.21	5.53	57.1	1781.3	0.321	Mediterráneo desértico oceánico	Hiperárido inferior

Tabla N° 2. Variables e índices bioclimáticos de estación meteorológica CEAZA La Serena entre 2017-2020 a 90 m.s.n.m.

- T: Temperatura media anual (°C)
Tmax: Temperatura media del mes más cálido del año (°C)
Tmin: Temperatura media del mes más frío del año (°C)
At: Amplitud térmica (Tmax – Tmin)
Pp: Precipitación positiva anual: suma de las precipitaciones de los meses cuya temperatura media es mayor a 0°C (mm)
Tp: Temperatura positiva anual: suma de la temperatura media de los meses cuya temperatura es mayor a 0°C (10x°C)
Io: Índice ombrotérmico 10x(Pp/Tp)



nante al momento de presentar un año con muy bajas precipitaciones como lo fue el 2019. Ya que, se infirió en primera instancia, que la ausencia de flora silvestre cercano al 60%, fue debido a las bajas precipitaciones correspondientes al año 2019. De este modo no hubo la humedad necesaria para completar el ciclo de vida de la planta. Por otro lado, al comparar las precipitaciones de los años 2017, 2018 y 2020, no se evidenció diferencias significativas en el número de especies de flora silvestre. Tal vez lo mencionado por Armesto *et al.* (1993), responde a este fenómeno, menciona que, el umbral mínimo para la germinación de la especie vegetales en zonas de bajas precipitaciones están sobre los 15 mm (Gutiérrez, 2008). En este contexto, se justifica la ausencia de la flora silvestre para el año 2019, porque presentó lluvias de 12.3 mm en todo el año pero 6.8 mm para el mes más lluvioso (junio) en la comuna de Coquimbo, correlacionándose con la presencia de 9 especies del total de flora registradas hasta ese año de investigación.

Esto nos llevó a pensar que este tipo de vegetación, maximizan los recursos para lograr desarrollarse por ciclos cortos de vida adaptándose al clima que influye en estos ecosistemas. Además, uno de los rasgos más notables del clima de esta zona es la variación interanual de las precipitaciones, como lo evidenciado en los diagramas ombrotérmicos elaborados, donde las concentraciones en las lluvias varían de un año a otro, ocurriendo periodos de uno o más años secos (Luebert y Plissock, 2019). A pesar de los resultados obtenidos sobre la riqueza de flora silvestre presente el año pasado, y que se corresponden con las bajas precipitaciones anuales para la comuna de Coquimbo, aún es necesario profundizar en los factores abióticos y sobre el avance y efecto del cambio climático en esta localidad y como este puede alterar la riqueza de especies de flora silvestre y los ecosistemas presentes en el sitio de estudio.

Conclusión

Por lo tanto, se concluye que se aprueba nuestra hipótesis, la cual indica que los cambios atmosféricos afectan la riqueza de especies vegetales y determinan el tipo de vegetación presente en ecosistemas de la Quebrada de Peñuelas. No obstante, debemos considerar que la germinación y desarrollo de la flora silvestre se debe a una combinación de factores como: temperatura, luminosidad, precipitaciones y textura del sustrato presente en el sitio de estudio para determinar dicho fenómeno. De este modo, existe una relación vegetación-clima ya que se constató en la literatura que para climas áridos-mediterráneos el tipo de vegetación predominante es de matorral como *Helliotropium stenophyllum* y *Oxalis gigantea* y que se evidenció su presencia en Quebrada de Peñuelas.

Bibliografía

- Ahumada C, Baeza B, Caimanque A, Maturana L, Riffo F. 2021. Comparación de la flora silvestre de Quebrada de Peñuelas: Un registro de tres años (2017-2019). Brotes científicos 5: 17-23. <https://doi.org/10.35588/bc.v5i2.94>
- Amigo J, Ramírez C. 1998. A bioclimatic classification of Chile: Woodland communities in the temperate zone. Plant Ecol 136: 9-26. <https://doi.org/10.1023/A:1009714201917>
- CEAZA. 2022. Red de estaciones meteorológicas CEAZA-met, Chile. <https://www.ceazamet.cl>
- Ecosistemas chilenos en riesgo frente a la exposición climática futura. 2021. <https://www.capes.cl/2021/07/ecosistemas-chilenos-en-riesgo-frente-a-la-exposicion-climatica-futura>
- Gutiérrez JR. 2008. El desierto florido en la Región de Atacama. Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama, 285–291.
- Heres AM, Martínez-Vilalta J, Claramunt B. 2012. Growth patterns in relation to drought-induced mortality at two Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) sites in NE Iberian Peninsula. Trees 26: 621-630.
- Hoffmann AJ. 1998. Flora silvestre de Chile Central, Fundación Claudio Gay, Santiago, Chile.



INIA. 2020. Flora nativa del Desierto de Atacama ¿Qué falta para aumentar su protección? <https://www.youtube.com/watch?v=wBJeYK6HIAw>

Jara PA, Arancio G, Moreno R, Carmona MR. 2006. Factores abióticos que influyen la germinación de seis especies herbáceas de la zona árida de Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 79: 309–319. <https://doi.org/10.4067/s0716-078x2006000300003>

Kéfi S, Rietkerk M, Alados C, Pueyo Y, Papanastasis VP, ElAich A, de Ruiter PC. 2007. Spatial vegetation patterns and imminent desertification in Mediterranean arid ecosystems. *Nature* 449: 213–217. <https://doi.org/10.1038/nature06111>

Luebert F, Plissock P. 2019. Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Molina-Montenegro MA, Galleguillos C, Oses R, Acuña-Rodríguez IS, Lavín P, Gallardo-Cerda J, Torres-Díaz C, Díez B, Pizarro GE, Atala C. 2016. Adaptive phenotypic plasticity and competitive ability deployed under a climate change scenario may promote the invasion of *Poa annua* in Antarctica. *Biol Invasions* 18: 603-618. <https://doi.org/10.1007/s10530-015-1033-x>

Naturalista. 2021. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. <http://www.naturalista.mx>

Ogaya R, Peñuelas J, Asensio D, Llusia J. 2011. Chlorophyll fluorescence responses to temperature and water availability in two co-dominant Mediterranean shrub and tree species in a long-term field experiment simulating climate change. *Environ Exp Bot* 73: 89-93.

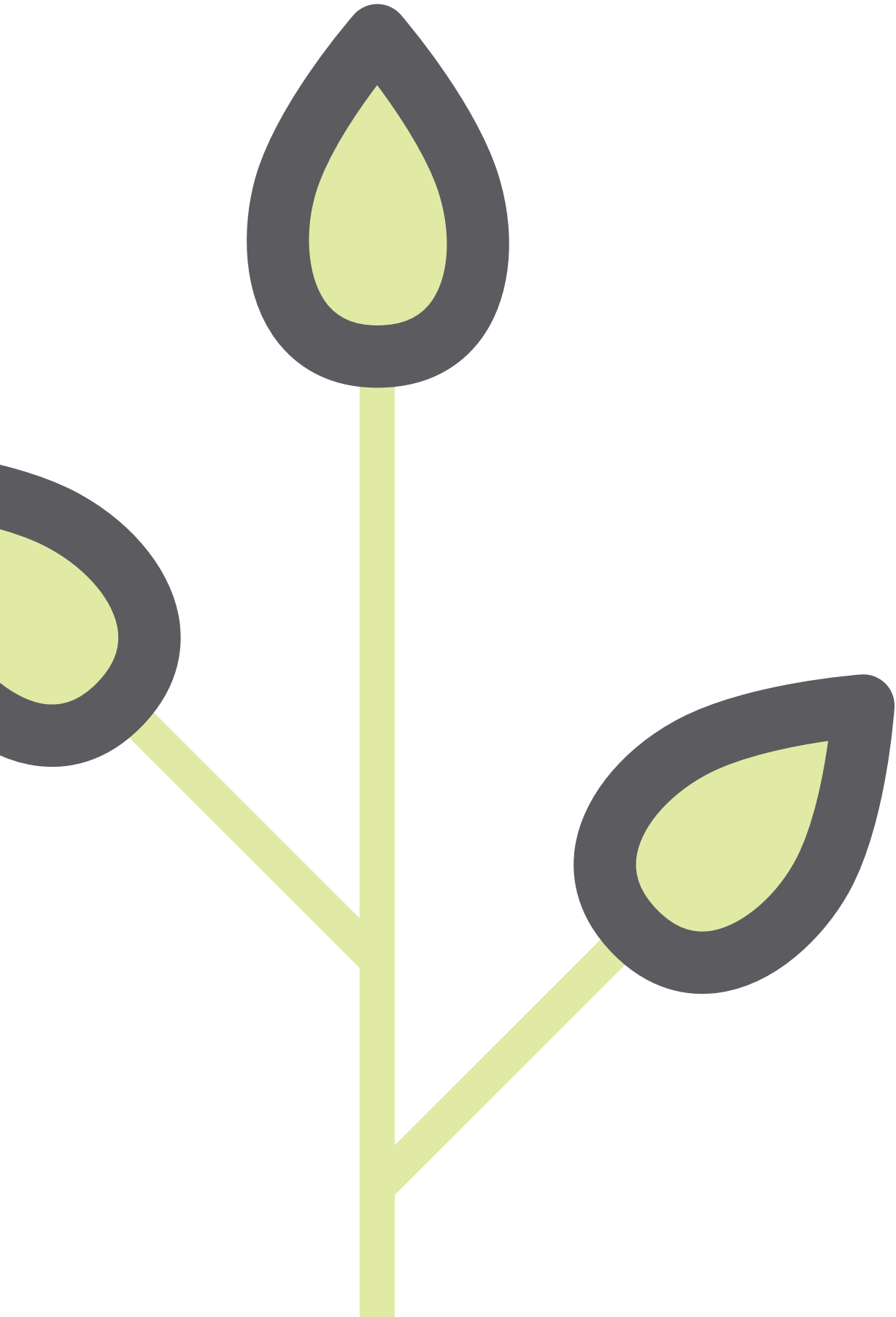
Pinheiro C, Chaves MM. 2011. Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data? *J Exp Bot* 62: 869-882.

Squeo FA, Arancio G, Gutiérrez JR, Torres JM. 1977. Libro rojo de los lepidopteros ibéricos By Manuel G. de Viedma and Miguel R. Gomez Bustillo. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza. Madrid, Spain. (Book review) 1976. *Biol Conserv* 12: 80-81. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(77\)90062-3](https://doi.org/10.1016/0006-3207(77)90062-3)

Squeo FA, Arancio GINA, Cavieres L, Gutiérrez JR, Muñoz M, Marticorena C. 2001. Análisis del estado de conservación de la flora nativa de la IV Región de Coquimbo. Libro Rojo de la Flora nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

Wurzburger N, Ford-Miniat C (2014) Drought enhances symbiotic dinitrogen fixation and competitive ability of a temperate forest tree. *Oecologia* 174:1117–1126







UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Artículo de Investigación / Research Article

MONOCRISTALES Y CONGLOMERADOS DE CRISTALES DE SULFATO DE COBRE

SINGLE CRYSTALS AND CONGLOMERATES OF COPPER SULFATE CRYSTALS

Correspondencia

Jorge Sáez
jsaez@iaemaristas.cl
Instituto Alonso de Ercilla
Santiago

Autores

Sofía Vásquez
Instituto Alonso de Ercilla
Santiago

Docente Guía

Jorge Sáez
Instituto Alonso de Ercilla
Santiago

Evaluador

Diego Vasco
Universidad de Santiago de Chile

<https://doi.org/10.35588/bc.v6i2.106>

Artículo Recibido: 25 de Octubre, 2021
Artículo Aceptado: 10 de mayo, 2022
Artículo Publicado: 30 de diciembre, 2022



Resumen

En las soluciones sobresaturadas la solución contiene más soluto disuelto del que puede disolverse. El soluto al separarse de la solución forma los cristales. El objetivo fue generar monocristales y conglomerados de cristales a partir de soluciones sobresaturadas de sulfato de cobre. La hipótesis fue que se generarán monocristales y conglomerados de cristales a partir de soluciones sobresaturadas de sulfato de cobre. La metodología consistió en: mezclar agua destilada con sulfato de cobre. Posteriormente, la solución se calentó hasta 80°C hasta disolver el soluto. Por último, se filtró, enfrió y midió temperatura y pH. Los resultados muestran la formación de monocristal de sulfato de cobre de una masa de 10 gramos al día 13. A su vez, al día 34 de seguimiento, se obtienen un conglomerado de cristales de sulfato de cobre con una masa de 143 gramos. En conclusión, se comprobó la hipótesis. Hubo monocristales y conglomerados de cristales a partir de soluciones sobresaturadas, controlando pH, temperatura y concentración del soluto.

Palabras clave: Solubilidad; Solución sobresaturada; Sulfato de cobre.

Abstract

In supersaturated solutions, the solution contains more dissolved solute than can be dissolved. When the solute separates from the solution, it forms crystals. The objective was to generate single crystals and crystal conglomerates from supersaturated solutions of copper sulfate. The hypothesis was that single crystals and crystal conglomerates will be generated from supersaturated solutions of copper sulfate. The methodology consisted of mixing distilled water with copper sulfate. Subsequently, the solution was heated to 80°C until the solute dissolved. Finally, it was filtered, cooled and temperature and pH were measured. The results show the formation of single crystals of copper sulfate with a mass of 10 grams on day 13. In turn, on day 34 of monitoring, a conglomerate of copper sulfate crystals with a mass of 143 grams is obtained. In conclusion, the hypothesis was verified. There were monocystals and conglomerates of crystals from supersaturated solutions, controlling pH, temperature, and solute concentration.

Keywords: Solubility; Supersaturated solution; Copper sulphate

El Proyecto participó en:

* Feria Científica Escolar Crecimiento Cristalino 2021.
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso



Introducción

A nivel mundial, la producción y exportación del cobre tiene un rol fundamental para el crecimiento de algunas economías. La minería del cobre contribuye significativamente al ingreso de algunos países, a crear oportunidades laborales y empresariales y, en definitiva, al desarrollo del país. El cobre tiene un extenso campo de aplicaciones en la industria eléctrica, la construcción, en el rubro automotriz, el transporte, la industria química, la industria alimentaria, la salud y la fabricación de armamentos, entre otras (Donoso, 2013).

La solubilidad es la capacidad de ciertas sustancias para disolverse en otras, es decir, es la máxima cantidad de un soluto que puede disolverse en una cantidad dada de un solvente a una temperatura determinada. Por ejemplo, la sal puede disolverse en el agua, en cambio, el aceite no (EcuRed, 2021).

Hay disoluciones insaturadas que son aquellas en que la cantidad de soluto disuelto es menor que el necesario para alcanzar el punto de saturación a una temperatura determinada. Las disoluciones saturadas son aquellas que contienen justo la máxima cantidad de soluto que puede disolver el disolvente y las disoluciones sobresaturadas son las que contienen más soluto del que puede disolver el disolvente y a este tipo de disoluciones apunta la formación de cristales (Pontificia Universidad Católica, 2022).

La Teoría de cristalización consiste en dos etapas, la primera es la nucleación, en la cual se forma el cristal, y la segunda corresponde al crecimiento del cristal. Las moléculas del soluto entran en contacto y forman aglomeraciones, algunas de éstas adicionan más moléculas

de soluto y comienzan a crecer, mientras que otras se desprenden y vuelven a su situación de moléculas individuales. El crecimiento de las aglomeraciones las transforma en cristales que continúan absorbiendo moléculas de soluto de la solución. Este tipo de nucleación se llama nucleación homogénea o primaria (quimicafacil.net, 2021; textoscientíficos.com, 2021). Esta teoría se relaciona con la solubilidad, ya que la fuerza impulsora de las etapas de nucleación y crecimiento es la sobresaturación de la disolución. Las disoluciones sobresaturadas son las que contienen más soluto del que puede disolver el disolvente, quedando soluto que no alcanza a disolver (Ministerio de Educación, 2018).

Es importante mencionar que ambas etapas (nucleación y crecimiento) se dan solo en disoluciones sobresaturadas, por lo tanto, no tendrán lugar en soluciones saturadas o insaturadas (textoscientíficos.com, 2021).

Hipótesis

Se generarán monocristales y conglomerados de cristales (variable dependiente) a partir de soluciones sobresaturadas de sulfato de cobre controlando el pH, la temperatura y la concentración del soluto (variables independientes).

Objetivo General

Generar monocristales y conglomerados de cristales a partir de una disolución sobresaturada de sulfato de cobre.



Objetivos Específicos

1. Realizar la sobresaturación de una disolución formada por sulfato de cobre y agua destilada.
2. Observar los cambios de la disolución en relación a la formación de cristales.

Metodología

1. Materiales y procedimiento de monocristal y conglomerado

1.1 Materiales

En la Figura N° 1, se presentan los materiales utilizados en el proyecto.

- 100 gramos de sulfato de cobre
- 200 mL de agua destilada
- Placa de Petri
- Vaso precipitado
- Balanza
- Embudo de filtración
- Mezclador magnético
- Probeta
- Varilla agitadora
- Termómetro
- Papel filtro
- Recipiente de vidrio
- Hilo plástico
- Papel pH

1.2 Procedimiento

A continuación, se explica paso a paso el método para obtener el monocristal y conglomerado:

- a) Agregar 200 mL de agua destilada en un vaso precipitado
- b) Pesarse 100 gramos de sulfato de cobre y añadir al agua destilada
- c) Poner mezcla a calentar, hasta 60-80°C
- d) Revolver hasta que el sulfato de cobre esté completamente mezclado con el agua destilada y se haya disuelto por completo. Aproximadamente 80°C
- e) Usar papel filtro para filtrar la mezcla caliente en probeta y así evitar impurezas
- f) Enfriar e incorporar la mezcla a un recipiente más pequeño
- g) Medir temperatura y pH
- h) Agregar el cristal previamente formado
- i) Ubicar en un lugar fresco y seco
- j) Registrar masa cada 3 días

Resultados

En la Tabla N° 1, se observan los resultados de medición de temperatura, pH y masa del monocristal de sulfato de cobre desde el día 1 al 13. La temperatura de la solución a la cual se agregó el sulfato fue entre 60°C y 62°C. La temperatura de ebullición en la que disolvió el soluto fue 81°C a 84°C y la temperatura a la cual se agregó el cristal formado fue entre 21°C y 23°C. El pH se mantuvo constante en 4 y la masa del monocristal alcanzó los 10 gramos al día 13.



Figura N° 1. Materiales



Monocristal de Sulfato de Cobre					
Días	1	4	7	10	13
Temperatura disolución (°C)	60	62	62	61	
Temperatura ebullición (°C)	82	81	84	83	
Temperatura cristal (°C)	21	22	21	23	
pH	4	4	4	4	
Masa (g)	0	3	5	8	10

Tabla N° 1. Medición de temperatura, pH y masa del monocristal de sulfato de cobre desde el día 1 al 13.

A continuación, en la Figura N° 2, se muestran las masas del monocristal desde el día 1 al 13:

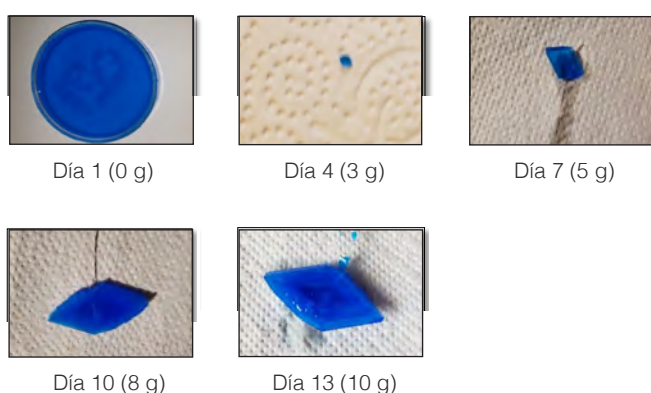


Figura N° 2. Masas de monocristal de sulfato de cobre del día 1 al 13.

En la Tabla N° 2, se presentan los resultados de medición de temperatura, pH y masa del conglomerado de cristales del sulfato de cobre desde el día 1 al 34. La temperatura de la solución a la cual se agregó el sulfato fue entre 60°C y 65°C. La temperatura de ebullición en la que disolvió el soluto fue 81°C a 85°C y la temperatura a la cual se agregó el cristal formado fue entre 20°C y 23°C. El pH se mantuvo constante en 4 y la masa del conglomerado de cristal alcanzó los 143 gramos al día 34.

Conglomerado de Sulfato de Cobre												
Días	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34
Temperatura disolución (°C)	61	63	62	60	63	64	64	65	62	61	63	
Temperatura ebullición (°C)	81	82	82	83	84	81	82	83	84	85	81	
Temperatura cristal (°C)	21	22	22	23	20	22	21	22	21	21	22	
pH	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Masa (g)	0	4	6	9	11	20	26	58	84	119	128	143

Tabla N° 2. Medición de temperatura, pH y masa del conglomerado de cristal de sulfato de cobre desde el día 1 al 34.

Posteriormente, en la Figura N° 3, se muestran las masas del conglomerado de cristal desde el día 1 al 34.

Discusión

En esta investigación se generaron monocristales y conglomerados de cristales desde una solución sobresaturada de sulfato de cobre. En el caso del monocristal, la masa alcanzó 10 gramos al día 13, posteriormente, se inició la formación de conglomerados de cristales alrededor del monocristal. Una posible explicación, se relaciona con que los sistemas sobresaturados como fue en este caso, son inestables. Por lo tanto, todo el exceso de soluto disuelto precipita, transformándose

en un sistema heterogéneo formado por una solución saturada en contacto con cristales de soluto, formando una gran cantidad de cristales microscópicos que crecen rápidamente de manera imperfecta. Para formar cristales grandes y más perfectos, el solvente de la solución se debe dejar evaporar lentamente. El control de la cristalización radica en la velocidad de evaporación: una evaporación demasiado rápida, provocará la formación de un gran número de cristales muy pequeños, mientras que una evaporación lenta producirá el efecto contrario (Brown *et al.*, 2004).

En paralelo con el monocristal se generó un conglomerado de cristales que obtuvo un peso de 143 gramos



al día 34. Cuando los niveles de sobresaturación son extremadamente altos, los cristales en crecimiento son tan numerosos que se fijan de manera indiscriminada sobre las caras de los cristales. Esto tiene como resultado que dichas caras se vuelvan extremadamente rugosas y dejen de ser planas. De esta manera, las caras pierden su identidad y el crecimiento de los cristales depende más de la geometría del aporte de unidades de crecimiento que de las restricciones estructurales impuestas por dichos cristales. Cuando esto sucede, los cristales muestran morfologías redondeadas o dendríticas, como por ejemplo, las que presentan los conglomerados de cristales. Este tipo de mecanismo de crecimiento se denomina difusivo o continuo y es característico de condiciones muy alejadas del equilibrio (Martínez, 2014).

Tanto en el monocristal como en el conglomerado de cristales se usó una temperatura de cristalización (enfriamiento) de 20-23°C y un pH 4. Debido a que la temperatura influye en la formación y crecimiento de los cristales, se trató de controlar esta variable para que no afectara el proceso de cristalización. La temperatura es la principal variable en la cristalización debido a que este factor modifica la solubilidad de los solutos sólidos y gaseosos, no es el caso para líquidos debido a que su alteración se da hasta que haya miscibilidad entre sí (Brown *et al.*, 2004; Melo y Ochoa, 2021). Ante lo anteriormente expuesto, es necesario controlar estas variables porque cada una de ellas altera y afecta el proceso de cristalización.

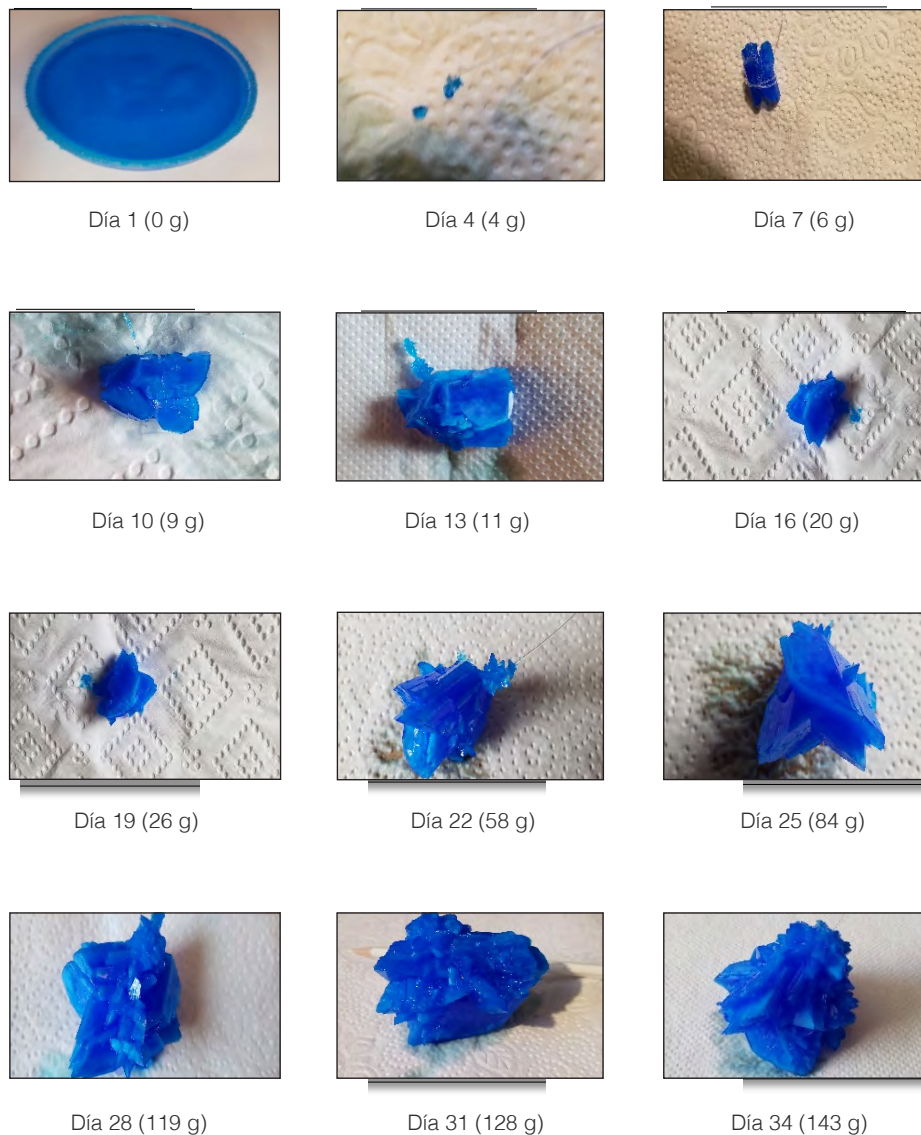


Figura N° 3. Masas de conglomerados de cristales de sulfato de cobre del día 1 al 34.



Conclusión

En esta investigación se generaron monocristales y conglomerados de cristales a partir de soluciones sobresaturadas de sulfato de cobre controlando temperatura, pH y la concentración del soluto. El monocristal alcanzó un peso de 10 gramos en las dos primeras semanas. Luego, en sus caras se desarrollaron pequeños cristales asociado a la temperatura de enfriamiento. En el caso del conglomerado de cristales se obtuvo una masa de 143 gramos al día 34. Este último, es un cristal más fácil de formar porque no se afectó por la temperatura de enfriamiento. Este proyecto de investigación demuestra que la sobresaturación es el factor para provocar la cristalización. Experiencia que pudimos comprobar y vivenciar. Resultó muy enriquecedora y gratificante para el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Bibliografía

Brown T, LeMay H, Bursten B, Burdge J. 2004. Química: La ciencia central. Pearson educación. 9na. Edición, USA.

Donoso M. 2013. El mercado del cobre a nivel mundial: evolución, riesgos, características y potencialidades futuras. *Ingeniare* 21: 248-261. <https://doi.org/10.4067/S0718-33052013000200008>

EcuRed. 2021. Cristal. <https://www.ecured.cu/Cristal>

Martínez C. 2014. Los fundamentos de la Cristalografía: una reseña histórica. *Anales de la Real Sociedad Española de Química* 4: 294-302.

Melo D, Ochoa N. 2021. Diagnóstico del proceso de cristalización del sulfato de cobre pentahidratado mediante revisión bibliográfica. Tesis, Fundación Universidad de América, Bogotá, Colombia.

Moreno F. 2018. Apuntes, escritos y ensayos científicos. <http://www.escrioscientificos.es/trab1a20/sulfato.htm>

Ministerio de Educación. 2018. Unidad 1. Disoluciones. Texto del estudiante Química. Segundo Medio, Ediciones SM, Santiago, Chile.

Pontificia Universidad Católica. 2022. Las disoluciones. http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/cra/quimica/NM2/RQ2D101.pdf

Quimicafacil.net. 2021. <https://quimicafacil.net/tecnicas-de-laboratorio/teoria-de-la-cristalizacion/>

Textos científicos.com. 2021. <https://www.textoscientificos.com/quimica/cristales/teoria-cristalizacion>.





UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Artículo de Investigación / Research Article

PRESENCIA DE LA TENCA DE ALAS BLANCAS (*MIMUS TRIURUS*) EN CHILE: REVISIÓN Y PROPUESTAS PARA SU BÚSQUEDA

PRESENCE OF THE WHITE-WINGED TENCH (*MIMUS TRIURUS*)
IN CHILE: REVIEW AND PROPOSALS FOR ITS SEARCH

Correspondencia

César Piñones
cesarpinones@redobservadores.cl
Liceo Sagrado Corazón
Copiapó

Autores

Emma Aillón
Javiera Riquelme
Diana Alcota
Claudia Marambio
Valentina Casanova

Liceo Sagrado Corazón
Copiapó

Docente Guía

César Piñones
Liceo Sagrado Corazón
Copiapó

Asesor Científico

Matías Garrido
Red de Observadores de Aves
y Vida Silvestre de Chile

Evaluador

Manuel Azócar
Universidad de Santiago de Chile

<https://doi.org/10.35588/bc.v6i2.108>

Artículo Recibido: 19 de agosto, 2022
Artículo Aceptado: 26 de octubre, 2022
Artículo Publicado: 30 de diciembre, 2022

Resumen

Dentro de las tres especies del género *Mimus* observables regularmente en Chile, la Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*), presenta registros históricos accidentales en distintos lugares del territorio nacional. Los individuos en su mayoría solitarios, son descritos por la literatura ornitológica tradicionalmente como aves errantes extraviadas de su ruta migratoria, la cual se extiende desde Argentina a latitudes más septentrionales de Sudamérica. Sin embargo, debido al aumento de registros en el último tiempo al oeste de los Andes, se ha propuesto que el estatus más apropiado para la Tenca de alas blancas en Chile, es el de visitante regular escaso, con una pequeña población residente reproductora en la cordillera de la Región de Antofagasta, quedando aún abiertas interrogantes asociadas a su migración, colonización y expansión en el territorio nacional. La presente investigación bibliográfica, revisó la historia natural de la especie y generó un desafío para la comunidad ornitológica chilena, considerando la hipótesis de una migración post-reproductiva a Chile desde el lado oriental de los Andes, con miras a precisar el estatus que tradicionalmente se le ha asignado a esta ave en nuestro país.

Palabras clave: Aves migratorias; Ciencia ciudadana; eBird.

Abstract

Among the three species of the *Mimus* genus that can be observed regularly in Chile, the white-winged Trench (*Mimus triurus*) presents accidental historical records in different places of the national territory. The mostly solitary individuals are traditionally described in ornithological literature as wandering birds lost from their migratory route, which extends from Argentina to more northern latitudes in South America. However, due to the recent increase in records west of the Andes, it has been proposed that the most appropriate status for the white-winged Trench in Chile is that of a scarce regular visitor with a small resident breeding population in the mountain area of the Antofagasta Region, leaving open questions associated with their migration, colonization, and expansion in the national territory. The present bibliographic research reviewed the natural history of the species and generated an ornithological challenge for the Chilean ornithological community, considering the hypothesis of a post-reproductive migration to Chile from the eastern side of the Andes, with a view to specifying the status that traditionally has been assigned to this bird in our country.

Keywords: Migratory birds; Citizen science; eBird.



Introducción

En Chile es posible observar regularmente tres especies de aves del género *Mimus*, las cuales presentan diferencias en tamaño, color de sus plumas, canto y especialmente en su ocurrencia y distribución en el territorio nacional (Jaramillo 2005; Couve *et al.*, 2016). La más común entre las tres es la Tenca chilena (*Mimus thenca*) (Figura N° 1). De amplia distribución en el país, se encuentra presente regularmente desde los alrededores

de Copiapó hasta Chiloé (Martínez y González, 2017), existiendo también una población en la provincia de Neuquén en Argentina (Pearman y Areta, 2020). Se le puede observar en los más diversos hábitats, tales como laderas de cerro, zonas de matorral, bordes de bosque, terrenos de pastizales, parques y jardines de ciudad (Couve *et al.*, 2016).



Figura N° 1. Individuo adulto de Tenca chilena (*Mimus thenca*). abril de 2019. Reserva Nacional Las Chinchillas, Illapel, Chile. Fotografía de Cesar Piñones.



Por su parte, la Tenca patagónica (*Mimus patagonicus*), se distribuye de manera bastante uniforme en toda la estepa patagónica, desde los pies de los Andes y hacia el norte desde el Estrecho de Magallanes hasta la costa del Océano Atlántico y norte de Argentina (Imberti, 2018). Jaramillo (2005) junto con Martínez y González (2017), describen su presencia como poco numerosa en Chile con una distribución muy local en la Patagonia. Couve *et al.* (2016), mencionan registros ocasionales para Valdivia, Temuco, Cordillera del Maule y Santiago, siendo accidental en las regiones de Coquimbo y Valparaíso (Figura N° 2).

Finalmente la Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*), es descrita para nuestro país como un visitante irregular y raro (Marín, 2004), también como errante o accidental, pudiendo aparecer en cualquier punto desde el norte de Chile hasta la región de Los Lagos (Jaramillo, 2005; Martínez y González, 2017). Esta ave, es una especie monotípica que se distribuye por Argentina desde el norte por Jujuy y Salta hasta Chubut por el sur. Realiza movimientos migratorios que se extienden por el oeste de Bolivia, Paraguay, centro-oeste, sur y sureste de Brasil (eBird, 2017-2022). Posee registros accidentales en Perú (Shardlow y Shardlow, 2004; Cieza-Ponce y Díaz-Villalobos, 2014; eBird, 2017-2022) y es descrita como un visitante de otoño e invierno poco común en Uruguay (Rocha, 2015).

Cabe consignar, la existencia de un avistamiento accidental en la región de Aysén, de tres ejemplares de una cuarta especie de Tenca; *Mimus saturninus*, (eBird, 2019). Si bien dicho registro es el primero documentado para el país (Barros y Red de Observadores, 2020), esta especie tiene una presencia en lado Argentino, en varios puntos fronterizos con Chile (eBird, 2017-2022).

La Tenca de alas blancas (Figura N° 3), fue considerada como parte de la avifauna chilena a fines del siglo XIX (Reed, 1896). Su distribución en Chile se estableció para las provincias centrales y del sur, gracias a registros en Santiago y Valdivia (Hellmayr, 1932). Registros en la región de Atacama, extendieron su rango hacia la zona norte (Goodall *et al.*, 1946). Jaramillo plantea la posibilidad de registros desde el extremo norte hasta Los Lagos, lo cual es confirmado en revisiones posteriores (Jaramillo, 2003; Azócar y Pinto, 2014; Barros y Schmitt, 2015). Martínez y González extienden la distribución de los registros en Chile desde Arica a Aysén (Martínez y González, 2017). Howell y Schmitt la limitan al norte y centro de Chile, principalmente entre Antofagasta y Maule (Howell y Schmitt, 2018).

Azócar y Pinto (2014), sostienen que los registros dispersos en el país han ido en aumento al menos desde 2005, probablemente por la mayor cantidad de observadores de aves en terreno. Aquello también ha sido advertido de manera más reciente por Martínez y González (2017). En este sentido, Garrido y Barros (2018) incorporando dentro de su revisión los más recientes antecedentes disponibles a dicha fecha en la plataforma eBird, propusieron que el estatus más apropiado para esta ave en Chile es el de visitante regular escaso, con una pequeña población residente reproductora en la cordillera de la Región de Antofagasta, indicando la necesidad de nuevos estudios que confirmen la colonización y expansión de la Tenca de alas blancas, particularmente en la cordillera del norte del país.

En relación a estos antecedentes, la presente investigación bibliográfica buscó revisar la historia natural de la Tenca de alas blancas, colocando el foco en los movimientos de sus poblaciones, lo que permitió plantear la hipótesis de su migración postreproductiva a Chile, desde el lado oriental de los Andes. Por lo demás, dicha revisión derivó en la elaboración de un desafío ornitológico dirigido a los observadores y observadores de aves en Chile, cuyo desarrollo permitiría obtener mayores antecedentes de la ocurrencia del ave en territorio chileno y probar con mayor solidez la hipótesis en cuestión, junto con precisar el estatus que tradicionalmente se le ha asignado a esta ave dentro de la avifauna chilena.

Método

Se llevó a cabo una investigación bibliográfica (Programa Explora, 2016) durante el año escolar 2021 (abril a diciembre), en el contexto de la Academia Escolar de Ciencias del Liceo Sagrado Corazón de Copiapó, adscrita a las iniciativas Núcleos Educativos y Clubes de Investigación e Innovación Escolar (IIE), del PAR Explora de la Universidad de Atacama. Debido a la contingencia sanitaria por COVID-19, el trabajo de la academia se organizó vía producciones de aprendizaje preliminares, consolidadas y públicas (Maggio, 2021), para lo cual se sostuvieron sesiones online en modalidad sincrónica y trabajo autónomo en cada domicilio (lectura, desarrollo de organizadores gráficos, edición de material de divulgación).





Figura N° 2. Individuo adulto de Tenca patagónica (*Mimus patagonicus*). julio de 2019. Desembocadura del Río Maipo. Fotografía de Sharon Montecino.



Figura N° 3. Individuo adulto de Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*). abril 2022, Huasco. Fotografía de Alexis Vega.



Se realizó un primer estudio de fuentes secundarias, particularmente guías de campo de aves de diferentes países de Sudamérica. En una segunda etapa, se trabajó con fuentes primarias, recopilando artículos digitales publicados en revistas ornitológicas, los que fueron obtenidos a partir del buscador Google Académico y portales web especializados en historia natural (p.ej. www.biodiversitylibrary.org/). La revisión de la plataforma eBird (www.ebird.org), siguió las orientaciones de Medrano y Tejeda (2017), lo que permitió identificar registros históricos y recientes para las especies del género *Mimus* en Chile y obtener datos que permitieron realizar gráficos y figuras para la Tenca de alas blancas.

Resultados

Hábitat: En el lado oriental de los Andes habita zonas de matorral no-desértico, bosques chaco y de monte, sabanas y estepas. Puede utilizar lugares alrededor de habitaciones humanas. Además, especialmente durante el periodo no-reproductivo, utiliza áreas abiertas y zonas agrícolas. También habita pastizales en el cerrado paraguayo y uruguayo (Fjeldså y Krabbe, 1990; Ridgely y Tudor, 2009; Rocha, 2015; Cody y Kirwan, 2018). En Chile se le ha registrado en una variedad de hábitats incluyendo áreas verdes urbanas, zonas abiertas, bordes de humedales costeros y altoandinos, bosque esclerófilo, distintos tipos de matorrales, desierto, borde costero y estepa altoandina (Couve y Vidal, 2003; Martínez y González, 2017).

Distribución altitudinal: En los países vecinos su distribución altitudinal se da principalmente bajo los 500 msnm, mencionándose que puede alcanzar alturas considerables en el periodo no-reproductivo en Bolivia y Chile (Ridgely y Tudor, 2009; Cody y Kirwan, 2018). Se cita que para Mendoza, Argentina, se reproduce a 2600 msnm (Fjeldså y Krabbe, 1990). En Bolivia se registra entre 80 a 1500 msnm (Herzog *et al.*, 2016). Para Chile su altitud se limita entre nivel del mar y 2400 msnm (Couve *et al.*, 2016; Howell y Schmitt, 2018) o 3000 msnm (Jaramillo, 2003). En Chile, se le ha observado en islas cercanas a la costa (eBird, 2017-2022), hasta los 4345 msnm en Laguna Verde, Atacama (eBird, 2017-2022).

Movimientos y Migración: Altamente migratoria durante la temporada no-reproductiva, desplazándose a tierras bajas de los Andes durante el invierno (Pearman y Areta, 2020). Se ha planteado que estos movimientos llevan a algunas Tencas de alas blancas a cruzar a Chile a través de pasos cordilleranos (Goodall *et al.*, 1946). Estos movimientos serían llevados a cabo por la población del sur de Argentina (Couve y Vidal, 2003). En eBird se registran avistamientos de la Tenca de alas blancas en Chile durante todos los meses del año, concentrándose entre abril y julio (Figura N° 4). Al respecto, Azócar y Pinto (2014) señalan que los avistamiento de la especie, podrían coincidir con fechas de arribo y retorno desde y hacia Argentina, lo que sería indicativo de una ruta migratoria a través de los Andes.

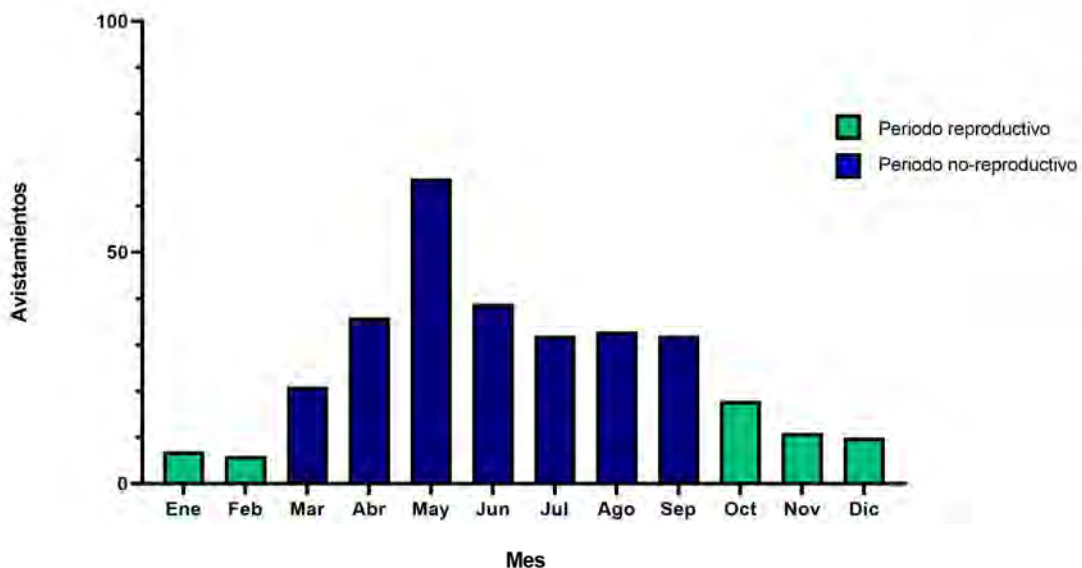


Figura N° 4. Avistamientos de Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*) reportados en eBird para Chile, desde 1994 a 2021. En azul, el periodo no-reproductivo (otoño-invierno) de la especie y en verde el periodo reproductivo (primavera-verano). Elaboración M. Garrido.



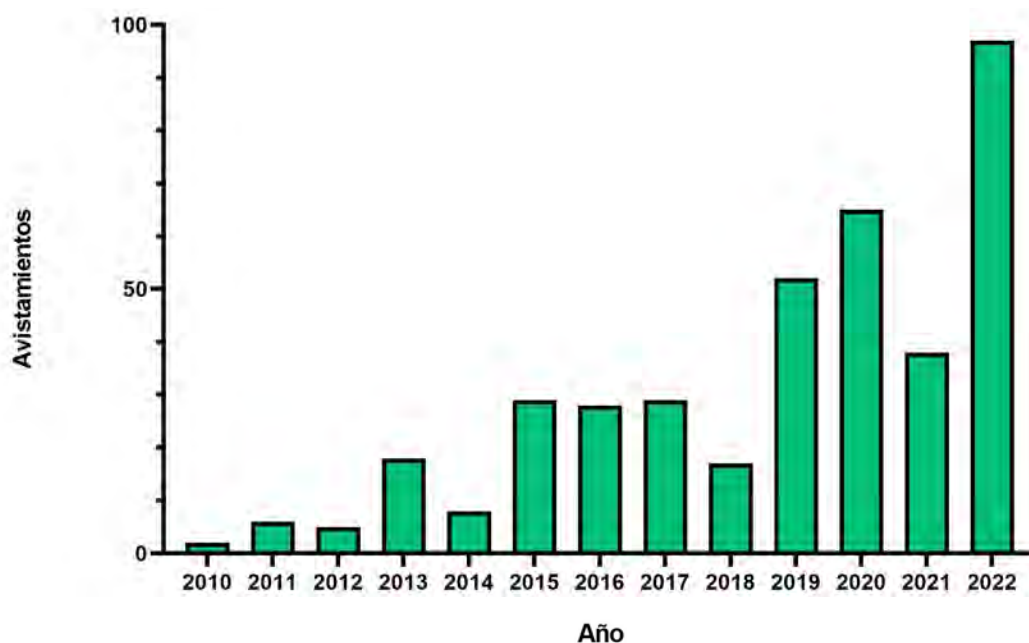


Figura N° 5. Avistamientos de Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*) reportados en eBird para Chile, entre enero de 2010 y junio de 2022. Elaboración M. Garrido.

Los autores sobre aves chilenas han considerado a esta ave como no reproductiva en Chile, siendo un visitante ocasional (Hellmayr, 1932; Araya y Millie, 1986), muy escasa (Goodall *et al.*, 1946), muy ocasional (Couve y Vidal, 2003), una especie rara (Marín, 2004), errante (Jaramillo, 2003; Jaramillo, 2005), residente muy local y visitante regular a la vez (Couve *et al.*, 2016), accidental (Martínez y González 2017), y migrante raro no-reproductivo (Howell y Schmitt, 2018). La revisión de la literatura previo al periodo del Atlas de las Aves Nidificantes de Chile (Medrano *et al.*, 2018a), daba cuenta de 22 registros (Marín, 2004; Barros y Schmitt 2015). Si triangulamos estas fuentes tradicionales con los reportes en eBird de la Tenca de alas blancas, los registros para la especie han aumentado durante la última década (Figura N° 5), probablemente en función de la masificación de eBird dentro de la comunidad de observadores de aves (Medrano y Tejeda, 2017) y la mayor capacidad de reconocimiento de la especie en terreno, gracias a la accesibilidad a nuevas guías de campo y equipos fotográficos por parte de la ciudadanía.

Discusión

Al aplicar en eBird el filtro de meses, a las observaciones más recientes reportadas para Chile en dicha plataforma, estas coinciden con el arribo esperable desde Argentina (meses de otoño-invierno). Para los registros de retorno a dicho país, si bien son más es-

casos los reportes en eBird, probablemente por el bajo esfuerzo de observación en zonas andinas (eBird, 2017-2022), los mismos permiten probar, al menos de manera preliminar, la hipótesis de la existencia de una ruta migratoria de la Tenca de alas blancas a través de los Andes, si consideramos que su época reproductiva en Argentina se desarrolla principalmente entre los meses de noviembre a enero, según lo descrito por diferentes autores (Fjeldså y Krabbe 1990; Cody y Kirwan 2018; Garrido y Barros, 2018).

La hipótesis de que la Tenca de alas blancas realiza una migración trasandina post-reproductiva, permite predecir la ocurrencia de registros de ejemplares en tierras altas de los valles y cordillera chilena, durante los meses de octubre a diciembre, evidenciando con ello un tránsito desde sus sitios de invernada en áreas costeras y valles en Chile, a tierras reproductivas del lado oriental de los Andes (Figura N° 6). A la fecha, sólo una docena de observaciones en áreas cordilleranas de las regiones de Antofagasta, Coquimbo, Metropolitana y del Libertador General Bernardo O'Higgins, sugieren dicho tránsito durante los meses de octubre a diciembre (eBird, 2017-2022). En contraste, como consecuencia de lo despoblado del territorio, en la región de Atacama (desde donde se elabora esta investigación), no existen observaciones en cordillera, pese a que existen numerosos reportes de individuos de Tenca de alas blancas en tierras bajas, durante el periodo enero-septiembre (eBird, 2017-2022).



Garrido y Barros (2018) mencionan que durante el periodo de recolección de datos del Atlas de las Aves Nidificantes de Chile, se registraron 47 individuos distintos de Tenca de alas blancas y que posterior a ello contabilizaron 36 nuevos registros en dos años. En relación a aquello, las denominaciones sobre su rareza, el inconfundible plumaje y su llamativo canto, convierten a la Tenca de alas blancas en un ave deseada, que es buscada y reportada por los observadores chilenos, lo que haría previsible una mejor calidad de los datos sobre su presencia en el futuro.

En vista de lo anterior, la migración de aves a través de una ruta transandina hacia nuestro país, ha sido objeto de discusión por parte de la comunidad de ornitólogos y observadores de aves en Chile, develando el escaso conocimiento sobre aspectos claves de la historia natural de nuestras aves (Schmitt y Barros, 2007; Schmitt, 2012; Barros, 2014). Sin embargo, es evidente la positiva sinergia que se puede establecer entre el trabajo de los científicos profesionales y los observadores voluntarios a través de una ciencia colaborativa (Medrano *et al.*, 2018b). En este sentido, para otras especies de aves en Chile, el uso de herramientas en línea de recopilación y almacenamiento de datos y evidencias de libre acceso para la comunidad, permite actualmente responder de manera más acabada, preguntas sobre distribución y migración de las aves chilenas (Tejeda y Medrano, 2018).

Difusión

A partir de esta revisión de antecedentes ornitológicos y lo propuesto por Maggio (2021) en relación a la co-

municación de propuestas educativas, se desarrolló una actividad de divulgación del proyecto durante un festival de aves online (Redobservadores, 2021) y se elaboró un desafío ornitológico (vease <https://www.redobservadores.cl/?p=4877>) y un material audiovisual referido al mismo (Redobservadores, 2022), patrocinado por la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile y los Clubes IIE del PAR Explora Atacama, denominado Desafío ROC N°14 ¿Te tinca ir por la Tenca? el cual tiene como objetivos:

1. Buscar activamente a la Tenca de alas blancas en nuestro país y subir los registros a eBird.
2. Redoblar esfuerzos de observación especialmente durante los meses de octubre y diciembre en áreas montañosas, considerando el probable desplazamiento de los ejemplares a sus cuarteles reproductivos al oriente de los Andes.

Los detalles de la propuesta pueden ser consultados en el siguiente link: <https://www.redobservadores.cl/?p=6630>

Resulta viable pensar que la divulgación de un desafío ornitológico específico para esta Tenca, como el propuesto en este trabajo, haría crecer el número de reportes, permitiendo con ello confirmar la predicción de avistamientos altitudinales durante la primavera-verano y reafirmar la hipótesis de una migración trasandina aquí planteada. La divulgación del Desafío ROC N°14 ¿Te tinca ir por la Tenca? con operadores turísticos, consultores ambientales y observadores de aves locales podría resultar fructífera.

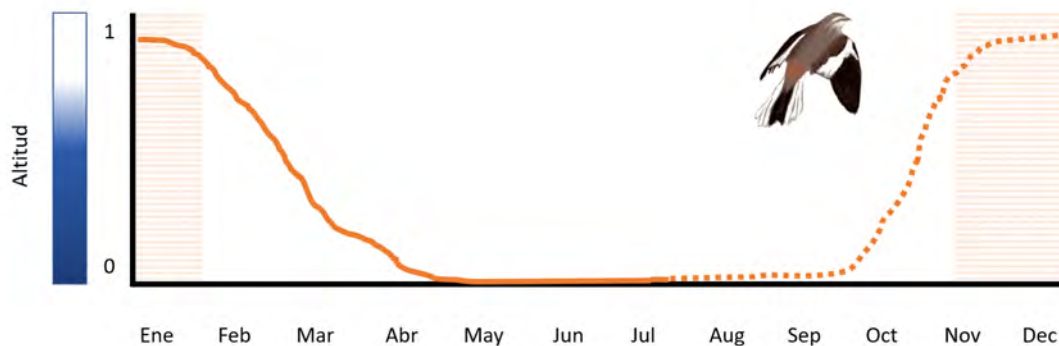


Figura N° 6. Hipótesis de la migración regular de la Tenca de Alas Blancas en Chile. El análisis altitudinal de los reportes en fechas cercanas al nuevo periodo reproductivo (octubre-diciembre), podrían dar luces sobre su retorno a Argentina, validando la hipótesis de que Chile es destino regular en la migración de la especie. Elaboración M. Garrido.



Conclusión

La historia natural de la Tenca de alas blancas y particularmente el estudio de sus movimientos migratorios, puede abordarse a partir de un trabajo colaborativo entre los ornitólogos profesionales y la comunidad de observadores de aves en Chile. Por medio de herramientas como eBird, se puede reunir un volumen importante de observaciones a lo largo de una amplia distribución geográfica, generándose adicionalmente orientaciones públicas y prácticamente en tiempo real para su búsqueda (usando por ejemplo la aplicación de eBird para celulares), lo cual a través de esfuerzos aislados de un equipo de investigación, sería imposible. A modo de resultados esperados para el desafío ornitológico desarrollado en este proyecto escolar, se debería obtener un acumulado de registros que permita establecer las localidades con mayores avistamientos y las estaciones del año en que dichos registros se hacen más frecuentes. Cruzando variables, como la de fecha de avistamiento y altura sobre el nivel del mar de los reportes, podría establecerse y describirse con mayor detalle geográfico, la existencia de una ruta migratoria para la especie desde el este de los Andes a la costa del océano pacífico. También sería esperable poder obtener información que permita establecer si existe una expansión reproductiva de la especie en la región de Antofagasta. Los observadores de aves deberían focalizar sus esfuerzos en la búsqueda de evidencias de reproducción, particularmente en la cordillera desde Tarapacá a Atacama.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos a Cristián Galaz, Camila Cifuentes, Camila Hidalgo y Katia Riveros del Proyecto FIC Núcleos Educativos de la Universidad de Atacama y del Proyecto Asociativo Regional PAR Explora Atacama a través de los Clubes de Investigación e Innovación Escolar (IIE), quienes apoyaron la presente investigación en tiempos de pandemia. Agradecemos también a los miembros de la ROC quienes colaboraron en la revisión del trabajo, compartieron sus fotografías de las especies del género *Mimus* para el material de divulgación de la academia y nos invitaron a divulgar el proyecto: Nicole Arcaya, Carolina Chacón, Pablo Gutiérrez, Sharon Montecino, María Jesús Sepúlveda, Ivo Tejada, Pedro Valencia, Alexis Vega, Franco Villalobos.



Bibliografía

- Araya B, Millie G. 1986. Guía de campo de las aves de Chile. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.
- Azócar MI, Pinto C. 2014. La Tenca de alas blancas (*Mimus triurus*) en Chile. Boletín Chileno de Ornitología 20: 44-47.
- Barros R. 2014. El Batitú (*Bartramia longicauda*) en Chile. La Chiricoca 18: 8-13.
- Barros R, Schmitt F. 2015. Aves raras en Chile: Enero 2004-Diciembre 2014. La Chiricoca 20: 2-56.
- Barros R. y Red de Observadores. 2020. Resumen de Avistamientos: Enero-Diciembre 2019. La Chiricoca 26: 29-46.
- Cieza-Ponce J, Díaz-Villalobos O. 2014. Primer registro documentado del Calandria de Ala Blanca (*Mimus triurus*) en Perú. Boletín de la Unión de Ornólogos del Perú (UNOP) 9: 49-51.
- Cody M, Kirwan GM. 2018. White-banded Mockingbird (*Mimus triurus*). In: del Hoyo J, Elliott A, Sargatal J, Christie DA, de Juana E. (eds.). Handbook of the birds of the world alive. Lynx Edicions, Barcelona, Spain.
- Couve E, Vidal C. 2003. Aves de Patagonia, Tierra del Fuego y Península Antártica. Editorial Fantástico Sur Birding Ltda, Chile.
- Couve E, Vidal C, Ruiz J. 2016. Aves de Chile. Sus islas oceánicas y Península Antártica. Fantástico Sur Editorial, Chile.
- eBird. 2017-2022. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves. Ithaca, New York, USA.
- Fjeldså J, Krabbe N. 1990. The birds of the high Andes. A manual to the birds of the temperate zone of the Andes and Patagonia, South America. Zoological Museum, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark.
- Garrido M, Barros R. 2018. Tenca de alas blancas. En Medrano F, Barros R, Norambuena H, Matus R, Schmitt F. (Eds.). Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile, Santiago, Chile.
- Goodall JD, Johnson AW, Philipps RA. 1946. Las aves de Chile. Platt Establecimientos Gráficos, Buenos Aires, Argentina.
- Hellmayr CE. 1932. The birds of Chile. Field Museum of Natural History Zoological Series, Chicago, USA.
- Herzog SK, Terrill RS, Jahn AE, Remsen JV, Maillard O, García-Solíz VH, MacLeod R, Maccormick A, Vidoz JQ. 2016. Birds of Bolivia. Field Guide. LANDIVAR, Bolivia.
- Howell SNG, Schmitt F. 2018. Birds of Chile. A photo guide. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.



- Imberti S. 2018. Tenca patagónica. En Medrano F, Barros R, Norambuena H, Matus R, Schmitt F. (Eds.). Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile. Santiago, Chile.
- Jaramillo A. 2003. Birds of Chile. Princeton Field Guides, Princeton University Press, USA.
- Jaramillo A. 2005. Aves de Chile. Lynx Edicions, Alada Gestió Empresarial, S.L., Barcelona, España.
- Maggio M. 2021. Educación en pandemia: Guía de supervivencia para docentes y familias. Paidós, Argentina.
- Marín M. 2004. Lista comentada de las aves de Chile. Lynx Edicions, Barcelona, España.
- Martínez D, González G. 2017. Las aves de Chile: guía de campo y breve historia natural. Ediciones del Naturalista.
- Medrano F, Tejada I. 2017. Guía para usar eBird en Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC) y Fondo de Protección Ambiental del Ministerio del Medio Ambiente, Santiago, Chile.
- Medrano F, Barros R, Norambuena HV, Matus R, Schmitt F. 2018a. Atlas de las aves nidificantes de Chile. Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), Santiago, Chile.
- Medrano F, Barros R, Peredo R, de Groot F. 2018b. Extension of the northward migratory route of the Upland Sandpiper (*Bartramia longicauda*) to the western slope of the Andes. Wilson J. Ornithol. 130: 805-809.
- Pearman M, Areta JI. 2020. Birds of Argentina and the South-west Atlantic. Helm Field Guides.
- Programa Explora. 2016. Guía de apoyo a la investigación escolar en ciencias sociales: Estudiantes. Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT). Santiago, Chile.
- Redobservadores. 2021. Festival temporada de apertura de observación de aves en Patagonia, día 2 [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/0ZTQdM0cGX0>
- Redobservadores. 2022. Desafío ROC #14 ¿Te tinca ir por la tenca? - Arriba en la cordillera [Archivo de Vídeo]. Youtube. <https://youtu.be/wmLK82RuclA>
- Reed EC. 1896. Catálogo de las aves chilenas. Anales de la Universidad de Chile 93: 197-213.
- Ridgely RS, Tudor G. 2009. Birds of South America. Passerines, A & C Black, London, UK.
- Rocha G. 2015. Guía completa para conocer aves del Uruguay. Ediciones de la banda oriental, Montevideo, Uruguay.
- Shardlow MEA, Shardlow HM. 2004. First record of White-banded Mockingbird *Mimus triurus* for Peru and a summary of known occurrence. Cotinga 21: 79-80.
- Schmitt F, Barros R. 2007. El pájaro amarillo, una especie a buscar. La Chiricoca 4: 29-31.
- Schmitt F. 2012. La Bandurrilla de los bosques, una nueva especie para Chile. La Chiricoca 14: 18-21.
- Tejada I, Medrano F. 2018. eBird como una herramienta para mejorar el conocimiento de las aves de Chile. Revista Chilena de Ornitología 24: 85-94.





UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE



Artículo de Investigación / Research Article

EFECTO ANTIBACTERIAL DEL EXTRACTO ETANÓLICO DE *MESEMBRYANTHEMUM CRYSTALLINUM*, SOBRE LA MICROBIOTA DE LAS MANOS

ANTIBACTERIAL EFFECT OF THE ETHANOL EXTRACT OF *MESEMBRYANTHEMUM CRYSTALLINUM*, ON THE MICROBIOTA OF THE HANDS

Correspondencia

Isela Maureira Cuevas
imaureira.4027@slepuertocordillera.cl
Escuela José Agustín Alfaro
Coquimbo

Autores

Eliot Gómez / Consuelo Araya
Ailin Véliz / Leodan Andrade
Angel Vergara / Javiera Mondaca
Aylene Pastén / Javiera Pastén
Valentina Varas / Javiera Salas
Anaís Nuñez / Yuliana Pérez
Yenny Muñoz / Valesca Aguirre
Juliana Pastenes / Renato Tapia
Benjamín Gallardo

Escuela José Agustín Alfaro
Coquimbo

Docente Guía

Isela Maureira Cuevas
Escuela José Agustín Alfaro
Coquimbo

Evaluador

Claudio Martínez
Universidad de Santiago de Chile

<https://doi.org/10.35588/bc.v6i2.109>

Artículo Recibido: 26 de agosto, 2022
Artículo Aceptado: 24 de noviembre, 2022
Artículo Publicado: 30 de diciembre, 2022



Resumen

Mesembryanthemum crystallinum es una especie invasora de origen africano, que fue introducida a territorio nacional aproximadamente en el año 1881. Existen estudios que demuestran que *M. crystallinum* posee propiedades antisépticas. En el presente estudio se evalúa el efecto antibacteriano de *M. crystallinum*, para el desarrollo de un gel de limpieza de manos. Para obtener el extracto de las hojas de *M. crystallinum* se utilizó el método de maceración y el efecto antibacteriano del extracto se evaluó por el método de recuento de unidades formadoras de colonias (UFC). En cuanto al análisis estadístico, los datos indican que existe una diferencia significativa de UFC totales con el extracto de las hojas de *M. crystallinum* con respecto al control. Se concluye entonces que el extracto etanólico de las hojas de *M. crystallinum* posee efecto antibacteriano sobre la microbiota de las manos.

Palabras clave: Extracto etanólico; *Mesembryanthemum crystallinum*; Microbiota; Especie invasora; Gel antibacterial

Abstract

Mesembryanthemum crystallinum is an invasive species of African origin, which was introduced into the national territory approximately in the year 1881. Some studies show that *M. crystallinum* has antiseptic properties. In the present study, the antibacterial effect of *M. crystallinum* is evaluated for the development of a hand cleaning gel. To obtain the extract from the leaves of *M. crystallinum*, the maceration method was used and the antibacterial effect of the extract was evaluated by the colony-forming unit (CFU) count method. Regarding the statistical analysis, the data indicate that there is a significant difference in total CFU with the extract from the leaves of *M. crystallinum* concerning the control. It is then concluded that the ethanolic extract of the leaves of *M. Crystallinum* has an antibacterial effect on the microbiota of the hands.

Keywords: Ethanolic extract; *Mesembryanthemum crystallinum*; Microbiota; Invasive species; Antibacterial gel



Introducción

Mesembryanthemum crystallinum es una especie invasora de origen africano, que fue introducida a territorio nacional, aproximadamente en el año 1881, distribuyéndose en ambientes urbanos con alta actividad antrópica y en ambientes naturales de interés para la conservación, entre las regiones de Antofagasta y Valparaíso (Madrigal-González *et al.*, 2013).

Las invasiones biológicas de especies exóticas causan impactos negativos sobre la biodiversidad y economía de los países. En Chile se ha reportado la presencia de unas 850 plantas exóticas naturalizadas con potencial invasor.

Actualmente, *M. crystallinum* representa un problema para la conservación, ya que ha invadido diversas aéreas protegidas del Estado como la Reserva Nacional Pingüino de Humboldt y el Desierto de Atacama (Fuentes *et al.*, 2013).

Por otra parte, se ha documentado que sus hojas y tallos se usan crudos o cocidos como sustituto de las espinacas y encurtidos como pepinos. Además, el follaje triturado es un sustituto del jabón (Rahman *et al.*, 2011). Por lo tanto, *M. crystallinum* tiene muchas actividades biológicas como antioxidante y antimicrobiano (Hernandez, 2005; Rahman *et al.*, 2011).

Por su parte, la fitoterapia se considera como la forma terapéutica más antigua en las diferentes civilizaciones ancestrales del mundo y está enmarcada en el contexto de la etnomedicina, disciplina de estudio científico

donde se recopilan y evalúan las diferentes aplicaciones de los fitocomplejos presentes en las plantas, sus usos y formas de administración (Ibtissem *et al.*, 2012).

Con respecto a la elaboración de geles, esta forma farmacéutica representa una excelente alternativa para vehicular extractos vegetales debido a su gran estabilidad y rápida liberación de los principios activos en su aplicación tópica.

Esta investigación es la proyección de nuestro proyecto anterior, en donde desde hace tres años que estamos investigando a esta planta invasora. Hasta el momento, sólo habíamos reportado el impacto negativo de la planta, ya que esta afecta la biodiversidad de la flora nativa de los lugares donde habita. Es por eso que nace la idea de poder dar solución a esta problemática, investigando las propiedades positivas de esta planta, inquietud que surgió en una de las ferias donde participamos y en donde escuchamos por parte de los asistentes, que la planta era conocida por poseer ciertos atributos beneficiosos para el ser humano.

En el presente estudio se propuso la siguiente pregunta de investigación:

Problema de Investigación

¿El extracto de las hojas de *M. crystallinum* tiene efecto antibacteriano sobre la microbiota de las manos?



Hipótesis

Si el extracto de *Mesembryantum crystallinum* posee propiedades antibacteriales, entonces el extracto de sus hojas tendrá un efecto antibacteriano sobre la microbiota de las manos.

Objetivo General

Evaluar el efecto antibacteriano del extracto de hojas de *M. crystallinum*, sobre la microbiota de las manos.

Objetivos Específicos

1. Obtener el extracto de hojas de *M. crystallinum*.
2. Determinar el efecto antibacteriano del extracto etanólico de *M. crystallinum*.
3. Elaborar un gel con extracto de las hojas de *M. crystallinum*.

Metodología

La investigación se realizó entre los meses de julio a septiembre del año 2019, en el Laboratorio de Ciencias de la Escuela José Agustín Alfaro y en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad de La Serena.

Variables estudiadas

- Variable independiente: Efecto inhibitorio del extracto de hojas de *M. crystallinum*.
- Variable dependiente: Unidades formadoras de colonias (UFC).

El presente estudio es del tipo experimental.

Diseño del experimento y tratamientos

El diseño experimental utilizado fue en bloques completos al azar con 2 tratamientos y 10 repeticiones.

Recolección de datos

Luego de la incubación por 48 horas, de cada tratamiento (control y réplicas), los estudiantes realizaron el recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) mediante inspección visual de cada una de las unidades experimentales.

Material vegetal

Se utilizaron las hojas de la planta exótica *M. crystallinum*, denominada comúnmente como “hierba del rocío” (Figura N° 1).



Figura N° 1. *Mesembryantum crystallinum*

Composición química

La bibliografía refiere para *M. crystallinum* los siguientes resultados en cuanto a su composición química: Flavonoides, taninos, ácidos fenólicos, 2,6-Di-*tert*-butyl-4-methylphenol (BHT, butilhidroxitolueno), enzimas antioxidantes (Hanan *et al.*, 2009; Ibtissem *et al.*, 2010).

Actividad farmacológica

Esta especie ha demostrado propiedades antioxidantes y captadoras de radicales libres. Posee también actividad antiséptica (Bouftira *et al.*, 2007).

Obtención de extractos etanólicos

Se utilizaron las hojas de *M. crystallinum* ya que en ellas se concentra la mayor cantidad de principios activos. Se lavaron las hojas con agua de la llave, se desecó en estufa de secado, por un espacio de 48 horas a 40°C. (Figura N° 2).



Figura N° 2. Estufa de secado con hojas de *Mesembryantum crystallinum*.



Se obtuvieron 30 g de hojas secas con cuales se molieron con un procesador de alimentos, hasta pulverizar las hojas. La cantidad obtenida fue de 25 g de color verde con olor característico.

Preparación del extracto

La maceración se inició con 25 g de polvo de hojas de *M. crystallinum* que se colocaron en un frasco de 1 L de capacidad con 500 mL de alcohol etílico al 70%. Este recipiente se dejó bajo condiciones de oscuridad a temperatura ambiente por dos semanas, en donde se agitaba esporádicamente. Después de este tiempo, se procedió a realizar el filtrado del producto, en embotado con papel filtro. Con el líquido filtrado se procedió a realizar la evaporación del solvente a través de baño maría (Figura N° 3), donde se evaporó el etanol a 79.3°C y se obtuvieron 100 mL de concentrado del extracto. Posteriormente, se realizaron las pruebas microbiológicas de control de calidad del extracto de *M. crystallinum* (Figura N° 3).



Figura N° 3. Control de calidad, extracto sin presencia de microorganismos

Determinación del efecto antibacterial

Se dispusieron 15 placas con agar TSA, en 5 bloques, donde cada bloque estaba constituido por una placa control y dos réplicas (R1-R2). Para cada control, se sembraron muestras obtenidas de las manos, por medio de tómulas estériles. Estas tómulas, se humedecieron con suero fisiológico para facilitar la extracción de microorganismo de las manos de los voluntarios. Posteriormente se realizó la siembra en cada una de las placas control.

A continuación, se tomaron nuevas tómulas estériles y se sumergieron en el extracto de *M. crystallinum* por un minuto, luego se procedió a pasar las tómulas humedecidas con el extracto por las manos de los voluntarios y se realizó la siembra en las placas denominadas réplicas. Este procedimiento se realizó dos veces, uno para la réplica R1 y luego para la réplica R2. Las placas se incubaron a 37°C por 48 horas y, pasado este tiempo, se determinó el número de unidades formadoras de colonias (UFC). Este número se obtuvo al contabilizar las colonias presentes luego de la incubación de las placas control y sus respectivas réplicas.

Elaboración del gel antibacterial

• Materiales y reactivos

- Carboximetilcelulosa (CMC) 5% p/p
- Glicerina 1 mL
- Agua destilada 100 mL
- Extracto de hojas de *M. crystallinum*
- Probeta.
- Vasos precipitados
- Varillas de agitación
- Balanza
- Colador y papel filtro
- Envase para el gel

Procedimiento

Se mezcló el carboximetilcelulosa (CMC) y el agua destilada, luego se le agregó la glicerina; se agitó todo hasta hacer una solución homogénea. Finalmente, mediante una vigorosa agitación, se adicionó el extracto vegetal de *M. crystallinum* previamente obtenido. Se dejó reposar por un día y luego se envasó en un envase para gel.

Resultados y Discusión

Para interpretar los resultados del estudio de acuerdo a los objetivos e hipótesis, se midieron y compararon los 2 tratamientos (control y réplicas). Las unidades de ensayo fueron 15 placas petri, 5 placas controles y 10 réplicas. Por problemas de manipulación, un bloque resultó con problemas, cuyos resultados no fueron analizados con el resto (Figura N° 4).

Análisis estadísticos e interpretación de datos

En la parte estadística, para determinar el efecto del extracto etanólico de las hojas de *M. crystallinum* y el recuento de unidades de colonias (UFC), se efectuó un



análisis de varianza (ANOVA) de dos factores con una sola muestra. La significancia estadística fue del 0,05.

En cuanto al análisis estadístico, los datos indican que existe una diferencia significativa entre el efecto del

extracto etanólico de las hojas de *M. crystallinum* y las unidades formadoras de colonias (UFC) totales respecto del control ($p < 0,05$).



Figura.Nº 4. En el gráfico de barras se observa que hubo un mayor recuento de unidades formadoras de colonias UFC en las placas control, con respecto a las réplicas R1-R2, en cada bloque.

Conclusión

La acción antibacteriana se evaluó mediante un Análisis de Varianza (ANOVA), mostrándose que existe una diferencia estadística significativa entre el efecto del extracto de las hojas de *M. crystallinum* y su control en cuanto al crecimiento de Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en cada uno de los bloques analizados, debido a que el valor de p fue menor a 0,05 ($p=0,013$). La especie *M. crystallinum*, dentro de sus compuestos químicos, contiene flavonoides, taninos y polifenoles; que pertenecen al grupo funcional de los fenoles, a estos principios activos se atribuyen su efectividad antibacteriana. Nuestra hipótesis es validada debido a los resultados obtenidos, y dan a conocer que el extracto etanólico de hojas de *M. crystallinum* posee un efecto antibacterial sobre la microbiota de las manos. En la presente investigación se aprovecha la actividad antibacteriana presentada por *M. crystallinum* para la formulación de un gel antibacterial ya que la utilización de este gel contribuye a mejorar la higiene de las manos, de una manera más ecológica y amigable con la naturaleza. Además, con respecto a la elaboración del gel antibacterial, se recomienda continuar con la línea de investigación en la búsqueda de otro tipo de formulaciones, como cremas, jabones, enjuagues bucales y/o ungüentos para aprovechar su efecto antibacterial para su aplicación en otras afecciones ya sea de la piel o la cavidad bucal. Para concluir, se puede decir que, en base a este estudio preliminar, el extracto de *M. crystallinum* muestra una efectiva actividad antimicrobiana, específicamente para controlar el crecimiento de bacterias de la microbiota de las manos.



Bibliografía

Bouftira I, Abdelly C, Sfar S. 2007. Identificación de un 2,6-bis (1.1- dimetiletil)-4-metilfenol natural de las hojas moradas de la planta halofita *Mesembryanthemum crystallinum*. *Afric J Biotechnol* .6: 1136-1139.

Fuentes N, Pauchard A, Sánchez P, Esquivel J, Marticorena A. 2013. A new comprehensive database of alien plant species in Chile based on herbarium records. *Biol. Invasions* 15: 847-858. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0334-6>

Hanen F, Riadh K, Samia O, Sylvain G, Christian M, Chedly A. 2009. Variabilidad interespecifica de actividades antioxidantes y composición fenólica en el género *Mesembryanthemum*. *Food Chem. Toxicol.* 2308-2313.

Hernández RA. 2005. Fitoterapia. Bases científicas y legales para su aplicación. *Bol. Latinoam. Caribe Plant Med. Aromat* 4: 71-74.

Ibtissem B, Imen M, Souad S. 2010. Dosificación de 2,6 -bis(1,1-dimetiletil)-4-metilfenol BHT) en el extracto de la planta *Mesembryanthemum crystallinum*. *J Biomed. Biotechnol* 142486.

Ibtissem B, Abdelly C, Sfar S. 2012. Propiedades antioxidantes y antibacterianas de los extractos de *Mesembryanthemum crystallinum* y *Carpobrotus edulis*. *Adv. Chem. Eng. Sci.* 2: 359-365. <https://doi.org/10.4236/aces.2012.23042>

Madrigal-González J, Cea AP, Sánchez-Fernández LA, Martínez-Tillería KP, Calderón JE, Gutiérrez JR. 2013. Facilitation of the non-native annual plant *Mesembryanthemum crystallinum* (Aizoaceae) by the endemic cactus *Eulychnia acida* (Cactaceae) in the Atacama Desert. *Biological Invasions* 15: 1439-1447.

Rahman SMA, Abd-Ellatif SA, Deraz SF, Khalil AA. 2011. Actividad antibacteriana de algunas plantas medicinales silvestres recolectadas en la costa mediterránea occidental, Egipto: alternativas naturales para el tratamiento de enfermedades infecciosas. *Afric J Biotechnol* 10: 10733-10743.



En la sala de clases ¿Enseñas a tus estudiantes las aplicaciones de las ciencias básicas?

MARÍA EUGENIA GONZÁLEZ



Área Física y Matemática

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

Dentro de la planificación de la asignatura de Física, que es la que imparto, para mejorar la comprensión de los temas en estudio ejemplifico y muestro como lo que están hoy aprendiendo en el aula les puede ayudar a comprender un sin número de fenómenos físicos que observamos en la vida diaria y otros que son base para posteriores estudios en diferentes carreras afines con la física como las ingenierías, arquitectura, astronomía, geología entre otras. Esta forma de trabajar la Física de manera contextualizada nos permite una mayor atención y motivación de los estudiantes, a querer aprender. Además, a través de la creación de modelos, prácticas de laboratorio y trabajo colaborativo con otras asignaturas fomento el trabajo de las habilidades blandas propias del siglo XXI. Por otro lado, en segundo medio, antes de elegir sus electivos de tercero, muestro e incentivo a que busquen información de las carreras que se vinculan a las áreas de las Ciencias Básicas, para que ellos puedan elegir de manera más informada, permitiéndoles tener una mejor formación para enfrentar sus estudios superiores.

RUBÉN MELLA



Área Biología y Ciencias

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

Siempre. Considero que las Ciencias Básicas son la puerta hacia el conocimiento, y que cuando comprendemos, por ejemplo, los eventos a nuestro alrededor, comenzamos a mirar el mundo de forma distinta, a preguntarnos cada vez más cosas, abrimos nuestra mente a otras formas de pensamiento, a cuestionar lo que nos han dicho y/o enseñado. Esta nueva perspectiva permite aumentar el desarrollo de habilidades, que sobre todo en la época actual se transforman en una manera efectiva para combatir la desinformación. Potenciar la observación, el interés por buscar respuestas a sus dudas, la vinculación de conocimientos de todas las ciencias, a adquirir conocimientos de fuentes confiables y utilizar la potente herramienta que es el método científico, es lo que puede volver a cualquier estudiante, en un futuro científico que pueda iluminar el camino de otros.

YASMÍN ESPINOZA

Área Biología y Ciencias Naturales

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins



Por supuesto, las incluimos en todas nuestras actividades planificadas, nos permiten generar aprendizajes significativos en los estudiantes, acercarlos más al área de las ciencias y generar interés y motivación por lo que están aprendiendo, permitiendo vincular lo cotidiano y haciendo el enlace para que los estudiantes conozcan carreras científicas. Estas aplicaciones son fundamentales para conseguir o desarrollar la alfabetización científica y las habilidades del siglo XXI, como son el pensamiento crítico, la comunicación, el uso de las TIC y la innovación. Para lograr esto, hemos implementado actividades experimentales prácticas y demostrativas, que permiten a los estudiantes comprender mejor los fenómenos científicos a la vez que desarrollan otras competencias, actitudes y habilidades transversales. Además, durante nuestras clases trabajamos en forma permanente el método científico, de forma general o utilizando algunas de sus etapas. También desarrollamos análisis de textos y noticias de actualidad científica, que les permiten a los estudiantes comprender que el conocimiento es provisorio y que cambia continuamente. Por último, para nosotros es fundamental que los estudiantes puedan relacionar nuevas ideas y entender contextos de su entorno y de otros, para esto, nuestra institución desde hace varios años implementa actividades interdisciplinarias e intradisciplinarias, que permiten alcanzar el logro de objetivos integrales.

CÉSAR PIÑONES

Área Biología y Ciencias Naturales

Red de Observadores de Aves y
Vida Silvestre de Chile (ROC)

Salamanca, Región de Coquimbo



Como parte de las pasantías escolares que impulsamos en la Red de Observadores de Aves y Vida Silvestre de Chile (ROC), hemos introducido a escolares en los derroteros de la ornitología, ciencia que se centra en el estudio de las aves. La ornitología es una rama dentro de la zoología, la cual se desprende de la biología. En concreto, nuestros pasantes abrazan el estudio de un ave específica aprendiendo sus características, lo que les permite diferenciarla de otras especies similares y reconocerlas como parte del paisaje. Junto con ello, a partir de la revisión de datos alojados en la plataforma de ciencia ciudadana eBird (<https://ebird.org>), los estudiantes han logrado conocer la distribución geográfica de sus aves objetivo, junto con sus fechas de arribo y retirada cuando dichas especies tienen conductas migratorias. El trabajo con eBird, nos ha permitido también abordar aspectos de naturaleza de la ciencia, asociados a la construcción del conocimiento científico. Actualmente estamos introduciendo a nuestros pasantes en el uso de herramientas como Status and Trends y Shorebird-Viz, que muestran la aplicación de todo el conocimiento colectado en eBird por científicos y voluntarios, con miras a comprender las abundancias y rutas migratorias de las aves del mundo.

MANUEL ECHEVERRÍA



Área Química y Ciencias Naturales

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

La enseñanza de las ciencias se conciben de manera integral, y es necesario reforzarlo cuando algún contenido o tema se vincula con las otras disciplinas, para que así, los estudiantes comprendan que el conocimiento se adquiere de mejor manera cuando lo relacionan con contextos de su vida cotidiana, si consideramos que el saber es interdisciplinario, esto permite a los estudiantes visualizar que deben ser capaces de usar conocimientos, habilidades y actitudes de varias áreas para desenvolverse en la vida cotidiana y, a futuro, en el mundo laboral. En el contexto de los cursos que atiendo, principalmente a medida que los cursos avanzan a los cursos superiores, Tercero, Cuarto, Electivos y Talleres, se orienta a los estudiantes a conocer y revisar carreras y estudios en los cuales puedan aplicar las ciencias básicas y, considerando los resultados de estudiantes egresados de este Liceo, se ha podido apreciar con evidencia y datos concretos la gran cantidad de estudiantes que han logrado efectivamente este propósito, lo que se refleja en este trabajo y en los exalumnos que participan de charlas o seminarios en la semana de la ciencia de nuestro liceo.

MARÍA EUGENIA MARTÍNEZ

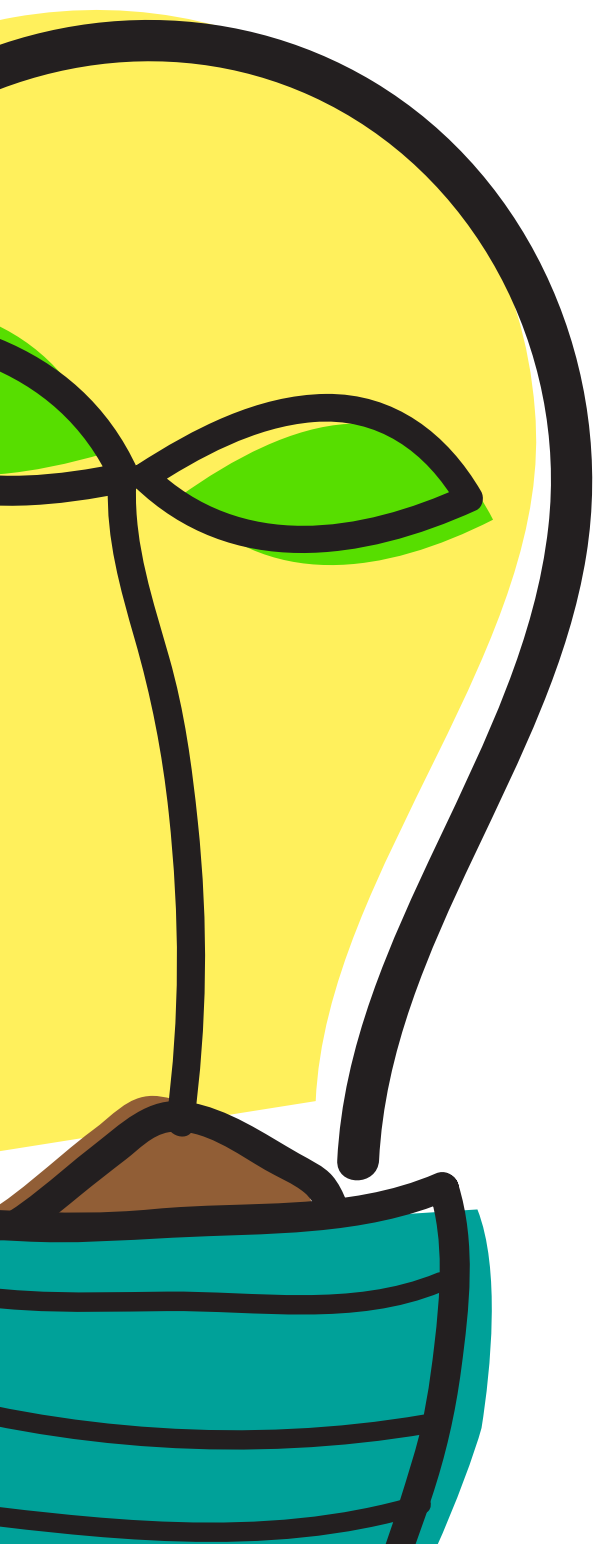


Área Biología y Ciencias Naturales

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

Hoy en el siglo XXI, se hace necesario formar ciudadanos y ciudadanas capaces de responder a habilidades fundamentales como son la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación, entre otras. Es por eso, que se hace imprescindible en la sociedad actual, la enseñanza de las Ciencias Básicas y sus aplicaciones. Necesitamos formar ciudadanos que puedan comprender el mundo que los rodea y enfrentar nuevos desafíos y problemáticas, para ir en busca de soluciones que permitan mejorar nuestra relación con el entorno y crear nuevo conocimiento. Es así como desde la Escuela, debemos preparar a nuestros estudiantes en habilidades, actitudes y conocimientos, que les permitan a ellos enfrentarse a estas exigencias. De esta misma forma, como docente, enseñar las aplicaciones de la ciencia desde el conocimiento a la innovación se hace perentorio en la sociedad actual y a esa responsabilidad le prestamos atención como profesionales de la educación.



A partir de lo que has aprendido en tus clases de ciencias ¿Para qué sirven las ciencias básicas?

ANTONIA LIRA



Curso 3^{ro} medio

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

Las Ciencias Básicas, como se puede intuir por su nombre, son esenciales para tener una buena base de conocimientos científicos, es decir, nos permite desarrollar la alfabetización científica, por ejemplo: saber cómo funciona un celular o de qué están compuestas las vacunas. Esto es fundamental para el conocimiento de cualquier persona, pero sobre todo para aquellos y aquellas que sienten interés por el estudio científico y quieren desempeñarse profesionalmente en esta área siguiendo carreras científicas. En mi caso particular, creo que las áreas de Biología y Física, son las que más se observan en la vida cotidiana, a través de sus fenómenos de estudio y de procesos tecnológicos, probablemente debido a la gran cantidad de temas de estudio que se puede derivar de estas materias. A pesar de lo dicho anteriormente, se ha de tomar en consideración que sin importar lo "diferentes" que se puedan ver los distintos campos de la ciencia, estos siempre encontrarán algún punto de unión en su estudio.

CRISTÓBAL VERGARA



Curso 3^{ro} medio

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

Las Ciencias Básicas preparan a las personas para los estudios más avanzados, entregando los conceptos básicos en el área de las Ciencias. Esto facilita los estudios superiores y también la vida adulta, independientemente si se continua o no con estudios superiores en el área, ya que esto facilita la comprensión de cómo funciona el mundo, no solo debemos tener la meta de estudiar algo que profundice estos contenidos para precisar de las Ciencias Básicas. No porque alguien quiera dedicarse al deporte, al arte o una carrera humanista no necesitará de las Ciencias Básicas, para comprender como funcionamos, el ATP, las proteínas, el sistema inmune, a pesar de que todo esto no se llegue a utilizar ni profundizar en estas áreas, no podemos quedarnos sin este conocimiento.

JAVIERA ESPINOZA



Curso 3^{ro} medio

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

Las Ciencias Básicas nos ayudan a comprender nuestra interacción con el mundo, el tener un conocimiento básico sobre cosas tan simples como estados de la materia, tipos de movimiento, fotosíntesis, partes del cuerpo humano, entre otros, nos facilitan la vida cotidiana y nos permite comprender nuestro mundo, encontrar la lógica a cosas sencillas, pero importantes, nos permite salir de la ignorancia y razonar sobre todo, abriendo paso al saber, a la curiosidad, a la intriga, despertando el deseo de encontrar respuesta a nuestras dudas, sin esto la mayoría de los hallazgos no habrían sido capaces de salir a la luz, viviríamos en un mundo donde todo funcionaría "porque sí", un mundo donde no conoceríamos que es la gravedad, sin conocer cómo trabaja nuestro cuerpo, sin conocer porque se forma hielo al dejar agua a temperatura baja, prácticamente viviríamos en un mundo de ignorancia.

VICENTE HINOJOSA



Curso 3^{ro} medio

Liceo Bicentenario Oriente de Rengo

Rengo, Región del Libertador
General Bernardo O'Higgins

La Ciencia existe y va a existir mientras se mantenga la búsqueda del conocimiento, de manera intencional o espontánea, busca encontrar soluciones a problemas cotidianos o complejos mediante la observación, la experimentación y el análisis, siendo ya inherente en el ser humano. Es propia de nosotros aún cuando el Método Científico se formalizó después de la publicación "El discurso del método" de Descartes, por el hecho de cómo se realiza la ciencia y el pensamiento científico, quizás de manera primitiva en sus inicios, pero igualmente presente. Aquel tipo de pensar tan analítico y metódico permite estudiar diversas áreas del conocimiento, con mayor profundidad a medida que avanzan las tecnologías, por lo que su clasificación fue más que necesaria. Las Ciencias Básicas, comprenden campos básicos no por la acepción de simple, sino por necesaria y fundamental, ya que son cimientos de otras disciplinas y de la resolución de problemas. En otras palabras, las ciencias básicas comprenden áreas necesarias para el desarrollo correcto del pensamiento científico y fundamentales para encontrar solución a problemáticas y/o nuevas dudas por responder, convirtiendo el conocimiento en una búsqueda iterativa por lo desconocido. La ciencia debe mantenerse perfectible para que se mantenga el conocimiento.

DIANA ALCOTA



Curso 3^{ro} medio

Liceo Sagrado Corazón

Copiapó, Región de Atacama

Las Ciencias Básicas, son el desarrollo de la curiosidad mayormente teórica, de tal manera son conocimientos, que dan paso a una mayor complejidad y aplicación de estos, pudiendo ser entrelazados entre sí para poder dar solución a problemas tanto tangibles como no tangibles. Por ejemplo, en mis clases de Ciencias y Desarrollo de Proyecto, las Ciencias Básicas me permitieron aprender sobre la evolución y las posibles rutas de migración de un ave, en concreto la Tenca de alas blancas o *Mimus triurus*; como siguiente paso, inferimos sobre las posibles razones o predicciones respecto a lo que sucedería, por lo cual aplicamos los conocimientos, entendiéndolos para generar preguntas. En resumen, las Ciencias Básicas permiten el desarrollo científico y de tal manera el avance, a lo cual me gusta destacar el tecnológico. Pero lo anteriormente mencionado fundamentado al dar los lineamientos o base teórica y permitir ser puesto en duda al utilizar diferentes metodologías para validar una hipótesis que pueda plantear un cambio o incluso lo contrario.

MAGDALENA MARTÍNEZ



Curso 4^{ro} medio

Instituto Alonso de Ercilla

Santiago, Región Metropolitana

Las Ciencias Básicas son la principal herramienta que nos permite desarrollar en forma crítica el pensamiento científico, ya que estas ciencias aparecen en muchos ámbitos de la vida diaria, desde tomar un vaso de agua y preparar una deliciosa receta en la cocina, al hacer aseo utilizando diversos detergentes, en la ropa que utilizamos, en la interpretación de las maravillas del universo e incluso en los juegos. Por lo que sirven para saber qué productos son mejores cuando los usamos, cuales no combinar para no provocar un accidente o las reacciones que ocurren al cocinar y juntar ingredientes. Cuando estudiamos las Ciencias Básicas y desarrollamos como estudiantes el pensamiento científico, nos llevará en la medida que avanzamos a mejorar nuestra calidad de vida, descubriendo día a día, en nuestros hogares, en el mundo que nos rodea, en nuestro mundo escolar o profesional, que podemos desenvolvernos mejor, asegurándonos un futuro promisorio. Todo gracias a las Ciencias Básicas...



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE





Brotos Científicos

Revista de Investigaciones Escolares

@BrotosCientificos



brotescientificos.usach.cl



UNIVERSIDAD
DE SANTIAGO
DE CHILE

