



Universidad Austral de Chile  
Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales

**Ciencia ciudadana como experiencia científica y  
educativa en jóvenes de la comuna de Valdivia:  
Evaluación de sus conocimientos y actitudes entorno  
a los humedales**

Patrocinante: Wara Marcelo

Trabajo de Titulación presentado como parte  
de los requisitos para optar al título de  
**Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales**

**ANTONIO SEBASTIÁN LÓPEZ MUÑOZ**  
VALDIVIA  
2016

---

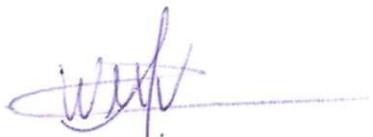
i	Calificación del comité de titulación	i
ii	Agradecimientos	ii
iii	Dedicatoria	iii
iv	Resumen	iv
1	INTRODUCCIÓN	1
2	ESTADO DEL ARTE	3
2.1	Ciencia ciudadana	3
2.2	Alfabetización científica y ciencia ciudadana a través de proyectos con pertinencia de la realidad socioambiental local en la educación formal.	4
2.2.1	Etapas de un proyecto de ciencia ciudadana	6
2.3	Resultados de un proyecto de ciencia ciudadana	6
2.4	Monitoreo de humedales y ciencia ciudadana	8
3	MÉTODOS	9
3.1	Área de estudio	9
3.1.1	Establecimiento educacional y grupo focal de estudio	10
3.2	Diseño de estudio	11
3.2.1	Evaluación de resultados educativos del proyecto de ciencia ciudadana	11
3.2.2	Descripción y metodología del proyecto de ciencia ciudadana	12
3.3	Análisis de datos	14
4	RESULTADOS	15
4.1	Proyecto científico	15
4.1.1.	Catastro de aves y plantas en el humedal Angachilla	15
4.2	Evaluación de conocimientos y actitudes	17
4.2.1	Conocimientos	17
4.2.2	Actitudes	21
5	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	26
5.1	Efectividad del proyecto de ciencia ciudadana en cambios de conocimientos y actitudes	26

5.2	Implicancias de los resultados obtenidos	30
5.2.1	Pertinencia y potencialidades socio-ambientales de Valdivia como territorio para la ciencia ciudadana	30
5.2.2	Particularidades del proyecto de ciencia ciudadana en el humedal Angachilla	30
5.2.3	La potencialidad del estudio de aves en ciencia ciudadana y su posible apertura a nuevas variables por medir en humedales urbanos.	31
5.2.4	Continuidad y proyecciones del proyecto de ciencia ciudadana	32
5.2.5	Conclusiones, recomendaciones y desafíos	33
6	REFERENCIAS	35
Anexos	1 Encuesta previa de percepción social sobre medio ambiente.	39
	2 Guía para la definición del tema o variable a investigar en el humedal	41
	3 Encuesta realizada para la evaluación del antes y después del proyecto.	42
	4 Guías de reconocimiento de aves posibles de humedal.	48
	5 Planilla para el registro de datos.	50
	6 Gráfico comparativo del antes y el después, para la pregunta: “No me gusta ir a los humedales porque...”	50
	7 Gráficos comparativos, para las preguntas evaluadas con el método de escala Likert.	51

## Calificación del Comité de Titulación

	<b>Nota</b>
Patrocinante: Sra. Wara Marcelo	6,2
Informante: Sr. Francisco Burgos	6,4
Informante: Sr. G. Ignacio Díaz	7,0

El Patrocinante acredita que el presente Trabajo de Titulación cumple con los requisitos de contenido y de forma contemplados en el Reglamento de Titulación de la Escuela. Del mismo modo, acredita que en el presente documento han sido consideradas las sugerencias y modificaciones propuestas por los demás integrantes del Comité de Titulación.



---

Sra. Wara Marcelo.

## **Agradecimientos**

A Belén López, Irene Muñoz y Domingo López, mi familia, por su respeto y respaldo incondicional hacia mi pasión por lo que estudié y sigo estudiando, viviendo, compartiendo y disfrutando, su respeto hacia mis locuras pensamientos y esfuerzos por lo que creo y siento.

En lo particular, que tiene relación con este trabajo, agradezco principalmente a Carolina Verdugo, por su apoyo durante las actividades del proyecto y por su confianza y creencia incuestionable. Al profesor Iván Díaz, por creer y facilitarme herramientas, desde el comienzo de mi camino hacia la “experiencia educativa al aire libre”. Vivencias que desembocaron en este trabajo de titulación y las nuevas experiencias educativas compartidas que vendrán. A Wara Marcelo que compartió conmigo herramientas entorno a la enseñanza de las ciencias y la educación ambiental.

A todas las personas que han compartido conmigo de una u otra forma en este proyecto y/o que han colaborado también en él, Víctor Vidal y Felipe Gonzáles, que me acompañaron en las actividades con los estudiantes del taller de Ecología, a Ignacio Díaz y Francisco Burgos, que aportaron en la reflexión de cómo llevar a cabo el proyecto ciudadano. A todas las personas que en representación de la Universidad Austral me entregaron herramientas materiales como GPS, binoculares, Fotocopias e impresiones. Al Liceo Bicentenario Ciudad de Los Ríos por permitirme realizar este proyecto en el establecimiento y a todos los jóvenes del taller de Ecología que me acompañaron y compartieron conmigo esta enriquecedora experiencia, Nicol Pérez, Nicolás Leupin y Catalina Escobar, entre otros.  
¡Muchas gracias!

## **Dedicatoria**

A todo lo vivo y no vivo que me ha facilitado tomar y compartir los caminos que me llevaron hasta esta experiencia y las que vendrán.

A la “locura” positiva que revolotea dentro de cada uno de nosotros y que es la que nos permite reflexionar, la que cataliza los procesos creativos y emocionales a través del amor, la libertad y la pasión, en base a lo que nos rodea.

A la “inocencia” que nos aterriza y funciona como un cable a tierra, a nuestra tierra, que nos entrega el respeto, la humildad y la sinceridad para vivir de forma espontánea, alegre y profunda.

Finalmente, todo esto engloba, se ve facilitado y se relaciona directamente con nuestro compartir sincero tanto con lo humano como no humano, nuestra naturaleza, ya que somos naturaleza.

## RESUMEN

La participación de jóvenes en estudios científicos resulta una instancia que puede generar un mejor entendimiento de procesos y dinámicas que ocurren en su entorno natural, también permite una mayor participación en la gestión de su territorio cuando son estudios relacionados con su contexto socio ambiental. Este proceso puede ser facilitado y fortalecido vinculándose, por ejemplo, con procesos de formación educacional en establecimientos educacionales. El presente trabajo de tesis tuvo como objetivo, evaluar la variación de los conocimientos y actitudes de los estudiantes involucrados en el, al inicio y final del proyecto, frente a los humedales, la flora y fauna que los habita, y la ciencia en general. Se generó participativamente, un proyecto de ciencia ciudadana, basado principalmente en un catastro de avifauna del humedal Angachilla de Valdivia, con jóvenes de enseñanza media del Liceo Bicentenario Ciudad de Los Ríos de Valdivia. El proyecto incluyó actividades de inducción previa sobre procesos y dinámicas naturales de los humedales y los seres vivos que habitan en ellos, además de jornadas de recolección y análisis de datos, para finalmente terminar con reflexiones desprendidas de resultados obtenidos y experiencias vividas durante el proyecto. Concluida la experiencia, se apreciaron diferencias significativas principalmente en un aumento de conocimiento y reconocimiento de la avifauna y flora presente en el humedal, por parte de los estudiantes. Las actitudes no tuvieron variaciones significativas entre inicio y final de proyecto, sin embargo se pudieron constatar cambios específicos en algunos estudiantes, hacia los humedales y las plantas que habitan en ellos. Finalmente este proyecto denotó el efecto positivo que puede llegar a tener la educación participativa, aplicada y al aire libre, especialmente en los conocimientos de los participantes. Al concretarse la continuidad del proyecto por todo un ciclo escolar más, resulta claro su aporte en términos educativos para los estudiantes involucrados.

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy el acercamiento de la sociedad a la ciencia resulta ser cada vez más relevante. Esto puede estar dado por la necesidad de participación ciudadana en base a demandas que esta misma emana. Se trata, así mismo, de poner de manifiesto los intereses y valores subyacentes en las diferentes opciones y decisiones sobre ciencia y tecnología, conocer diferentes valoraciones, compararlas y argumentarlas, para llegar a conclusiones y traducirlas en actuaciones, en una mayor participación social a través de la toma de decisiones, en políticas públicas y empoderamiento social sobre su territorio. Todo esto en un contexto de constante y apresurado crecimiento económico, productivo y tecnológico mundial que muchas veces no considera las consecuencias medio ambientales y sociales futuras a mediano y largo plazo, donde es necesario entender que tipo y magnitud de consecuencias, positivas o negativas, pueden tener en nuestro medio ambiente, las acciones y actividades que realizamos, en un amplio sentido.

Derivado de esto surge el concepto de ciencia ciudadana, que tiene que ver con la participación ciudadana y el vínculo del mundo científico con la sociedad en general, en un trabajo mancomunado donde ambas partes se ven beneficiadas. La sociedad civil se ve incluida en temáticas que pueden ser atingentes a su realidad ambiental, logrando un mayor entendimiento y sintiéndose un aporte en ellas, ayudando a la conservación y finalmente siendo parte de la toma de decisiones. Los científicos incorporan a sus análisis aspectos que le dan mayor validez y amplitud a sus estudios a través de la recolección de datos, que sin el aporte ciudadano serían imposibles de obtener por limitantes de tiempo y recursos, también se logra una contribución y aplicabilidad concreta que estos estudios pueden llegar a tener en la realidad socio ambiental.

En este sentido, se requiere un mayor compromiso desde todos los ámbitos y los diferentes aspectos que constituyen al proceso de enseñanza y aprendizaje en la educación científica. Esta participación exige un cierto grado de formación u orientación que permita una mejor comprensión de los elementos de la naturaleza, su valor o funcionamiento dentro de cada ecosistema, además de las interacciones y procesos que ocurren en él, los cuales, junto con sostener vida en nuestro planeta, están directamente relacionados con el bienestar humano.

Por ejemplo, al desarrollar este tipo de proyectos con establecimientos educacionales, incluyendo a estudiantes de enseñanza básica y/o media, que con preparación científica, supervisión directa y entrega de herramientas básicas, complementadas con su pensamiento crítico sobre aspectos de

la ciencia y el progreso social en su contexto cercano, sus capacidades y valores, les permitan aportar interviniendo dentro de la sociedad a través de la ciencia.

Entonces la ciencia ciudadana debiese tener un gran y necesario potencial, como experiencia educativa, en donde la coordinación directa entre científicos o monitores, docentes, encargados de los establecimientos educacionales, representantes de las entidades que formulan las políticas educativas del país y/o familiares de los estudiantes, puede permitir a su vez una inclusión, participación y aprendizaje más enriquecedor para los involucrados en el proyecto, producto de un alineamiento en los conceptos de fondo que dan mayor validez a las investigaciones ciudadanas formuladas.

Otro aspecto a favor de los proyectos de ciencia ciudadana es que a partir de la toma y análisis de los datos colectados se genere una reflexión que permita cuestionar y entender de mejor forma la realidad investigada y aterrizarla a su contexto socio ambiental. Además del hecho de que los estudiantes se transformen en transmisores de estas reflexiones a su entorno social cercano.

Algunas limitantes para la realización de este tipo de iniciativas son la escasez de fuentes de financiamiento, el currículum educativo apretado que limita la posibilidad y tiempo destinado para realizar estos proyectos con los estudiantes respaldados por los establecimientos educacionales y la falta de profesionales que quieran o puedan guiar y coordinar el proceso científico y educativo.

La ciencia ciudadana es bien conocida en otras latitudes, sin embargo, en Chile aún parecen ser pocos los proyectos científicos que incorporan a niños y/o jóvenes menores de 18 años, de manera participativa. Existen casos puntuales de experiencias de ciencia ciudadana con objetivos científicos o educativos y con distintos resultados derivados de ellos. Proyectos como “Probando nuevas terapias contra el cáncer”, “Salvemos nuestro abejorro” y “Científicos de la basura”, entre otros, que a pesar de no haber sido concretamente evaluados en cuanto al grado de conocimientos y actitudes desarrolladas por los participantes, han obtenido distintos resultados científicos y sociales positivos, traducidos en aprendizaje de nuevos conocimientos para los participantes, favorecer la conservación de especies e incluso elaboración de políticas públicas.

En el caso de la comuna de Valdivia resultan relevantes proyectos relacionados con el monitoreo ciudadano de humedales, que puedan sumarse a algunas iniciativas relacionadas a la avifauna presente en ellos, en el norte de Chile y otros países como Colombia, ya que Valdivia es una comuna con gran presencia de ellos, sumado a motivos como la importancia ecosistémica y socio ambiental que presentan y el grado de amenaza de la expansión urbana que termina en el relleno de humedales.

Finalmente, y con todo lo anteriormente señalado, el presente proyecto de titulación plantea como objetivos:

General:

1) Evaluar el desarrollo de conocimientos y actitudes en jóvenes escolares que participan de un proyecto de ciencia ciudadana en humedales de Valdivia.

Específicos:

2) Generar y ejecutar un proyecto de ciencia ciudadana en la comuna de Valdivia, creado de manera participativa con estudiantes del Liceo Bicentenario Ciudad de los Ríos.

3) Evaluar la variación de conocimientos y actitudes frente a los humedales en el grupo de jóvenes, antes y después de su participación en el proyecto.

## **2. ESTADO DEL ARTE**

### **2.1 Ciencia ciudadana**

Ciencia ciudadana, un término acuñado primeramente por Alan Irwin en 1995, se utiliza para describir una forma de colaboración en la investigación o recopilación de datos científicos realizado por personas voluntarias sin entrenamiento o “científicos inexpertos” (Catlin-Groves, 2012). Estos(as) pueden participar de la colecta, categorización, transcripción y/o análisis de datos científicos, cubriendo un amplio rango de temas y disciplinas como por ejemplo la microbiología, química, meteorología, ecología o incluso astronomía (Bonney *et al.*, 2014). En este proceso pueden colaborar ciudadanos, organismos gubernamentales, la industria, el mundo académico, grupos comunitarios e instituciones locales no gubernamentales, para monitorear, rastrear y responder a problemas e inquietudes de común interés para la comunidad y los científicos (Whitelaw *et al.*, 2003).

Aunque aún pueda existir reticencia y escepticismo por parte de los científicos acerca de la validez de los datos colectados por la ciudadanía, cada vez más científicos ven beneficios asociados a la ayuda que entregan los voluntarios, pues se puede recopilar información que de otra manera no sería posible de obtener por limitantes geográficas, de tiempo o recursos necesarios para ello (Tulloch, *et al.*, 2013).

Pero la participación ciudadana en proyectos científicos tiene sus orígenes antes de que el término de ciencia ciudadana fuera acuñado. Por ejemplo, alrededor del año 1880 se generaron en Estados Unidos los primeros censos de aves participativos, cuando el investigador Wells Cooke pidió ayuda a la población para recolectar información de cuándo llegaban las aves migratorias a los distintos pueblos y ciudades, en qué momento las aves eran más abundantes y en qué momento éstas aves se iban (Droege, 2007). Así como éstos hay numerosos ejemplos, y los proyectos científicos con participación ciudadana son cada vez más populares.

Los proyectos de ciencia ciudadana pueden ser adaptados a distintas necesidades, ya que son flexibles y varían a lo largo de diferentes dimensiones, abarcando diferentes tipos de acciones a escalas geográficas variables, a nivel local, regional, nacional, continental y/o global (Allen y Cooper, 2006)

La práctica de la participación ciudadana en la investigación, se encuentra en un periodo de rápido crecimiento a través de muchas disciplinas (Cooper *et al.*, 2014), sin embargo la gran mayoría de estos proyectos son realizados en países del hemisferio norte.

## **2.2 Alfabetización científica y ciencia ciudadana a través de proyectos con pertinencia de la realidad socioambiental local en la educación formal.**

Las personas que participan de un proyecto de ciencia ciudadana, viven un proceso experiencial de carácter educativo, en donde la información adquirida, proporciona una base contextual necesaria para la asimilación de la información, lo que puede generar una mayor reflexión a partir del análisis más profundo de los datos recopilados y derivar en soluciones o respuestas desde un contexto particular a uno más amplio (Brossard *et al.*, 2005). Estas experiencias de primera mano permitirían que los ciudadanos tengan mayor acceso y comprensión de ciertas temáticas científicas, obtengan o potencien habilidades científicas y generen emociones, actitudes y valores positivos hacia la ciencia (Kemp, 2002).

En esta dirección es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todos los sectores de la sociedad a fin de mejorar la participación de los ciudadanos en la adopción de decisiones relativas a la aplicación de nuevos conocimientos y acciones efectivas dentro de su contexto socio ambiental.

El lema de la ciencia para todas las personas se refiere también, a cómo hacer más accesible, interesante y significativa la ciencia escolar. Estudiantes menores de 18 años raramente son invitados a participar en proyectos científicos de manera vinculante. Esto resulta sorprendente, considerando que muchos proyectos de ciencia ciudadana, que requieren una frecuencia de muestreo y seguimiento anual,

resultan idealmente complementarios a los programas educacionales modernos (Solbes y Vilches, 2004; Eastman *et al.*, 2014).

Una de las razones que podría explicar el bajo nivel de los resultados de aprendizaje de las ciencias es un sistema de enseñanza que no tiene suficiente contextualización de los contenidos de los planes de estudio, que no se vinculan al entorno en el que se ubican y habitan los estudiantes y la escuela. Esto implica que lo que están aprendiendo a menudo no tiene mucho sentido para los alumnos, y por lo tanto carecen de la motivación para aprender. A lo sumo, el área local se menciona como un ejemplo simple arraigado en situaciones conocidas que ayudarán a avanzar hacia una comprensión real del territorio en el que viven los estudiantes (González-Weil *et al.*, 2014).

El Ministerio de Educación en Chile ha promovido, en su Marco para la Buena Enseñanza, los Objetivos Fundamentales Transversales del currículum escolar, con el fin de favorecer el proceso de construcción de valores de los estudiantes, por lo que los establecimientos educacionales tienen la facultad de elaborar proyectos apropiados a la situación local (Ministerio de Educación, 2008; Muñoz-Pedrerros, 2014).

Los distintos tipos de proyectos facilitan a los aprendices el desarrollo de diferentes clases de conocimientos y de habilidades, aunque tengan en común el ser todas actividades investigativas. En esta línea se permite a los estudiantes diseñar sus procesos de trabajo activo y les orientan a relacionarse de modo más independiente con la cultura y con el mundo natural. Son las actividades que mayor espacio abren a los intereses de los estudiantes y a su creciente capacidad de participar conscientemente en la conducción de sus procesos de aprendizaje.

Proyectos de ciencia ciudadana, documentados y conocidos, han mostrado que con instrucciones específicas, capacitación y supervisión, voluntarios escolares pueden ser capaces de recopilar datos confiables y concretos, de igual calidad a los recogidos por expertos (Eastman *et al.*, 2014; Bonney *et al.*, 2014) y con pertinencia a su realidad socio-ambiental.

Podemos mencionar dos casos particulares de iniciativas científicas vinculadas con el mundo escolar en distintas latitudes: 1) Científicos de la basura, proyecto científico impulsado por académicos y profesionales de la ciencias del mar y ciencias sociales, que ha contado con la colaboración de escolares en distintas zonas costeras de Chile para catastrar y clasificar la basura de estas costas. De este proyecto han resultado publicaciones científicas y una red nacional de investigación escolar (Eastman *et al.*, 2014). 2) Un proyecto de estudio sobre la cobertura de nieve en montañas del pacífico noroeste de Estados Unidos, en donde en una primera etapa se involucró a toda la ciudadanía que tuviese registros

fotográficos ubicados geográficamente, dando paso posteriormente a la contribución de una escuela de ciencia al aire libre, aumentando los registros de datos y viéndose beneficiada la escuela colaboradora en cuanto a la mejora en su currículum de ciencias (Dickerson-Lange *et al.*, 2016).

### **2.2.1 Etapas de un proyecto de ciencia ciudadana escolar**

Según La Cueva (2008), existen 3 etapas principales de un proyecto ciudadano escolar, primero una etapa de preparación conjunta del tema a desarrollar, una segunda etapa de desarrollo del proyecto y finalmente una fase de comunicación.

En la fase de preparación se realizan las primeras conversaciones e intercambios que plantean un posible tema de proyecto y lo van perfilando. También pertenecen a ella los momentos ya más precisos de planificación, cuando se especifican el tema, el objetivo, las posibles actividades a desarrollar y los recursos necesarios. Estas deben ser planificaciones sencillas y al alcance de los escolares, sin patrones muy rígidos y estereotipados, que cierren posibilidades y resulten pesadas para ellos.

La fase de desarrollo implica la efectiva puesta en práctica del proyecto. Los diversos equipos necesitan espacios y tiempos para poder ir realizando su trabajo. Es importante que los mismos alumnos vayan realizando el seguimiento de su labor, reservando para ello algunos minutos del tiempo de clase, y contando con el apoyo del docente.

La fase de comunicación a veces se olvida, o bien se reduce a una breve exposición oral ante los compañeros. Es importante valorar esta fase, tan relevante en toda investigación, y ofrecer diversos cauces para la misma, variables según circunstancias e inclinaciones de cada equipo.

### **2.3 Resultados y evaluación de proyectos de ciencia ciudadana**

La evaluación de los proyectos de ciencia ciudadana es fundamental para determinar si se cumplieron los objetivos propuestos, así como para tener información para diseñar mejores proyectos en el futuro. Por lo general los proyectos de ciencia ciudadana generan tanto resultados científicos como resultados educativos. Los resultados científicos normalmente se pueden evaluar de manera relativamente sencilla y algunos indicadores pueden ser el tamaño y calidad de las bases de datos de ciencia ciudadana o el número de artículos publicados (Bonney *et al.*, 2009a). Por ejemplo, en un estudio realizado en Estados Unidos, al evaluar la calidad de los datos de ciencia ciudadana se ha demostrado

que los ciudadanos proporcionan datos comparables a la de biólogos del *Smithsonian Migratory Bird Center* (Ryder *et al.*, 2010).

Pero los resultados educativos o de alfabetización científica son más difíciles de medir. Algunos resultados podrían ser, una mejor comprensión de los contenidos científicos, mejora de las habilidades científicas o actitudes más positivas hacia la ciencia por parte de los participantes de los proyectos de ciencia ciudadana (Bonney *et al.*, 2009a). Sin embargo estas evaluaciones requieren una comprensión de la metodología de investigación en ciencias sociales (Bonney *et al.*, 2009b).

Por ejemplo experiencias con escolares en donde se estudiaron dos especies de cangrejos introducidos (*Carcinus maenas* y *Hemigrapsus sanguineus*) en las costas de Estados Unidos, consiguieron como resultado que la precisión en el reconocimiento de estas dos especies y diferenciación con otras especies nativas de cangrejos fue mayor a un 80% en estudiantes de tercer grado y superior al 95% en estudiantes de séptimo grado de primaria, equivalentes a tercero y séptimo año de enseñanza básica en Chile (Delaney *et al.*, 2008). También en Estados Unidos, el proyecto de educación científica informal, The BirdhouseNetwork (TBN) del Laboratorio de Ornitología de Cornell (Cornell Laboratory of Ornithology), consistente en el estudio ciudadano de nidos de distintas especies de aves, evaluó el impacto de este proyecto en las actitudes hacia la ciencia y el medio ambiente, conocimientos sobre biología de aves y entendimiento de los procesos científicos, obteniendo como resultado una diferencia no significativa en cuanto al impacto del proyecto en las actitudes hacia ciencia y medio ambiente y conocimiento de procesos científicos, pero si un incremento significativo en el conocimiento de los participantes sobre la biología de aves (Brossard *et al.*, 2005).

También existen experiencias alrededor del planeta que han presentado resultados más allá del ámbito científico y educativo, con consecuencias en el manejo de los recursos naturales o efecto en políticas públicas destinadas al cuidado del medio ambiente, entre otras. Por ejemplo la red ciudadana de monitoreo de tortugas marinas, “Grupo tortuguero”, que incorpora investigaciones sobre la dieta, distribución y enfermedades de éstas en el noroeste de México ha ayudado a establecer áreas marinas protegidas y prácticas pesqueras sostenibles en favor del bienestar de las poblaciones de tortugas y el sustento de las poblaciones humanas locales (Bonney *et al.*, 2014). Otra experiencia de ciencia ciudadana relacionada con el estudio de los desechos marinos en el centro de California influyó directamente en la prohibición de envases de comida hechos de espuma de polietileno en los municipios locales (Rosevelt *et al.*, 2013).

En Chile existen pocas experiencias de ciencia ciudadana, sin embargo, un caso destacado es el programa “Científicos de la Basura”, que ha estado monitoreando la cantidad y tipo de desechos marinos en la costa de Chile con participación de más de 1000 estudiantes de 30 a 40 escuelas a lo largo del país desde el año 2007 en adelante. Producto de esto han resultado publicaciones científicas (Eastman *et al.*, 2014) e incluso cabe mencionar que estos mismos datos fueron citados por el senado de Chile como parte de un proyecto de ley que propone multar a las personas que arrojen basura en las playas (Senado de Chile, 2012). Otro ejemplo más local es el de la comuna de Villa O’Higgins, Región de Aysén, donde un estudio de cuatro años sobre anfibios de la zona, realizado por estudiantes de la escuela “Pioneros del Sur”, permitió que se relocizaran las luminarias de un sendero turístico, ya que varias de estas dirigían su luz hacia sitios reproductivos de *Alsodes coppingeri* (Cisternas *et al.*, 2014).

#### **2.4 Monitoreo de humedales y ciencia ciudadana**

Estrictamente según la convención Ramsar, los humedales son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros (Secretaría de la Convención Ramsar, 2010). Los humedales constituyen espacios donde se concentra biodiversidad y cumplen funciones determinantes en el planeta y por ende para la vida humana, entregando además diversos servicios ecosistémicos al ser humano. Los habitantes de nuestro país han ubicado su residencia en esos ambientes húmedos por siglos. En ellos se encuentran agua fresca, alimentos o lugares para crianza de animales domésticos, pesca o caza (CONAMA, 2005). Sin embargo son ecosistemas altamente amenazados debido a la contaminación principalmente por la industria agrícola y la expansión urbana traducida en humedales que son rellenados (CAACH, 2005).

Por lo tanto iniciativas de ciencia ciudadana en humedales pueden ser un espacio de interacción de los diferentes actores sociales, que generen un aporte a su conservación y participación futura y fundada en la toma de decisiones sobre problemáticas ambientales que pudiesen ser parte de su contexto socio ambiental.

En Bogotá, el Programa de Comunicaciones del Instituto Humboldt, en convenio con la Organización para la Educación y Protección Ambiental (OpEPA) a través de un proyecto piloto de ciencia ciudadana involucró a distintos actores sociales relacionados con los humedales de Bogotá y en donde voluntarios participaron en una reconstrucción histórica de los humedales El Burro y humedal de

Córdoba, dos emblemáticos Parques Ecológicos Distritales además de la posterior recolección de datos sobre calidad de agua y biodiversidad de estos humedales (IIRBAH, 2014).

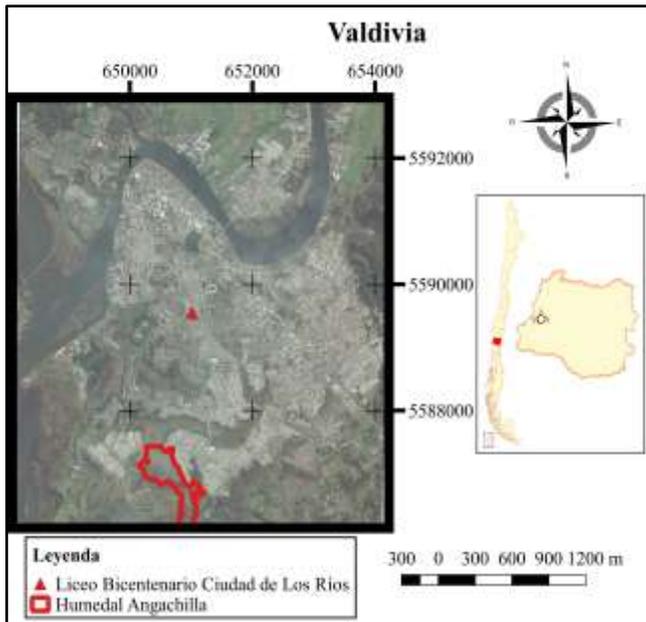
En el caso de la ciudad de Valdivia ha debido lidiar históricamente con la geomorfología de un entorno medio ambiental frágil, el gran humedal de Valdivia, con reducidos terrenos aptos para su crecimiento urbano (Osorio, 2009). En este sentido la ciudad, gracias tanto a su exuberante entorno como a los conflictos surgidos en relación con el manejo de la naturaleza, provee un marco propicio para el surgimiento de una conciencia ambiental. De ahí el apareamiento de iniciativas surgidas a partir de la definición identitaria con el territorio en el que habitan y la organización social, para la conservación y el buen uso de los humedales como el Catrico y en particular el humedal Angachilla donde a través de un proyecto de restauración, limpieza y cuidado de este humedal, la misma ciudadanía se encarga de conservar ese ecosistema natural (Skewes *et al.*, 2012). En base a esta motivación aparente de algunos habitantes y la poca documentación de estudios científicos en donde participe la ciudadanía en el estudio de humedales en Valdivia es que el presente trabajo de titulación, pretende principalmente desarrollar un proyecto de ciencia ciudadana referente al estudio y comprensión de humedales en Valdivia.

### **3. MÉTODOS**

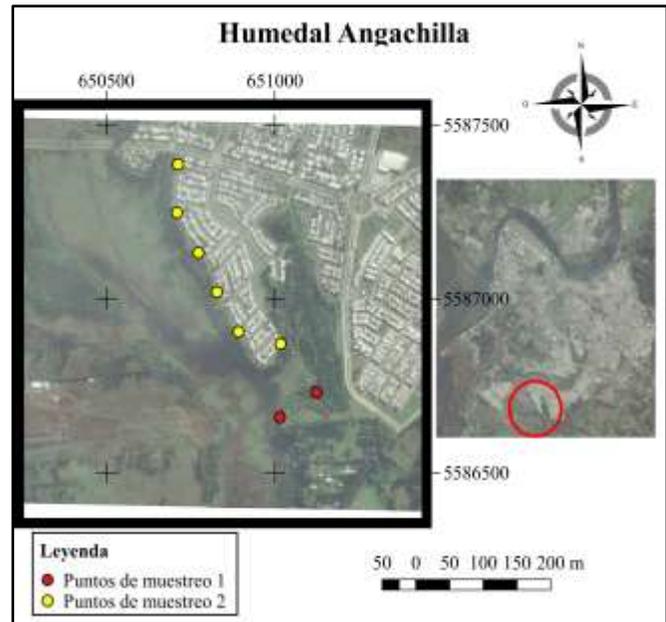
#### **3.1 Área de estudio**

El estudio se desarrolló en la ciudad de Valdivia, Provincia de Valdivia, Región de Los Ríos (38° 48' S y 73° 14' O). Esta zona cuenta con un clima templado lluvioso con influencia mediterránea, que se caracteriza por presentar precipitaciones promedio anuales entre los 1390 y 2940 mm y temperaturas de entre 11,4 y 12,8°C (Huber, 1970; Gerding *et al.*, 2006). La ciudad cuenta con 140.559 habitantes según el INE, 2002, del cual un 29% corresponde a la población menor de 18 años (INE, 2007). Además Valdivia se ubica en la convergencia de los ríos Calle-Calle, Valdivia, Cau Cau y Cruces, y su principal característica geográfica es la presencia de un número importante de cuerpos de agua y de humedales, tanto ribereños como interiores (Skewes *et al.*, 2012). Específicamente el proyecto de ciencia ciudadana se realizó en el Humedal Angachilla ubicado al sur de la ciudad (figura 2). En base a la categorización de humedales según régimen hídrico propuesta por Rubilar (2002), este humedal presentaría un régimen hídrico fluvio-pluvial, con un cuerpo de agua constante, vegetación nativa boscosa en el borde más

elevado, arbustiva en el ecotono bajo y palustre asociada al cuerpo de agua, junto algunas especies arbustivas y arbóreas exóticas. Encontrándose alrededor de 82 especies vegetales, de las cuales 39 son nativas y 43 son especies exóticas (Rojas, 2011) Además es un hábitat con presencia de avifauna y fauna general característica de humedales, debido a sus distintos tipos de ambientes contenidos en él, pudiéndose encontrar potencialmente 50 especies de aves (Muñoz-Pedrerros y Quintana, 2010).



**Figura 1.** Mapa de Valdivia y ubicación dentro de esta ciudad, del Liceo Bicentenario y el humedal Angachilla.



**Figura 2.** Puntos de muestreo seleccionados, dentro del humedal Angachilla. Los puntos con símbolo de color rojo corresponden a la primera sesión de toma de datos. Los puntos con símbolo de color amarillo corresponden a la segunda toma de datos.

### 3.1.1 Establecimiento educacional y grupo focal de estudio

El proyecto de ciencia ciudadana fue desarrollado por 12 estudiantes de 1° y 2° medio del establecimiento educacional Liceo Bicentenario Ciudad de Los Ríos, el cual se emplaza cerca del centro de Valdivia (figura 1). Éste es un establecimiento educacional de administración municipal que cuenta con una matrícula de 433 estudiantes y con una planta docente de 27 profesores a la fecha (MINEDUC, 2016). Es un liceo de excelencia académica lo que favorece la permanencia de estudiantes

de buenas calificaciones en el establecimiento, y los estudiantes provienen de un origen socioeconómico bajo, medio y alto, donde a lo menos el 40% de los alumnos matriculados pertenecen al 30% más vulnerable de las familias que cuentan con caracterización socioeconómica de su hogar (LBCR, 2015).

### **3.2. Diseño de estudio**

Como primer paso, se realizó un acercamiento a distintos establecimientos educacionales de la ciudad de Valdivia y se realizó una encuesta de 12 preguntas (anexo 1), a los participantes del taller de Ecología, para evaluar sus percepciones generales sobre medio ambiente, además de definir, los elementos naturales que llaman la atención del entorno en el que viven y las problemáticas ambientales de su territorio, junto con el nivel de interés de participar de un proyecto de ciencia ciudadana.

En base al nivel de interés y compromiso mostrado por las escuelas encuestadas se eligió trabajar con el Liceo Bicentenario Ciudad de Los Ríos.

Los 12 estudiantes que participaron del proyecto eran parte de un módulo electivo titulado Taller de Ecología. Con ellos se clasificaron las respuestas de la encuesta mencionada anteriormente, según elementos en común para llegar a cuatro posibles temas de investigación: 1) Contaminación, 2) Flora, 3) Fauna y 4) Humedales. Posteriormente estos fueron discutidos de forma grupal, estableciéndose como consenso, el estudio de la biodiversidad de los humedales, enfocada particularmente en las aves.

#### *3.2.1 Evaluación de los resultados educativos del proyecto de ciencia ciudadana.*

Se desarrolló un proyecto de ciencia ciudadana consistente en el monitoreo de avifauna y de vegetación en el humedal Angachilla por 12 estudiantes del Liceo Bicentenario. En este estudio se decidió evaluar si existen cambios en los conocimientos y actitudes de los jóvenes al participar de un proyecto de ésta índole. Para esto se realizó una evaluación al inicio del proyecto de ciencia ciudadana (pre-test) y otra evaluación al finalizar el proyecto (post-test). Dado que el Liceo Bicentenario no cuenta con cursos paralelos, no fue posible encontrar un grupo de jóvenes con características similares (ej. edad, género, estrato socioeconómico, intereses) que pudiera servir como un grupo control que no participara de las actividades de monitoreo de avifauna del humedal.

#### Evaluación de conocimientos

Como “conocimiento” definimos a la información incorporada en los mecanismos de razonamiento de las personas. Los datos de “conocimiento” se recolectaron por medio de una encuesta de 12 preguntas (ver anexo 2), la que incluyó preguntas abiertas y cerradas (con alternativas) y midió el

grado de aprendizaje y reconocimiento de especies animales (centrado mayormente en aves) y vegetales de los humedales, junto con conocimientos sobre las interacciones ecológicas que ocurren entre las especies, funciones ecológicas de diferentes grupos de plantas y animales y de los servicios ecosistémicos que entregan los humedales. Para el caso del reconocimiento de aves se agregó una pregunta particular en donde se presentaron 6 imágenes de especies aves distintas, además de una pregunta en donde los encuestados debían identificar 5 cantos de distintas especies de aves que habitan en los humedales.

### Evaluación de actitudes

Como “actitud” definimos la predisposición o tendencia consistente de un individuo a responder de manera favorable o desfavorable respecto a un objeto o situación dada (Fishbein y Ajzen, 1975; Vaske y Donnelly, 1999). Los datos de “actitudes” se evaluaron por medio de una encuesta con 12 preguntas (ver anexo 2), la que incluyó enunciados que los jóvenes debían responder en función de su grado de acuerdo, desacuerdo o indecisión en una escala de 1 a 5 (escala de Likert), además de preguntas abiertas. Se midió la actitud de los jóvenes hacia los humedales, hacia ciertas especies en particular y hacia la ciencia en general.

Tanto en la evaluación de conocimientos y de actitudes se utilizó el mismo instrumento de evaluación para el pre-test como para el post-test. El pre-test fue contestado por 12 estudiantes el día 30 de Septiembre del año 2015. El post-test fue respondido por 12 estudiantes en la sección de conocimientos y 11 en la sección de actitudes el día 2 de Diciembre del año 2015.

### *3.2.2 Descripción y metodología del proyecto de ciencia ciudadana*

El proyecto de ciencia ciudadana estuvo dividido en etapas 5 etapas que se desarrollaron en 7 sesiones de trabajo de 1 hora y 30 minutos cada una, entre los meses de Septiembre y Diciembre de 2015 (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Resumen de las etapas desarrolladas durante el proyecto de ciencia ciudad.

Etapa	Descripción	Duración
1 Introducción al tema, reconocimiento previo en terreno y método de muestreo.	Consistió en una charla teórico-participativa sobre los humedales, sus componentes bióticos y abióticos, la interacción entre ellos, los procesos naturales derivados de esta interacción y servicios ecosistémicos que entregan los humedales a los seres humanos. Además se realizó un reconocimiento del humedal Angachilla y una inducción al método de muestreo previo a la toma de datos. Sala de clases y terreno.	1 sesión de Introducción teórica. 1 sesión de reconocimiento en terreno y explicación del método de toma de datos.
2 Recolección de datos	Levantamiento de información sobre avifauna y su vegetación acompañante en el humedal Angachilla de Valdivia. Para ello se utilizó una metodología modificada a partir del método de conteo por puntos para censo de aves terrestres de Ralph <i>et al.</i> (1996), donde se establecieron 8 puntos o estaciones de muestreo auditivo y visual separadas por una distancia mínima de 120 m dentro del humedal (figura 2), en cada estación se permaneció durante 5 minutos, en donde se registraron los datos de presencia y abundancia relativa estimada para cada especie de ave encontrada, junto con la vegetación presente en ese lugar. Se utilizaron binoculares, GPS, guías ilustradas (anexo 3) y libretas de campo y planillas de datos (anexo 4). Terreno.	2 sesiones de muestreo en el humedal Angachilla
3 Seguimiento de toma de datos	Reforzamiento de métodos para el reconocimiento de aves. Reflexión en torno a los datos obtenidos y la validez de estos. Ingreso de datos a planilla Excel. Sala de clases.	1 sesión intermedia entre las 2 sesiones de toma de datos.
4 Reflexiones finales	Discusión grupal sobre los resultados obtenidos, el proyecto científico y la experiencia vivida. Aspectos positivos, negativos, aprendizajes, sensaciones y proyecciones a partir de la experiencia. Conclusiones, nuevas interrogantes. Visiones personales y grupales.	1 sesión
5 Difusión	Muestra del taller y el proyecto realizado por parte de los participantes ante toda la comunidad escolar del establecimiento educacional.	1 sesión

### 3.3. Análisis de datos

En primer lugar, las respuestas de las preguntas de conocimiento fueron calificadas siguiendo una pauta de evaluación, asignando un puntaje desde 0 a 6 puntos (preguntas 1, 2, 3 y 5, máximo 5 puntos, preguntas 6 y 8, máximo 2 puntos) en base a la exactitud de los argumentos, la(s) alternativa(s) escogidas y/o la justificación de las respuestas, según correspondiese a cada pregunta. De este modo se asignó una puntuación a todas las respuestas de las preguntas de conocimientos, excepto a las respuestas de las preguntas n° 7 (¿Hay alguna relación entre aves y plantas? Si es así ¿Cuál crees que es? ) y n° 12 (Nombra algunos beneficios que nos pueden entregar los humedales, en caso de que así sea.), que solamente se clasificaron en categorías.

Esta misma clasificación se realizó con las respuestas de las cuatro primeras preguntas de la encuesta de evaluación de actitudes, agrupando las respuestas entre 6 y 8 categorías. Mientras que a las respuestas de las preguntas con escala Likert se le asignó un puntaje de 1 (muy en desacuerdo) a 5 (muy de acuerdo).

Luego, para el análisis y comparación entre los resultados del antes y después del proyecto de ciencia ciudadana se empleó, en la mayoría de los casos, la prueba estadística W de Mann-Whitney (Wilcoxon), la cual compara las medianas de dos muestras independientes, esta se construye combinando las dos muestras, ordenando los datos de menor a mayor, y comparando los rankeos promedio de las dos muestras en los datos combinados. Entregando un valor P, que al ser mayor o igual que 0,05, indica diferencia estadísticamente significativa entre las medianas de ambas muestras con un 95% de certeza, por el contrario si este valor es menor a 0,05, no hay diferencia significativa entre las dos muestras.

Sin embargo, las dos preguntas de conocimiento y las cuatro preguntas de actitudes, cuyas respuestas se clasificaron en categorías sin asignarle una puntuación, no fueron analizadas estadísticamente, y solamente se compararon las categorías antes y después.

## 4. RESULTADOS

### 4. 1. Proyecto científico

#### 4. 1. 1. Catastro de aves y plantas en el humedal Angachilla

El resultado del muestreo participativo de plantas y aves del humedal Angachilla fue el registro de 13 especies vegetales presentes en los 8 puntos de muestreo (cuadro 2) y la identificación de la presencia de 20 especies de aves (cuadro 3), avistadas en los distintos tipos de hábitats contenidos dentro del humedal (acuático, arbustivo, arbóreo y palustre). En el grupo de las aves la familia Anatidae (patos) fue la de mayor abundancia estimada, siendo las especies como el Pato real (*Anas sibilatrix*) y el Pato jergón chico (*Anas flavirostris*) las aves más comunes.

**Cuadro 2.** Riqueza estimada de la flora presente en los 8 puntos de muestreo, en el humedal Angachilla.

Nombre común	Nombre científico	Nativa/Exótica
Arce	<i>Acer pseudoplatanus</i>	Exótica
Cerezo	<i>Prunus avium</i>	Exótica
Cissus	<i>Cissus striata</i>	Nativa
Encino	<i>Quercus Robur</i>	Exótica
Laurel	<i>Laurelia sempervirens</i>	Nativa
Maqui	<i>Aristotelea chilensis</i>	Nativa
Murra	<i>Rubus ulmifolius</i>	Exótica
Pino	<i>Pinus radiata</i>	Exótica
Quila	<i>Chusquea sp.</i>	Nativa
Quilo	<i>Muehlenbeckia hastulata</i>	Nativa
Quilquil	<i>Blechnum hastatum</i>	Nativa
Roble	<i>Nothofagus obliqua</i>	Nativa
Totora	<i>Typha angustifolia</i>	Nativa
Total = 13 especies		

**Cuadro 3.** Riqueza de aves en 8 puntos de muestreo en el humedal Angachilla.

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>
Bandurria	<i>Theristicus melanopis</i>
Cachudito	<i>Anairetes parulus</i>
Chercán de las vegas	<i>Cistothorus platensis</i>
Colilarga	<i>Sylviorthorhyncus desmursii</i>
Diucón	<i>Xolmis pyrope</i>
Fiu-fiu	<i>Elaenia albiceps</i>
Gaviota cahuil	<i>Chroicocephalus maculipennis</i>
Golondrina	<i>Tachycineta meyeri</i>
*Gorrión	<i>Passer domesticus</i>
Jote cabeza negra	<i>Coragyps atratus</i>
Loica	<i>Sturnella loyca</i>
Pato jergón chico	<i>Anas flavirostris</i>
Pato real	<i>Anas sibilatrix</i>
Picaflor	<i>Sephanoides sephanoides</i>
Tagua de frente roja	<i>Fulica rufifrons</i>
Tiuque	<i>Milvago chimango</i>
Torcaza	<i>Patagioenas araucana</i>
Tordo	<i>Curaeus curaeus</i>
Trabajador	<i>Phleocryptes melanops</i>
Trile	<i>Agelasticus thilius</i>
Total = 20 especies	

\* El Gorrión (*Passer domesticus*), es la única especie de ave exótica encontrada en el humedal.

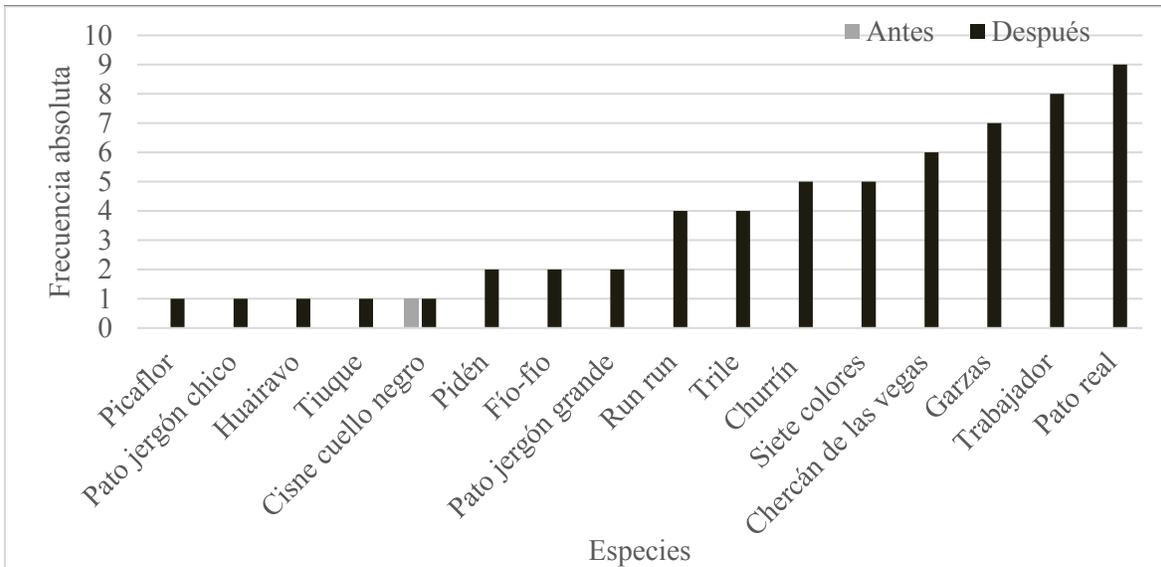
## 4. 2. Evaluación de Conocimientos y Actitudes

### 4.2.1. Conocimientos

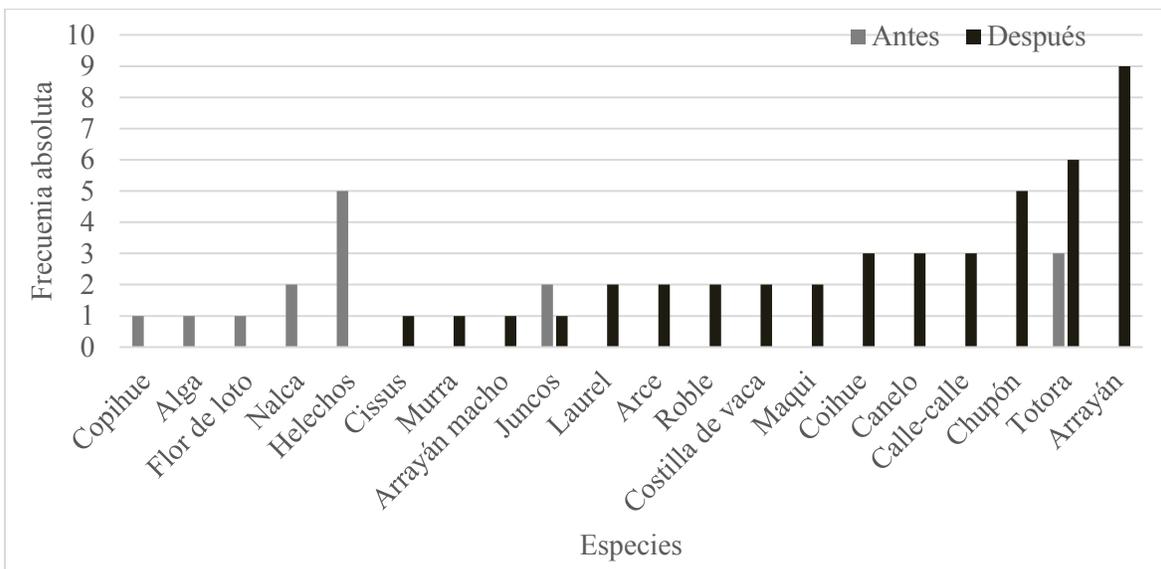
#### i) Conocimiento e identificación de especies de humedal

En dos de las tres preguntas relacionadas al conocimiento de especies (vegetales y animales) de humedal se encontraron diferencias significativas entre el inicio y el final del proyecto (cuadro 4). En particular, al preguntar por cuáles aves viven en los humedales, el conocimiento aumenta de 0 a 5 aves en promedio entre el pre y post test. ( $W = 144$ ,  $P < 0,001$ ). En este sentido, al inicio del proyecto ningún estudiante señala aves a nivel de especie, mientras que al final del proyecto, todos mencionan al menos 4 de las 5 especies requeridas, dentro de las cuales, Pato real (*Anas sibilatrix*) y Trabajador (*Phleocryptes melanops*), son las más mencionadas (figura 3). En el caso del conocimiento de las plantas que habitan en los humedales éste también aumenta de 1 a 4 especies en promedio ( $W = 132,5$ ,  $P < 0,001$ ), siendo Arrayán (*Luma apiculata*) y Totorá (*Typha angustifolia*), las más reconocidas, en general (figura 4). Por el contrario al consultar por otros grupos de fauna, la diferencia no resultó estadísticamente significativa entre el pre y post test ( $W = 73$ ,  $P = 0,976$ ), distinguiéndose en promedio 2 grupos animales, tanto antes como después del proyecto, entre los que destacan “ranas” y “ratones”.

También se encontraron diferencias significativas en la identificación de aves entre el pre y post test, tanto en el reconocimiento visual ( $W = 144$ ,  $P < 0,001$ ), como en el reconocimiento auditivo a través de los cantos ( $W = 144$ ,  $P < 0,001$ ). En el reconocimiento visual de las aves, la especie que tuvo mayor identificación fue el Pato real (*Anas sibilatrix*), mientras que en el reconocimiento auditivo, el Trabajador (*Phleocryptes melanops*), fue la más señalada por los jóvenes al finalizar el proyecto.



**Figura 3.** Comparación entre el antes y el después para el enunciado: “Señala 5 especies de aves que creas que habitan en los humedales”. Con las especies mencionadas por los estudiantes y el número de veces que se les hizo mención a cada una (frecuencia absoluta).

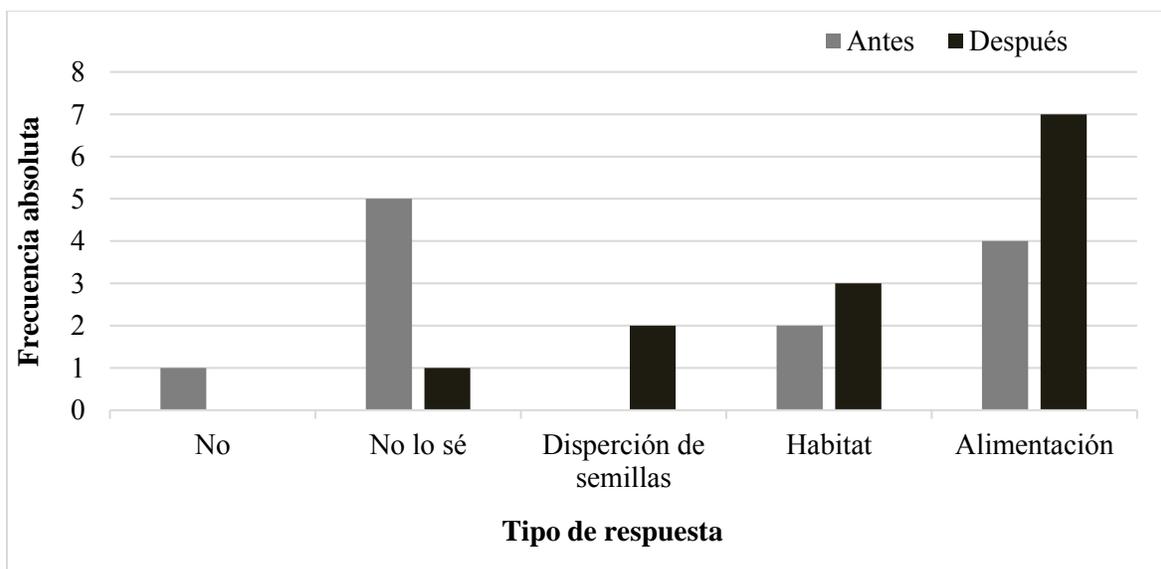


**Figura 4.** Resultado comparativo, entre pre y post test, para la pregunta: “Señala 5 especies de plantas que creas que habitan en los humedales”. Especies y frecuencia con la cual fue mencionada cada una.

## ii) Relaciones y funciones ecológicas de las especies de humedal

Al consultar acerca del rol ecológico que cumplen ciertos grupos, como las aves, anfibios y plantas, dentro de los humedales sólo se encontraron diferencias significativas en las respuestas para las aves entre el pre y post test ( $W = 124,5$ ;  $P = 0,002$ ). En el pre-test las respuestas eran: “No lo sé”, mayoritariamente, mientras que en el post test las respuestas eran: “Controladores biológicos” y “Dispersores de semillas”.

Al consultar a los estudiantes sobre la relación entre algunos componentes biológicos que habitan en los humedales como, aves con insectos, aves con plantas y anfibios con insectos, en la primera y tercera relación, ambas preguntas no presentaron diferencia significativa (cuadro 4). La pregunta que hacía mención a la relación entre aves y plantas, arrojó como resultado, que antes del proyecto, gran parte de los estudiantes contestan no saber qué tipo de relación tienen estos dos grupos de seres vivos. Sin embargo en el post-test, el desconocimiento disminuye y exceptuando un solo estudiante, todos contestan algún tipo de relación, siendo la de alimentación la más señalada (figura 5).

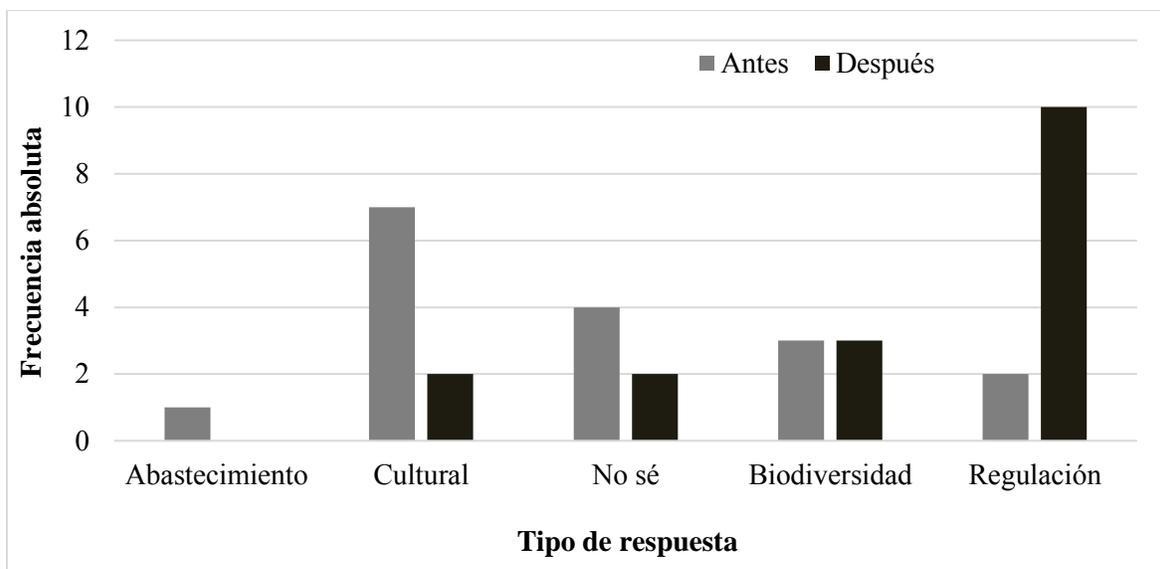


**Figura 5.** Comparación de respuestas del pre y post test para la pregunta ¿Hay alguna relación entre aves y plantas? Si es así ¿Cuál crees que es? (N = 12).

## iii) Servicios ecosistémicos de los humedales

La última pregunta hacía referencia a los beneficios que entregan los humedales a los seres humanos en caso de que esto ocurriese (figura 6). Las mayores diferencias entre el pre y post test es que cambia el tipo de servicios ecosistémicos entregados por los humedales, que reconocen los estudiantes.

Al inicio del proyecto identificaban principalmente el servicio “cultural”, traducido en su valor estético y entrega de tranquilidad, que proporcionan los humedales, mientras que en el post test identifican principalmente el servicio de “regulación”.



**Figura 6.** Comparación de respuestas entre el antes y el después para la pregunta “Nombra algunos beneficios que nos pueden entregar los humedales, en caso de que así sea” (N= 12).

**Cuadro 4.** Resumen de cada pregunta de conocimiento. La pregunta número 4 marcada con \*, fue evaluada en base a dos aspectos, tanto la identificación visual del ave que se presentaba en cada imagen proyectada, como la correcta identificación de pertenencia de la especie a los humedales como hábitat de esta.

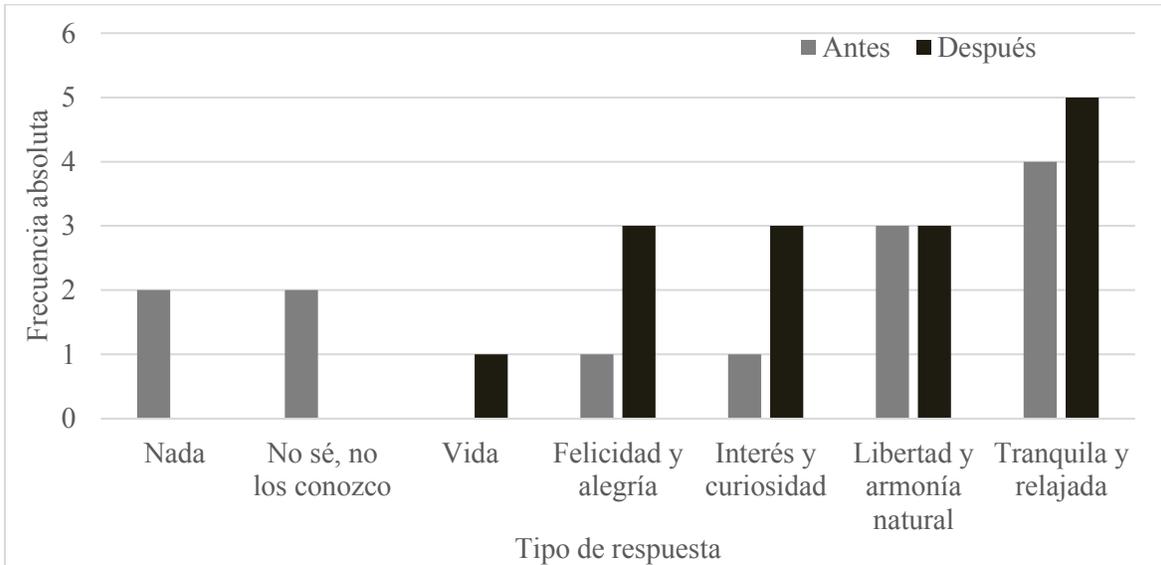
<b>Pregunta</b>	<b>Valor estadístico W</b>	<b>Valor P</b>
1.- Señala 5 especies <u>de aves</u> que creas que habitan en los humedales	144	< 0,001
2.- Señala 5 especies <u>de plantas</u> que creas que habitan en los humedales	132,5	< 0,001
3.- Señala <u>otros 5 animales</u> que creas que habitan en los humedales	73	0,976
* 4.- Identifica e indica cuales de las siguientes especies de aves que observas en las fotos crees que habitan en los humedales	144 122,5	< 0,001 0,003
5.- Identifica e indica a que especie de ave de humedal corresponde cada uno de los cantos que acabas de escuchar.	144	< 0,001
6.- ¿Cuál crees que es la relación que tienen las aves con los insectos?	78	0,714
8.- ¿Qué relación hay entre anfibios e insectos?	85,5	0,431
9.- ¿Qué función cumplen las aves dentro de los humedales?	124,5	0,002
10.- ¿Cuál es la función de los anfibios en el humedal?	93,5	0,209
11.- ¿Qué rol cumplen las plantas dentro del humedal?	104,5	0,055

#### 4.2.2. Actitudes

Los resultados del proyecto de ciencia ciudadana sobre las actitudes arrojaron algunos cambios en las respuestas en los participantes y cierto grado de variación positiva entre el pre y post test.

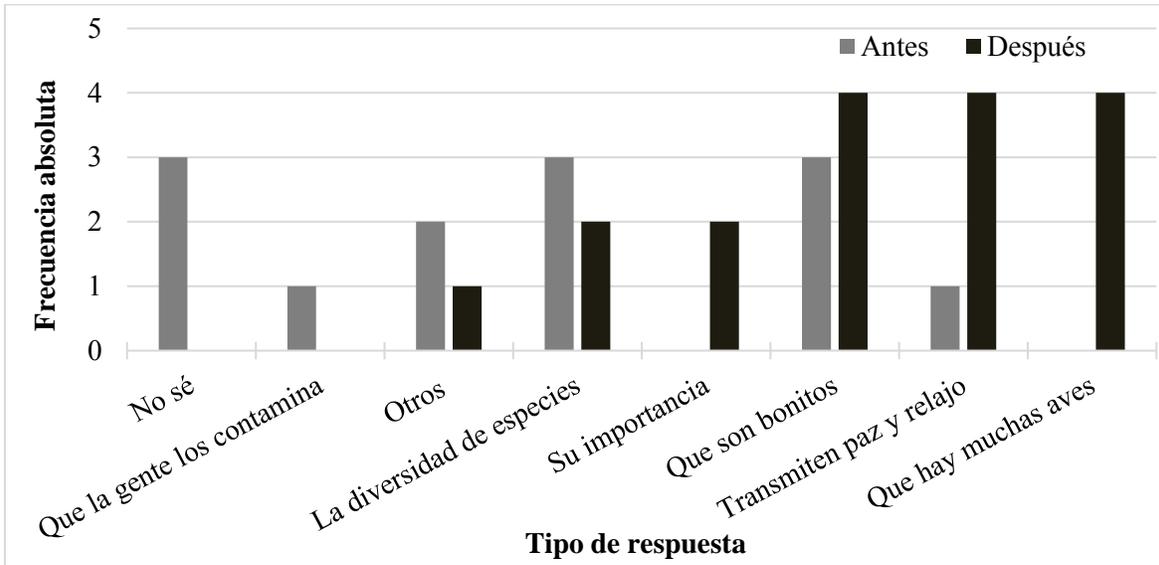
##### i) Preguntas abiertas sobre sentimientos y percepciones hacia los humedales

Los resultados de la pregunta “Los humedales me hacen sentir...” muestran que tanto antes como después del proyecto la mayor cantidad de respuestas indican tranquilidad y relajación. Sin embargo después del proyecto desaparecen las repuestas como “nada” o “no se” y aumentan las respuestas relacionadas con la alegría, el interés y curiosidad (figura 7).



**Figura 7.** Tipo de respuestas antes y después del proyecto, para la pregunta “Los humedales me hacen sentir”. N = 11 estudiantes encuestados. En algunos casos los(as) encuestados(as) hicieron mención a más de una categoría o tipo de respuesta.

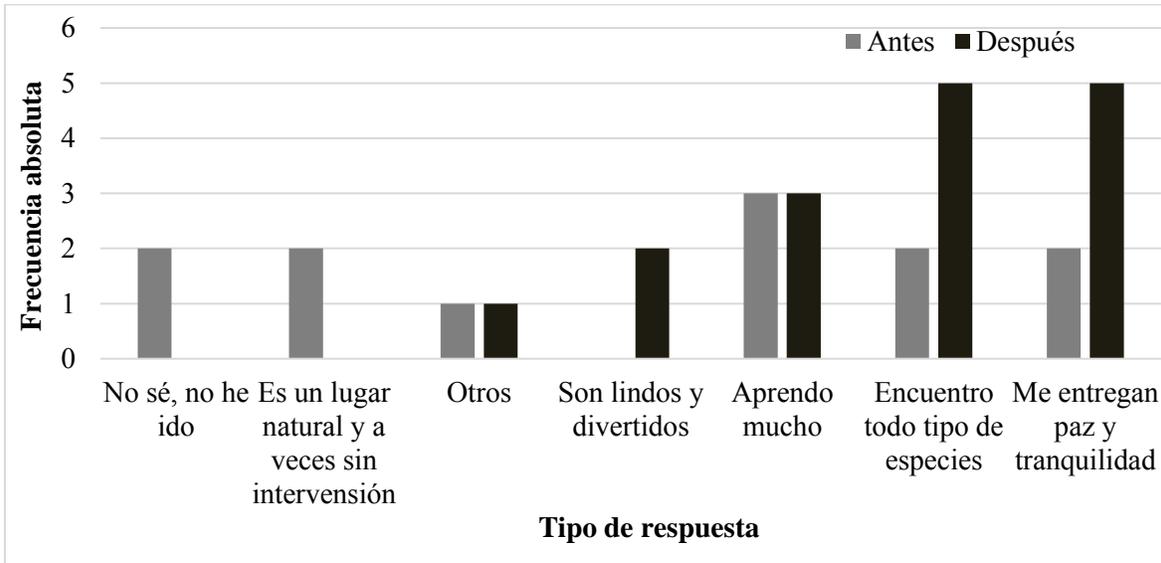
Los resultados de la pregunta “Qué le contarían a su mejor amigo sobre los humedales”, en la encuesta previa la mayor cantidad de respuestas indican “no sé”, la belleza o la diversidad de especies. Mientras que en la encuesta post-proyecto la mayoría indica que, “hay muchas aves”, “transmiten paz y relaxo” o el valor estético de los humedales (figura 8).



**Figura 8.** Tipo de respuestas antes y después del proyecto, para la pregunta “Si tuviera que contar a mi mejor amigo una cosa sobre humedales, le diría...”. N = 11 estudiantes encuestados. En algunos casos los(as) encuestados(as) hicieron mención a más de una categoría o tipo de respuesta.

La tercera y cuarta pregunta se realizaron para conocer la(s) razón(es) por las que les gusta y no les gusta visitar los humedales respectivamente. Las principales respuestas antes del proyecto están divididas en varias categorías. Después del proyecto la mayoría responde que les gusta ir por la diversidad de especies que se pueden encontrar y porque entregan paz y tranquilidad (figura 9).

En cambio, una de las razones principales que indican por qué no les gusta ir a los humedales es por la contaminación humana y el relleno de estos espacios tanto en el pre y post test, además de la particularidad que en el post-test 4 de los 11 estudiantes señalaron que si les gustaba ir a los humedales (ver anexo 5).



**Figura 9.** Tipo de respuestas antes y después del proyecto para la pregunta “Me gusta ir a los humedales porque...”, N = 11 estudiantes encuestados. En algunos casos los(as) encuestados(as) hicieron mención a más de una categoría o tipo de respuesta.

ii) Encuesta Likert sobre actitudes hacia los humedales, plantas, aves y la ciencia.

De los 8 enunciados para evaluar las actitudes, ninguno presentó diferencias estadísticamente significativas entre las respuestas pre y post test (cuadro 5 y gráficos en anexo 6). Pero a pesar de que no hubiera diferencias significativas, sí se observan actitudes más positivas al final del proyecto.

Para el primer enunciado “Es valioso tener humedales en nuestra ciudad” la tendencia es que en el pre-test las respuestas se dividen en “de acuerdo” (4 respuestas) y “muy de acuerdo” (5 respuestas), mientras que en el post test la gran mayoría está “muy de acuerdo” (9 respuestas).

En el segundo enunciado “Arrojar basura a los humedales no es tan grave”, la tendencia es que, tanto en el pre como en el post-test, la mayoría está muy en desacuerdo con 8 y 10 respuestas respectivamente.

En el tercer enunciado, “Soy responsable de cuidar los humedales de Valdivia”, en el pres test la mayoría indica que está “de acuerdo”, mientras que en el post-test aumenta el número de respuestas que están “muy de acuerdo”.

En el cuarto enunciado, “Los humedales sirven para ser rellenados y construir o depositar basura sobre ellos”, arrojó como resultado que la mayoría está “muy en desacuerdo” tanto en el pre como en el post test.

La quinta pregunta, “Las plantas de los humedales son poco beneficiosas”, si presenta varias diferencias en las respuestas antes y al final del proyecto. En el pre-test la mayoría contestó “no lo sé”, mientras que en el post-test la mayoría está “muy en desacuerdo”.

En el enunciado, “Disfruto al observar y escuchar aves en un humedal” la mayoría de las respuestas en el pre y post- test indican que los encuestados están “de acuerdo”. La diferencia es que en el pre-test hay algunos “en desacuerdo” mientras que en el post-test solamente hay respuestas “de acuerdo” y “muy de acuerdo”.

En el enunciado número 7, “Me gustaría ser científico cuando grande”, hay una gran variabilidad de respuestas que van desde “muy en desacuerdo” a “muy de acuerdo” tanto en el pre como en el post-test. Sin embargo en ambas instancias la mayoría contesta “no sé”.

Por último, en el octavo enunciado, “Participaría en un proyecto de ciencia al aire libre en mi liceo”, en el pre-test la mayoría responde estar “de acuerdo” y en el post-test la mayoría dice estar “muy de acuerdo”.

**Cuadro 5.** Resumen de la evaluación de actitudes, mediante encuesta tipo Likert  $P < 0,05$ , indica diferencias significativas entre las respuestas del inicio y el final del proyecto.  $N = 11$ .

Enunciados	Valor Estadístico W	Valor P
1.- Es valioso tener humedales en nuestra ciudad	84,5	0,069
2.- Arrojar basura a los humedales no es tan grave	49	0,282
3.- Soy responsable de cuidar los humedales de Valdivia	70,5	0,482
4.- Los humedales sirven para ser rellenados y construir sobre ellos o depositar basura en ellos	55,5	0,687
5.- Las plantas de los humedales son poco beneficiosas	38	0,126
6.- Disfruto al observar y escuchar aves en un humedal	73	0,367
7.- Me gustaría ser científico cuando grande	57,5	0,863
8.- Participaría en un proyecto de ciencia al aire libre en mi liceo	76,5	0,276

## 5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del presente estudio muestran que los jóvenes del Liceo Bicentenario que participaron del proyecto de ciencia ciudadana, sobre monitoreo de humedales, aumentan sus conocimientos sobre aves y cambian algunas de sus actitudes al finalizar el proyecto en comparación al inicio del proyecto.

La falta de un grupo control de jóvenes con características socioeconómicas y/o culturales similares, no permite comparar este grupo de estudiantes con algún otro. Sin embargo el nivel de proyección que tuvo este proyecto en el Taller de Ecología impartido en el Liceo y el efecto positivo que tuvo el mismo, en conocimientos y actitudes de los participantes, seguramente son factores relevantes, sobre los que discutir.

### 5.1. Efectividad del proyecto de ciencia ciudadana en los cambios de conocimientos y actitudes

El mayor aprendizaje se pudo apreciar en el conocimiento y reconocimiento de especies de aves. El aumento significativo de sus conocimientos sobre aves, posiblemente puede ser causado por la metodología de enseñanza tanto dentro como fuera de la sala de clases, en conjunto con las jornadas de reforzamiento y la toma de datos, enfocadas precisamente en aves. De acuerdo a la experiencia al aire libre, también creemos que un bajo número de participantes (no más de 6 alumnos guiados por un monitor) facilitó el muestreo y por ende el aprendizaje, debido al menor grado de dispersión que ocurre entre los estudiantes y el mayor grado de atención y concentración que éstos pueden llegar a tener.

Se puede establecer como posibles causas del notorio aumento en conocimientos relacionado con identificación visual de aves. En primer lugar, a que fueron los mismos estudiantes los que se aproximaron a la elección del tema de investigación (muestreo de aves).

En segundo lugar, a la relativamente fácil y numerosa observación visual de distintas especies de aves (algunas en mayor abundancia que otras), en las jornadas de terreno y toma de datos en el humedal mismo. En particular en el caso de la especie Pato real (*Anas sibilatrix*), esta fue la más observada dentro del humedal y la mayormente identificada, tanto para las preguntas con y sin imagen de la especie, en cambio el reconocimiento auditivo de esta y otras especies fue más dificultoso debido a la gran cantidad de aves cantando, en muchas ocasiones al unísono, complejizando la diferenciación entre especies. Todo esto exceptuando al Trabajador (*Phleocryptes melanops*), una especie bastante escuchada, que además presenta vocalizaciones más estables y monótonas que las de otras aves, lo que

hizo probablemente más fácil su diferenciación por parte de los participantes del proyecto, que la mencionaron bastante en la encuesta post-test.

Esto se correlaciona con resultados similares a los de Brossard *et al.* (2005), en su proyecto ciudadano sobre cavidades de anidamiento de aves, donde los estudiantes participantes, presentaron notorio aumento de conocimientos en la biología de aves, debido al alto grado de interés que causó en ellos este grupo de fauna, lo que motivó su proceso de aprendizaje.

Este aumento en el aprendizaje coincide también con los resultados presentados por Jordan *et al.* (2011). En su proyecto de ciencia ciudadana sobre plantas invasoras, donde los jóvenes voluntarios de Estados Unidos participaron durante 3 días en la recolección de datos y jornadas de capacitación, e incrementaron sus conocimientos de plantas invasoras en un 24% promedio. Sin embargo, un proyecto de ciencia ciudadana en México, sobre ecología de insectos en dos establecimientos educacionales de enseñanza media, con estudiantes de 12 a 14 años, entregó como parte de sus resultados la inexistencia de diferencias significativas en los conocimientos de los estudiantes de ambas escuelas, a nivel general, incluso, en 3 preguntas pertenecientes a la encuesta aplicada para la medición, se pudo observar una disminución en el conocimiento de algunos estudiantes (Falcao y Smith, 2014).

En el presente estudio no hubo diferencias significativas sobre el conocimiento de otros grupos de animales que habitan los humedales y las interacciones que ocurren entre ellos, al comparar el inicio y el final del proyecto. Estos resultados se deberían principalmente a que durante el desarrollo del proyecto no existió un mayor enfoque de parte nuestra, en cuanto al tiempo destinado a la enseñanza en sala y en terreno sobre otros grupos de fauna (ej. mamíferos, anfibios, reptiles, peces, etc.) y tampoco en las interacciones entre los distintos componentes bióticos de los humedales y los roles ecológicos de éstos. Pero a pesar de no existir diferencias significativas en los conocimientos de estos dos ámbitos, sí se pudo observar un mayor grado de complejidad en las respuestas de los estudiantes, después de realizar el proyecto. A esto se puede argüir que durante el proceso de investigación, la metodología mixta de teoría y práctica en terreno, favoreció el proceso de aprendizaje entorno a dinámicas y funciones ecológicas de los humedales.

De acuerdo con lo expuesto, podríamos señalar que, sacando provecho de las herramientas que nos entregan los humedales como aulas al aire libre y ejecutando actividades prácticas con una correspondiente base teórica en ellos, se puede obtener una forma de enseñanza que genera aprendizajes significativos en los jóvenes que participaron de este proyecto y quizás también de otros grupos de jóvenes que sean invitados a participar de este tipo de iniciativas.

Al revisar el cambio de actitudes de los participantes en otros proyectos de ciencia ciudadana encontramos, por ejemplo, el proyecto ciudadano en ecología de insectos de Falcao y Smith (2014), donde algunas preguntas tuvieron avances en actitudes que pasaron de lo negativo a lo positivo. Lo mismo ocurrió en el estudio de Jordan *et al.* (2011), en el cual los participantes también reportaron una mayor disposición a tener comportamientos positivos con respecto a las especies invasoras, tal como plantar únicamente especies nativas en sus jardines.

No obstante, en nuestro proyecto, la mayoría de las respuestas no tuvieron cambios estadísticamente significativos entre el inicio y el final del proyecto, en cuanto a sus actitudes. Creemos que esto podría deberse, en primer lugar, a que antes de la puesta en marcha del proyecto de ciencia ciudadana, ya se aprecian actitudes mayoritariamente positivas hacia los humedales y las aves por parte de los estudiantes, lo que no cambió en el post test. Esto mismo se señala en el estudio de Brossard *et al.* (2005), donde los participantes de ese proyecto ya presentaban actitudes positivas hacia la ciencia antes de éste.

En segundo lugar, el número de encuestas realizadas resulta ser bajo, por ende el tamaño de la muestra también lo es, junto con que la distribución de los datos no es normal (datos no paramétricos), en este sentido, el caso ideal sería aumentar el tamaño de la muestra, de tal manera que su análisis pueda ser más preciso, al poder emplear una prueba estadística paramétrica de mayor potencia y eficacia (Díaz, 2009).

En tercer lugar, Brossard *et al.* (2005), argumenta también que las respuestas obtenidas pueden ser más complejas de lo que inicialmente se considera para el planteamiento de las preguntas, en este sentido resalta, que puede existir una ambivalencia en los pensamientos y los sentimientos de los encuestados frente a una determinada pregunta, lo que amerita analizar si las preguntas o enunciados planteados en la encuesta resultan ser bien planteados, de tal manera que no provoquen esa ambivalencia o puedan hacerse cargo de ella.

En cuarto lugar, diversos autores (Falcao y Smith, 2014; Bogner, 1998; Zelezny *et al.*, 2000; Brossard *et al.*, 2005), mencionan que los programas de mayor duración, posiblemente tengan un efecto acumulativo mayor en los participantes, esto es, proyectos de varios meses o años, con varias jornadas a la semana, los que pueden lograr objetivos más tangibles en cuanto al cambio en actitudes e incluso conductas de los estudiantes involucrados en proyectos de ciencia ciudadana.

Cabe mencionar, además, que existió una discontinuidad en la asistencia de los estudiantes a lo largo del proyecto, esto quiere decir que ningún participante asistió a todas las jornadas o sesiones que

formaron parte de la experiencia, lo que podría influir en el efecto que el proyecto tuvo sobre sus actitudes y algunos conocimientos también.

Por último podemos indicar, la falta de cruzamiento y análisis de datos cualitativos como entrevistas u otros, para evaluar actitudes, ya que a través de estas se puede generar un nivel de información más complejo y preciso (Falcao y Smith, 2014).

A pesar de no tener diferencias estadísticamente significativas, los resultados indican que de todas formas sí hay una variación positiva en las actitudes de los jóvenes entre el inicio y el final del proyecto. Es así como, por ejemplo, podemos transitar desde respuestas que se atribuyen al desconocimiento y la predisposición nula o negativa frente a los humedales antes de empezar el proyecto de ciencia ciudadana, llegando a establecerse al final del proyecto, predisposiciones más definidas y a favor de los humedales y sus especies.

En general, podemos señalar que la reflexión en torno a la experiencia científica y educativa, se infiere como relevante para lograr una mejor comprensión del proyecto realizado, por parte de los estudiantes. La apertura a espacios de reflexión durante el proyecto y más formalmente con una sesión especial para ello al final del muestreo, pudo incidir en el aumento de conocimientos ya mencionados y la variaciones en las actitudes de algunos estudiantes. En este sentido Bell *et al.* (2003), señala que cuando los estudiantes sólo hacen ciencia de manera parcial, esto es, centrarse únicamente en las etapas de diseño y toma de datos, es el hacer, y solo el hacer. Por el contrario cuando la reflexión se hace efectiva pasa a ser una experiencia de aprendizaje más completa.

Finalmente, otro aspecto a favor del presente proyecto es la interacción y el trabajo directo permanente entre el monitor “científico”, la profesora de biología y los estudiantes que participaron del proyecto, lo que pudo incidir en lograr de forma más consistente y alineada los objetivos de investigación y tener el efecto que tuvo en el aumento de conocimientos y algunas variaciones en las actitudes de los estudiantes. Todo ello es mencionado por Falcao y Smith (2014), donde mencionan que a través de visitas del investigador o monitor científico a la sala de clases pueden ayudar a los estudiantes a analizar sus datos y crear sus presentaciones y reflexiones respecto al tema de investigación.

## **5.2. Implicancias de los resultados obtenidos**

### *5.2.1. Pertinencia y potencialidades socio-ambientales de Valdivia como territorio para la ciencia ciudadana*

Como ya señalábamos en secciones anteriores, la ciudad de Valdivia, presenta exuberantes áreas naturales, dentro y fuera del área urbana, que casi en su mayoría son humedales, los que le otorgan una característica socio ambiental particular a la ciudad y la convierten en un lugar con gran potencial para el desarrollo de innumerables iniciativas de ciencia ciudadana, al contar con numerosas aulas al aire libre para ser ocupadas, disfrutadas y estudiadas por escolares y ciudadanos en general.

Sumado a esto, los humedales urbanos son ecosistemas altamente amenazados, existiendo incluso una demanda creciente por parte de sectores de la ciudadanía organizada que exigen su protección, teniendo en cuenta el arraigo por estos espacios, los variados servicios ecosistémicos que estos prestan y que además dan una característica ambiental singular a la ciudad. En este ámbito se pueden mencionar ejemplos recientes del último tiempo, como el caso del humedal Angachilla y Los Pelúes, con actividades de limpieza, divulgación y valoración de estos espacios amenazados por la expansión urbana. El Parque Urbano el Bosque, como una iniciativa privada que protege al humedal contenido en él y en donde se desarrollan diversas actividades tendientes a la educación y conservación del entorno natural. Otro ejemplo aún más singular es el del gran humedal Catrico, en el cual se está desarrollando un proyecto millonario de Parque Urbano, gestado desde la misma ciudadanía que demanda la conservación de ese humedal, con espacios de recreación, deporte, cultura y educación ambiental, solicitados por los vecinos.

En varios de estos ejemplos se pueden proyectar además diversos proyectos de monitoreo ambiental ciudadano, que aporten a estos movimientos socio-ambientales, desde la ciencia y permitan el mejor entendimiento por parte de la comunidad, sobre los habitantes, procesos y dinámicas naturales de los humedales, para su ocupación y/o conservación pertinente, espacios que paulatinamente comienzan a ser visualizados como “importantes”.

### *5.2.2. Particularidades del proyecto de ciencia ciudadana en el humedal Angachilla*

El presente proyecto se presenta como una iniciativa que pudiese ser un aporte al reducido número de proyectos ciudadanos en Chile, que a pesar de ello van en aumento, incluso con la realización del primer seminario de ciencia ciudadana en Chile, el año 2015 (CEAZA, 2015). Junto con esto, se puede plantear a este proyecto como una iniciativa aparentemente pionera en cuanto al desarrollo

participativo de este en donde a diferencia de otras experiencias, el tema a estudiar, la toma de datos y las reflexiones finales de la investigación fueron realizadas por los mismo participantes de manera formal. Además las investigaciones ciudadanas sobre humedales urbanos parecen ser escasas en el país y casi nulas para humedales templados del centro sur de Chile, dentro de ellas podemos señalar, un proyecto de variación de la diversidad de aves entre un humedal urbano y uno rural en la región de Coquimbo, realizado por el Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) junto con la ONG REDAVES, ECOTERRA, ECOBRISAS, el Colegio Helen Keller de Coquimbo y voluntarios que en total suman 52 científicos ciudadanos, durante el año 2015. Esta iniciativa contempló censos y registro voluntario de datos en una base de datos virtual. Por último, tampoco parecen existir proyectos de ciencia ciudadana evaluados concretamente en cuanto a conocimientos y actitudes de los participantes durante la experiencia, en Chile.

### *5.2.3. La potencialidad del estudio de aves en ciencia ciudadana y su posible apertura a nuevas variables por medir en humedales urbanos.*

Al parecer, no surge como extraño el hecho de que los mismos estudiantes se interesaran en desarrollar un proyecto con aves, ya que según Roa (2010), existen especies de aves que resultan ser carismáticas o llamativas, según características particulares de la especie como valor estético o rareza (Arango *et al.*, 2007), junto con esto se puede señalar que, dependiendo de lo que se quiera investigar, el muestreo de aves no corresponde a un procedimiento muy complejo y/o costoso, que puede ser desarrollado fácilmente por ciudadanos sin necesidad de una instrucción tan rigurosa.

Existen numerosos proyectos ciudadanos que involucran a este tipo de fauna en diversas partes del planeta. Una de las iniciativas más emblemáticas en ciencia ciudadana es la de eBird, una plataforma en la cual, diversos amantes de las aves, aficionados, científicos, académicos o cualquier persona, con distintos grados de conocimiento sobre aves, puede ingresar datos de lugares en donde avistaron a una determinada especie y que esto quede registrado en una plataforma virtual que posee un filtro que analiza, en cierto grado, la validez de los registros.

Asociado al estudio de aves, este y otros futuros proyectos pudiesen ser el comienzo de un monitoreo en largo plazo, en donde las variables a medir no sean únicamente riqueza o diversidad de avifauna en el humedal, sino también otro tipo de factores ambientales relevantes y complementarios para evaluar el estado ecológico en el que se encuentra el humedal Angachilla y/u otros (calidad de agua, riqueza de anfibios, peces, invertebrados, etc.), para ello se debiese trabajar con una batería de indicadores construidos participativamente con la comunidad involucrada en el proyecto, junto con el

seguimiento y control social de un plan de acción, por parte de los ciudadanos ligados con científicos y académicos (Perdomo, 2010). Todo esto no parece haber comenzado aún en Chile. Las aproximaciones hacia la conservación de los humedales a través de proyectos ciudadanos han sido solo a nivel de muestreos de avifauna en distintos humedales del país, no obstante, estos van al alza y potencialmente podrían ir volviéndose más diversos y complejos en cuanto a las variables investigadas en el tiempo.

#### 5.2.4. *Continuidad y proyecciones del proyecto de ciencia ciudadana.*

Las conclusiones de un proyecto de cualquier tipo pueden llevar a nuevos proyectos, de similar o diferente naturaleza. También puede ocurrir que un trabajo se inicie con un pequeño grupo, pero que evolucione después hacia un esfuerzo que convoque a toda una clase o número mayor de participantes (La Cueva, 1998).

Además, La Cueva (1998), también señala que cualquier, niño(a), joven o adulto(a), que haya tenido la oportunidad de desarrollar de manera auténtica una investigación, por pequeña que haya sido, sentirá una gran satisfacción, y estímulo a conocer más, a seguir profundizando en lo investigado, como no puede hacerlo ninguna otra actividad escolar.

Lo anterior se ve reflejado en el hecho de que para el siguiente año después de realizado el proyecto ciudadano, desde el Liceo Bicentenario y el Departamento Administración de Educación Municipal de Valdivia (DAEM), surgió la solicitud de continuar y ampliar los objetivos de este proyecto, que además de ser innovador dentro de los proyectos a los que están acostumbrados los establecimientos educacionales, ya que junto a la realización del proyecto científico, presenta objetivos de evaluación del mismo y cumple en distinto grado, con objetivos transversales de educación, relacionados con el trabajo colaborativo, el desarrollo del pensamiento constructivista, la contextualización de los aprendizajes y la articulación con contenidos entregados previamente en la asignatura de Biología. Sumado a ello, para este año escolar completo, se ampliaron estos objetivos con un alcance social mucho mayor. Adicionalmente a la continuidad del monitoreo de aves en el humedal Angachilla, se espera sumar, al menos un humedal más, junto con el muestreo de flora y otros grupos de fauna, lograr la articulación efectiva también con la asignatura de Lenguaje y Comunicación, y finalmente la formación de los estudiantes como monitores ambientales en la temática de los humedales, esperando que realicen diversas actividades de divulgación y educación ante la comunidad valdiviana, apoyados durante este proceso por los profesores de las asignaturas mencionadas (Biología y Lenguaje) y el monitor del proyecto.

Para el año 2016, cabe mencionar que aumentó el número de estudiantes queriendo participar del proyecto, cerca de tres veces el número de estudiantes del año anterior, lo que puede indicar el nivel

de incidencia que tuvo la iniciativa el año anterior, dentro de la comunidad escolar. De los 34 estudiantes que participan este año 2016, 6 son estudiantes del ciclo anterior del proyecto (la mitad del año anterior) y cabe mencionar, que algunos de los estudiantes restantes, por el hecho de cursar 3<sup>er</sup> año medio, ya no pueden optar al taller de Ecología que está enfocado solo para estudiantes de 1° y 2° medio.

En este sentido, Zelezny *et al.* (2000), señala que se necesitan estudios que observen el comportamiento ambiental real de los participantes, en el largo plazo, para comparar la efectividad de las intervenciones orientadas a la acción en las aulas con metodologías de enseñanza no tradicionales, esto le puede otorgar cierto punto a favor a la investigación realizada, que hasta el momento sigue proyectándose y evaluándose.

#### 5.2.5. Conclusiones, recomendaciones y desafíos

En conclusión encontramos algunas evidencias de que el proyecto de ciencia ciudadana de monitoreo sobre humedales fue exitoso en el sentido de que los jóvenes aumentaron sus conocimientos, principalmente de avifauna y de que el Liceo Bicentenario tuvo el interés de replicar el proyecto al año siguiente.

Estos resultados pueden llegar incluso a aportar a una posible teoría entorno al aprender, estimulando la capacidad reflexiva y creativa de los involucrados en este tipo de proyectos, basados en que los estudiantes pueden llegar a entender la ciencia, haciendo ciencia y cavilando entorno a ella y a lo que la rodea.

La contextualización de la enseñanza como una función del territorio local es posible, incluso desde una perspectiva interdisciplinaria, y su uso puede resultar altamente positivo, tanto para motivar al estudiante a estudiar ciencia, como para crear un nexo entre los contenidos enseñados en su establecimiento educacional y su área local (González-Weil *et al.*, 2014). En este sentido, la obtención de datos concretos sobre avifauna y flora presente en el humedal Angachilla, puede corroborar la relevancia y factibilidad de proyectos de ciencia ciudadana como este.

Con todo, podemos mencionar algunas recomendaciones con respecto al seguimiento individual de los participantes en este tipo de proyectos, a través de herramientas cuantitativas y cualitativas (listas de asistencia a cada jornada, dibujos, entrevistas, etc.), para la obtención de información más particular y complementaria en la evaluación y reflexión final de la iniciativa. Insistimos, en que para ello, además se deben invertir mayores esfuerzos y tiempo para las distintas etapas de proyecto pesadas en ese tipo de evaluaciones.

Desde el Estado de Chile, no se aprecian cambios sustantivos para desarrollar este tipo de proyectos, ni en calidad ni en cobertura. Sin embargo, gracias a las exigencias de tratados internacionales a los que Chile se ha adherido (la OCDE, dentro de ellos), las certificaciones ambientales podrían impulsar los cambios pertinentes paulatinamente.

Admitiendo sus dificultades y afrontando sus riesgos, la enseñanza investigativa podría ser nuestro camino más seguro para un aprendizaje escolar completo y profundo, estimulador y gratificante (La Cueva, 1998) y en relación a ello, el aporte que pueden realizar monitores o académicos del mundo científico que establezcan una directa relación con docentes de los establecimientos educacionales puede resultar relevante y beneficioso, en base a experiencias que permitan el desarrollo de la comprensión acerca de la naturaleza y la investigación científica complementada con la enseñanza educativa que le entregue fundamento y sea atinente a la realidad local de educadores y educandos, en un esfuerzo de reforma educacional científica única.

Basados en nuestra experiencia entendemos que el camino se está recién incoando, en cuanto al concepto de ciencia ciudadana o a un nuevo concepto de ciencia ciudadana “educativa” que se vincule directamente con la educación ambiental y la educación formal, de manera complementaria, que genere una mixtura de metodologías de trabajo.

Entendemos que para ello tienen que ocurrir cambios a nivel de políticas educativas que faciliten este camino con presupuestos adecuados para llevar a cabo programas de ciencia ciudadana, ya no solo en el corto, sino también en el mediano y largo plazo donde se respeten las distintas etapas del procesos científico y educativo, traducidas en el contacto, reconocimiento, comprensión, valoración, manejo y relación desde el sentir y el saber, con el medio natural.

## 6. REFERENCIAS

- Allen P, C Cooper. 2006. La ciencia ciudadana como herramienta para el monitoreo de la biodiversidad. *In* Pisanty I, M Caso. Especies, espacios y riesgos: Monitoreo para la conservación de la biodiversidad. Distrito Federal, México. Instituto Nacional de Ecología. p. 17-32.
- Arango X, R Rozzi, F Massardo, C Anderson, T Ibarra. 2007. Descubrimiento e implementación del pájaro carpintero gigante (*Campephilus magellanicus*) como especie carismática: una aproximación biocultural para la conservación en la Reserva de la Biósfera Cabo de Hornos. *Magallania* 35(2): 71-88.
- Bell RL, LM Blair, BA Crawford, NG Lederman. 2003. Just Do It? Impact of a Science Apprenticeship Program on High School Students' Understandings of the Nature of Science and Scientific Inquiry. *Journal of Research in Science Teaching* 40(5): 487-509.
- Bogner F. 1998. The influence of shortterm outdoor ecology education on longterm variables of environmental perspectives. *The Journal of Environmental Education* 29(4): 17-29.
- Bonney R, CB Cooper, J Dickinson, S Kelling, T Phillips, KV Rosenberg, J Shirk. 2009a. Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience* 59(11):977-984.
- Bonney R, H Ballard, R Jordan, E McCallie, T Phillips, J Shirk, CC Wilderman. 2009b. Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing Its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. Washington DC, United States. Center for Advancement of Informal Science Education (CAISE). 58 p.
- Bonney R, JL Shirk, TB Phillips, A Wiggins, HL Ballard, AJ Miller-Rushing, JK Parrish. 2014. Next steps for citizen science. *Science* 343(6178):1436-1437.
- Braschler, B. 2009. Successfully implementing a citizen-scientist approach to insect monitoring in a resource-poor country. *BioScience* 59(2):103-104.
- Brossard D, B Lewenstein, R Bonney. 2005. Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project. *International Journal of Science Education* 27(9): 1099-1121.
- Catlin-Groves CL. 2012. The Citizen Science Landscape: From Volunteers to Citizen Sensors and Beyond. *International Journal of Zoology* 2012(2): 1-14.
- Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA). 2015. Informe 1<sup>er</sup> Seminario de Ciencia Ciudadana Coquimbo 2015. Coquimbo, Chile. CEAZA. 22 p.

- Cisternas J, C Correa, L López, Y Riveros, C Silva. 2014. Origen y desarrollo del proyecto “Estudio de los Anfibios de Villa O’Higgins”: bitácora de cuatro años de trabajo. *Boletín Chileno de Herpetología* 2014: 5-7.
- CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente, CL). 2005. Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile. Santiago, Chile. CONAMA. 26 p.
- Cooper CB, J Shirk, B. Zuckerberg. 2014. The Invisible Prevalence of Citizen Science in Global Research: Migratory Birds and Climate Change. *PLoS One* 9(9): 1-5.
- CAACH (Corporación Ambientes Acuáticos de Chile). 2005. Los humedales no pueden esperar: Manual para el Uso Racional del Sistema de Humedales Costeros de Coquimbo. Quevedo DL. Santiago, Chile. 136 p.
- Delaney DG, SD Corinne, AS Christiaan, L Brian. 2008. Marine invasive species: validation of citizen science and implications for national monitoring networks. *Biological Invasions* 10(1): 117–128.
- Díaz V. 2009. Errores estadísticos frecuentes al comparar dos poblaciones independientes. *Revista chilena de nutrición* 36(4): 1136-1138.
- Dickerson-Lange SE, K Bradley Eitel, L Dorsey, TE Link, JD Lundquist. 2016. Challenges and successes in engaging citizen scientists to observe snow cover: from public engagement to an educational collaboration. *Journal of Science Communication* 15(1): 1-14.
- Droege S. 2007. Just because you paid them doesn’t mean their data are better. In McEver C, R Bonney, J Dickinson, S Kelling, K Rosenberg, J Shirk eds. Citizen Science Toolkit Conference. Ithaca, New York. Cornell Laboratory of Ornithology. p. 13-26.
- Eastman L, V Hidalgo-Ruz, V Macaya-Caquilpán, P Nuñez, M Thiel. 2014. The potential for young citizen scientist projects: a case study of Chilean schoolchildren collecting data on marine litter. *Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management* 14(4): 1-12.
- Falcao J, T Smith. 2014. ¿Los proyectos de ciencia ciudadana facilitan el aprendizaje de ciencias? Un estudio de caso en San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, México. Tesis Maestría en Liderazgo para la Conservación mediante el Aprendizaje. San Cristóbal de Las Casas, México. El Colegio de La Frontera Sur y Colorado State University. 145 p.
- Fishbein M, I Ajzen. 1975. Belief, attitude, intention, and behaviour: An introduction to theory and research. United States. Addison-Wesley Publishing Company. 16 p.

- Gerding V, E Geldres, J Moya. 2006. Diagnóstico del desarrollo de *Pinus massoniana* y *Pinus brutia* establecidos en el arboreto de la Universidad Austral de Chile, Valdivia. *Bosque* 27(1):57-63.
- González-Weil C, C Merino-Rubilar, G Ahumada, A Arenas, V Salinas, P Bravo. 2014. The local territory as a resource for learning science: A proposal for the design of teaching-learning sequences in science education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116: 4199-4204.
- Huber A. 1970. Diez años de observaciones climatológicas en la estación Teja-Valdivia (Chile) 1960-1969. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. 60 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, CL). 2007. División Político-Administrativo y Censal 2007. Santiago, Chile. INE. 357 p.
- IIRBAH (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt). 2014. Concluyó proyecto piloto de ciencia ciudadana en humedales de Bogotá. Consultado 20 de Junio 2015. Disponible en <http://www.humboldt.org.co/es/noticias/notas/item/243-concluyo-proyecto-piloto-de-ciencia-ciudadana-en-humedales-de-bogota>.
- Irwin A. 1995. Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development. Abingdon, Inglaterra. Routledge. 168 p.
- Jordan RC, SA Garay, DV Howe, WR Brooks, JG Ehrenfeld. 2011. Knowledge Gain and Behavioral Change in Citizen-Science Programs. *Conservation Biology* 25(6): 1148–1154.
- Kemp AC. 2002. Implications of diverse meanings for “scientific literacy”. In Rubba PA, JA Rye, WJ Di Biase, BA Crawford eds. Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science. Pensacola, United States. FL: AETS. p. 1202-1229.
- La Cueva A. 1998. La enseñanza por proyectos: ¿mito o reto?. *Revista Iberoamericana de Educación* (16): 165-187.
- LBCLR (Liceo Bicentenario Ciudad de Los Ríos). 2015. Proyecto Educativo Institucional. Valdivia, Chile. 24 p.
- MINEDUC (Ministerio de Educación, CL). 2008. Marco para la Buena Enseñanza. Santiago, Chile. Gobierno de Chile. 43 p.
- MINEDUC. 2016. Más información, mejor educación. Conozcamos nuestras escuelas. Ficha establecimiento Liceo Bicentenario Ciudad de Los Ríos Valdivia. Consultado 19 de Agosto 2016. Disponible en <http://www.mime.mineduc.cl/mime-web/mvc/mime/ficha>.
- Muñoz-Pedrerros A. 2014. La educación ambiental en Chile, una tarea aún pendiente. *Ambiente & Sociedade* 17(3): 177-196.

- Muñoz-Pedrerros A, J Quintana. 2010. Evaluación de fauna silvestre para uso ecoturístico en humedales del río Cruces, sitio Ramsar de Chile. *Interciencia* 35(10): 730-738.
- Osorio F. 2009. Impacto del crecimiento urbano en el medio ambiente del humedal de Valdivia 1992-2007. Tesis Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Santiago, Chile. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales, Facultad de Arquitectura y Estudios Urbanos, Pontificia Universidad Católica de Chile. 96 p.
- Perdomo M. 2010. Tesis Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá, Colombia. Instituto de Estudios Ambientales, Universidad Nacional de Colombia. 135 p.
- Ralph CJ, GR Geupel, P Pyle, TE Martin, DF DeSante, M Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Albany, United States. Department of Agriculture, 46 p.
- Roa M. 2010. Estudio de percepción social para la conservación biológica a escala local de los sitios prioritarios cerros Chena y Lonquén. Tesis Magíster en Recursos Naturales. Santiago, Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 31 p.
- Rojas M. 2011. Localización, composición y posibles amenazas a las Reservas Naturales Urbanas de Valdivia. Tesis Ingeniero en Conservación de Recursos Naturales. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales y Recursos Naturales, Universidad Austral de Chile. 56 p.
- Rosevelt C, M Los Huertos, C Garza, HM Nevins. 2013. Marine debris in central California: Quantifying type and abundance of beach litter in Monterey Bay. CA. *Marine Pollution Bulletin* 71(1-2): 299–306.
- Rubilar H. 2002. Estudio de los humedales urbanos de la ciudad de Valdivia. Tesis Licenciado en Ciencias Biológicas. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. 210 p.
- Ryder TB, R Reitsma, B Evans, PP Marra. 2010. Quantifying avian nest survival along an urbanization gradient using citizen- and scientist- generated data. *Ecological Application* 20(2): 419-426.
- Secretaría de la Convención de Ramsar. 2010. CECOP sobre los humedales: Programa de comunicación, educación, concienciación y participación (CECoP) 2009-2015 de la Convención. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Gland, Suiza. Secretaría de la Convención de Ramsar. 6 v. 48 p. (4ª edición).
- Senado de Chile. 2012. Quienes ensucien o dañen playas, ríos y lagos deberán realizar un mínimo de 15 días de trabajos comunitarios (Proyecto de ley). Senado de República de Chile. Boletín 8179-07. Consultado 28 de Mayo 2015. Disponible en <http://www.senado.cl/quienes-ensucien-o>

danen-playas-rios-y-lagos-deberan-realizar-un-minimo-de-15-dias-de-trabajos-comunitarios/prontus\_senado/2012-03-09/121332.html.

- Solbes J, A Vilches. 2004. Papel de las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente en la formación ciudadana. *Enseñanza de las Ciencias* 22(3): 337-348.
- Skewes JC, R Rehbein, C Mancilla. 2012. Ciudadanía y sustentabilidad ambiental en la ciudad: la recuperación del humedal Angachilla y la organización local en la Villa Claro de Luna. Valdivia, Chile. *EURE* 38(113): 127-145.
- Tulloch AIT, HP Possingham, LN Joseph, J Szabo, TG Martin. 2013. Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation* 165:128-138.
- Vaske J, M Donnelly. 1999. A Value Attitude Behavior Model Predicting Wildland Preservation Voting Intentions. *Society & Natural Resources* 12(6): 523-537.
- Whitelaw G, H Vaughan, B Craig, D Atkinson. 2003. Establishing the Canadian Community Monitoring Network. *Environmental Monitoring and Assessment* 88: 409–418.
- Zelezny LC, PP Chua, C Aldrich. 2000. Elaborating on Gender Differences in Environmentalism. *Journal of Social Issues*, 56(3): 443–457.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Encuesta previa de percepción social sobre medio ambiente.

### **Encuesta de percepción social sobre medio ambiente**

Edad:

Género:

Ocupación:

Formación educacional:

1.- ¿Qué es medio ambiente para ti?

2.- ¿Cómo crees que nos relacionamos con él?

3.- ¿Qué elementos de la naturaleza presentes en tu entorno son los que más te gustan y cuáles no?

4.- ¿Qué temas sobre naturaleza te gustaría hablar?

5.- ¿Qué problemas ambientales están presentes en tu entorno (donde vives por ejemplo)?

6.- ¿Qué temática ambiental es importante tratar en Valdivia?

- A) Animales B) Plantas C) Energías renovables D) Bosque C) Humedales D) Reciclaje  
E) Otro \_\_\_\_\_

7.- ¿Te gustaría que te enseñaran materias relacionadas con la naturaleza?

- A) Si B) No

8.- ¿Qué temas de la naturaleza te gustaría que te enseñara en el colegio?

9.- ¿Te gustaría participar en algún proyecto o iniciativa relacionada con el cuidado del medio ambiente?

- A) Si B) No

10.- ¿Cuál sería la principal razón para no participar?

- A) Falta de interés B) Falta de Tiempo C) Falta de iniciativas en las cuales participar D) Falta de apoyo del entorno (familiares, amigos, etc.) E) Mi aporte no modificaría nada en el medio ambiente  
F) No tengo suficientes conocimientos y/o habilidades G) Otros \_\_\_\_\_

11.- ¿Conoces el término ciencia ciudadana?

- a) Si b) No

12.- ¿Qué entiendes por ciencia ciudadana?

**Anexo 2.** Guía para la definición de la pregunta a resolver o características a evaluar en humedales, tras visita a un humedal cercano al establecimiento educacional.

1.- Describe los elementos (árboles, plantas pequeñas, agua, suelo, aves, otros) que puedes apreciar en este humedal:

2.- ¿Cómo crees que interactúan entre ellos?

3.- ¿Existe alguna diferencia entre los distintos sectores del humedal? ¿Cuál(es) es(son)?

4.- ¿Qué es lo que más te llamo la atención en cada sector del humedal que acabas de visitar?

5.- ¿Qué te gustaría investigar o sobre que te gustaría conocer más de este humedal?

6.- ¿Qué preguntas te surgen después de visitar este humedal?

Anexo 3. Encuesta realizada a los participantes del proyecto de ciencia ciudadana.

### ENCUESTA DE CONOCIMIENTOS

**Nombre:**

**Curso:**

**Edad:**

1.- Señala 5 especies **de aves** que creas que habitan en los humedales

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

d) \_\_\_\_\_

e) \_\_\_\_\_

2.- Señala 5 especies **de plantas** que creas que habitan en los humedales

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

d) \_\_\_\_\_

e) \_\_\_\_\_

3.- Señala **otros 5 animales** que creas que habitan en los humedales

a) \_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_

c) \_\_\_\_\_

d) \_\_\_\_\_

e) \_\_\_\_\_

4.- Identifica e indica cuales de las siguientes especies de aves que observas en las fotos crees que habitan en los humedales.

Nº imagen	Nombre de la especie	¿Vive en los humedales? (si / no)
Imagen 1		
Imagen 2		
Imagen 3		
Imagen 4		
Imagen 5		
Imagen 6		

5.- Identifica e indica a que especie de ave de humedal corresponde cada uno de los cantos que acabas de escuchar.

Nº canto	Nombre de la especie
Canto 1	
Canto 2	
Canto 3	
Canto 4	
Canto 5	

- **En la siguiente sección de preguntas puedes indicar como correcta más de una alternativa, si así lo consideras. Además debes explicar brevemente, porque elegiste cada alternativa de respuesta**

6.- ¿Cuál crees que es la relación que tienen las aves con los insectos?

A) Ninguna B) Depredación C) Amistad D) Parasitismo de insectos hacia las aves E) No lo sé  
F) Otra \_\_\_\_\_

Porque:

7.- ¿Hay alguna relación entre aves y plantas? Si es así, ¿Cuál crees que es?

8.- ¿Qué relación hay entre anfibios e insectos?

- A) Comensalismo   B) No hay relación   C) Alimenticia   D) No lo sé   E) Depredación  
F) Otra \_\_\_\_\_

Porque:

9.- ¿Qué función cumplen las aves dentro de los humedales?

- A) Ninguna   B) Controladores biológicos   C) Participación en el ciclaje de nutrientes   D) No lo sé  
E) Dispersores de semillas   F) Otra \_\_\_\_\_

Porque:

10.- ¿Cuál es la función de los anfibios en el humedal?

- A) Controladores biológicos   B) Consumidores de mosquitos   C) Lo desconozco   D) Aportan al ciclaje de nutrientes   E) Ninguna   F) Otra \_\_\_\_\_

Porque:

11.- ¿Qué rol cumplen las plantas dentro del humedal?

- A) Depredadores   B) Ciclaje de nutrientes   C) No lo sé   D) Ciclo del CO<sub>2</sub>   E) Regulación hídrica   F) Otra \_\_\_\_\_

Porque:

12.- Nombra algunos beneficios que nos pueden entregar los humedales, en caso de que así sea.

## ENCUESTA SOBRE ACTITUDES

**Nombre:**

**Curso:**

**Edad:**

- **A continuación completa o contesta de manera personal y sincera cada uno de los enunciados que aparecen.**

1.- Los humedales me hacen sentir....

2.- Si tuviera que contar a mi mejor amigo una cosa sobre humedales, le diría...

3.- Me gusta ir a los humedales porque...

4.- No me gusta ir a los humedales porque....

5.- Contesta los siguientes enunciados marcando con una “X” en la opción que más te representa.

Enunciados	Muy de acuerdo	De acuerdo	No lo se	En desacuerdo	Muy en desacuerdo
Es valioso tener humedales en nuestra ciudad					
Arrojar basura a los humedales no es tan grave					
Soy responsable de cuidar los humedales de Valdivia					
Los humedales sirven para ser rellenados y construir o depositar basura sobre ellos					
Las plantas de los humedales son poco beneficiosas					
Disfruto al observar y escuchar aves en un humedal					
Me gustaría ser científico cuando grande					
Participaría en un proyecto de ciencia al aire libre en mi liceo					

**Anexo 4.** Guías de reconocimiento visual e identificación de especies de aves posibles de encontrar en el humedal Angachilla.

**Guía de aves posibles de encontrar en el humedal**



## Guía de aves posibles de encontrar en el humedal

Cisne de cuello negro



Pato colorado



Pidén



Trabajador



Siete colores



Run- run



Trile



Chercán de las vegas



Churrín



Churrín de la mocha





**Anexo 7.** Gráficos comparativos del antes y el después, para las preguntas evaluadas con el método de escala Likert.

