



**Comparación en la estructura de la comunidad de zooplancton de dos lagunas de un parque urbano de la ciudad de Santiago de Chile, antes y después del período de restricción de visitantes, producto de la pandemia por Covid19.**

**Comparison of the zooplankton community structure of two lagoons in an urban park in the city of Santiago de Chile, before and after the period of visitor restriction due to the Covid19 pandemic.**

**Comparação da estrutura da comunidade zooplanctónica de duas lagoas de um parque urbano na cidade de Santiago do Chile, antes e depois do período de restrição de visitantes devido à pandemia de Covid-19.**

Carlos Domingo Trapp Vera<sup>1</sup>

Línea temática: Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y Asuntos Socio Científicos

## Resumen

Esta investigación se inició el año 2019, en dos lagunas de un parque urbano de la ciudad de Santiago, con el propósito de cuantificar el cambio de la comunidad de zooplancton durante un período de tiempo. Frente al cierre del parque durante la pandemia, el año 2021 nos surgió la siguiente pregunta ¿Cómo el cierre de las lagunas a los visitantes afecta la estructura de la comunidad zooplanctónica? Estos dos ecosistemas están sometidos a condiciones estacionales y al impacto antrópico propio de un parque urbano. Con un grupo de estudiantes tomamos muestras de agua en prepandemia y post pandemia y las comparamos. Para cada una de las especies de plancton, medimos la densidad poblacional, calculamos indicadores de diversidad, registramos temperatura y medimos la transparencia, finalmente comparamos la dinámica estacional con el Modelo de Ecologistas del Plancton (Modelo PEG, de Ulrich Sommer). En ambas lagunas aumentó la abundancia de plancton pos-pandemia, sin

---

<sup>1</sup> Liceo Manuel Barros Borgoño – Comuna de Santiago - Chile.  
Programa de Indagación Científica para la Educación en Ciencias – Universidad de Chile.  
MINEDUC. Correo: [ctrapp@lmbb.cl](mailto:ctrapp@lmbb.cl)



embargo, la diversidad aumentó parcialmente de acuerdo con lo predicho y finalmente el comportamiento de la comunidad se ajusta sólo en algunos aspectos al modelo PEG. Cuantificar y analizar la dinámica del plancton nos permite comprender de qué manera un ecosistema responde a factores ambientales, como el cambio climático. Las proyecciones son utilizar estas lagunas como modelo ecológico que permita comprender otros sistemas limnéticos de la zona central de Chile. Finalmente, indicar que entender cómo afecta el proceso de cambio climático global en los diferentes ecosistemas, es un imperativo ético en el contexto de la enseñanza de las ciencias en nuestros espacios escolares.

**Palabras claves:** Limnología, zooplancton, Modelo PEG, Parque O'Higgins, fenología.

## Abstract

This research began in 2019 in two lagoons of an urban park in the city of Santiago, with the purpose of quantifying the change in the zooplankton community over a period of time. With the closure of the park during the pandemic in 2021, we asked the following question: How does the closure of the lagoons to visitors affect the structure of the zooplankton community? These two ecosystems are subject to seasonal conditions and the anthropic impact typical of an urban park. With a group of students, we took water samples before and after the pandemic and compared them. For each plankton species, we measured population density, calculated diversity indicators, recorded temperature, and measured transparency. Finally, we compared the seasonal dynamics with the Plankton Ecologists Model (PEG Model, by Ulrich Sommer). In both lagoons, plankton abundance increased post-pandemic, but diversity only partially increased as predicted, and the community behavior only partially matched the PEG model. Quantifying and analyzing plankton dynamics allows us to understand how an ecosystem responds to environmental factors, such as climate change. The projections are to use these lagoons as an ecological model to understand other limnetic systems in central Chile. Finally, it should be emphasized that understanding how global climate change affects different ecosystems is an ethical imperative in the context of science education in our schools.

**Palavras chave:** Limnologia, zooplâncton, Modelo PEG, O'Higgins Park, fenologia.

## Resumo



Esta pesquisa começou em 2019, em duas lagoas de um parque urbano da cidade de Santiago, com o objetivo de quantificar a mudança na comunidade zooplanctônica ao longo do tempo. Diante do fechamento do parque durante a pandemia, em 2021 surgiu o seguinte questionamento: Como o fechamento das lagoas aos visitantes afeta a estrutura da comunidade zooplanctônica? Esses dois ecossistemas estão sujeitos a condições sazonais e ao impacto humano de um parque urbano. Com um grupo de alunos, coletamos amostras de água pré-pandêmica e pós-pandêmica e as comparamos. Para cada uma das espécies de plâncton, medimos a densidade populacional, calculamos os indicadores de diversidade, registramos a temperatura e medimos a transparência e, finalmente, comparamos a dinâmica sazonal com o Plankton Ecologists Model (PEG Model, de Ulrich Sommer). Em ambas as lagoas a abundância de plâncton aumentou pós-pandemia, no entanto, a diversidade aumentou parcialmente de acordo com o que foi previsto e, finalmente, o comportamento da comunidade está de acordo apenas em alguns aspectos com o modelo PEG. Quantificar e analisar a dinâmica do plâncton permite entender como um ecossistema responde a fatores ambientais, como as mudanças climáticas. As projeções são para usar essas lagoas como um modelo ecológico que permite entender outros sistemas limnéticos na zona central do Chile. Finalmente, indicam que entender como o processo de mudança climática global afeta diferentes ecossistemas é um imperativo ético no contexto do ensino de ciências em nossos espaços escolares.

**Keywords:** Limnology, zooplankton, PEG Model, O'Higgins Park, phenology.

## Introducción

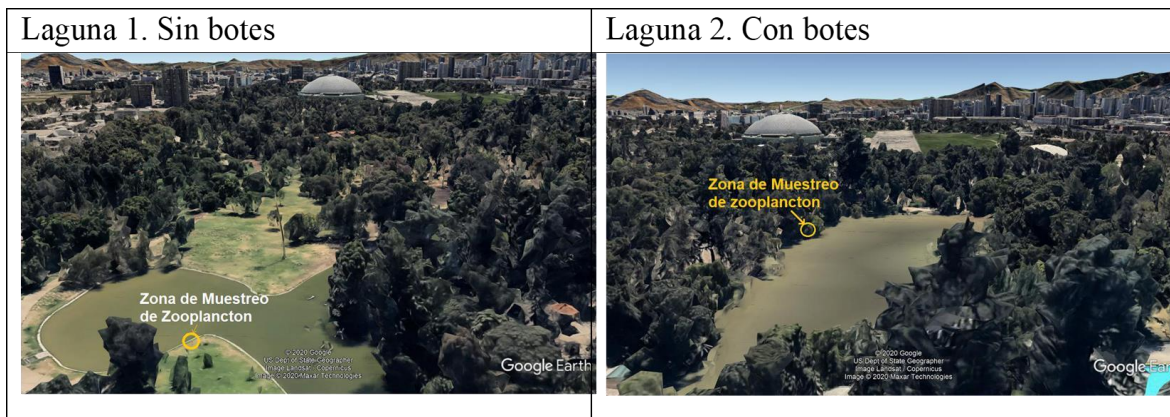
El Parque O'Higgins posee una extensión de 74 hectáreas, allí se encuentran dos lagunas, una de 11.072 m<sup>2</sup> y la segunda con 9.050 m<sup>2</sup> de superficie. Estos espacios los hemos convertido en laboratorio al aire libre para analizar la composición y dinámica de zooplancton lacustre. Nuestro propósito, es continuar con el seguimiento de la comunidad de zooplancton (copépodos, rotíferos y cladóceros), el registro de variables abióticas, como temperatura y transparencia, la comparación de la estructura de la comunidad antes y después del cierre de las lagunas por pandemia y finalmente enmarcar los procesos estacionales en el contexto del paradigma propuesto por Ulrich Sommer y colaboradores en



el modelo PEG (Grupo de Ecologistas del Plancton), que plantean la sucesión estacional como un proceso fenológico cíclico, con leves variaciones globales, tanto en los parámetros físicos, químicos y biológicos, prediciendo aumentos y disminuciones en las poblaciones de plancton en función de competencia por recursos (Bottom Up), como por depredación (Top Down), en constante tensión de restricciones de los crecimientos poblacionales interespecíficos (Trade-off). Nosotros pensábamos que la estructura de la comunidad zooplanctónica se vería afectada tras el cierre y reapertura del parque al público, dado que durante este período, dada la baja presión antropogénica, aumentaría la diversidad y abundancia poblacional de especies de zooplancton, mientras que en pos pandemia, después de un prolongado tiempo de reapertura, en ambas lagunas se produciría una disminución de ambos factores, nuevamente afectando la estructura de la comunidad zooplanctónica. Para nuestra investigación nos planteamos la siguiente hipótesis: **La estructura de la comunidad zooplanctónica, de ambas lagunas del Parque O'Higgins, se verá afectada en su abundancia y diversidad, tras el cierre durante la pandemia y reapertura post pandemia, al público general.**

## Metodología

Realizamos muestreos de zooplancton, a través de arrastre con red limnológica, con apertura de malla de 100 micrómetros, en la superficie de la zona litoral de ambas lagunas del Parque O'Higgins, dos muestras antes y cinco posterior a la pandemia, concentramos y fijamos las muestras de plancton al 11% de formaldehído, las trasparamos a cámaras de Bogorov e hicimos recuento bajo lupa estereoscópica con aumento 40X y calculamos, usando planilla Excel, individuos por litro, para Cladóceros, Copépodos y Rotíferos, calculamos índices de diversidad de Shannon-Wiener para cada uno de los muestreos, para el análisis taxonómico usamos el manual de Araya y Zúñiga (Araya, 1990). Durante el período post pandemia registramos temperatura, con termómetro de varilla y transparencia del agua con Disco Secchi. Las imágenes muestran las zonas de muestreo litoral en las lagunas 1 y 2, sin y con botes respectivamente.



## Resultados

A partir de las muestras obtenidas desde junio de 2019 hasta septiembre de 2022, observamos que la laguna denominada “sin botes”, presentó un promedio de 6,0 especies de zooplancton en total, antes del cierre se observó un promedio de 5.0 especies y después del cierre 6,4, mientras que la laguna, denominada “con botes” registró un promedio de 3,0 especies en todo el período, con 2.0 especies antes de la pandemia y un promedio de 4,0 especies después de la pandemia. Para la laguna “sin botes” destaca la población de copépodos cyclopoides, el género cladócero *Bosmina* y los rotíferos *Brachionus*, *Asplanchna*, *Polyarthra*, *Keratella* y *Filinia*, y para la laguna “con botes”, sólo destacan cyclopoides, el cladócero *Alona* y el rotífero *Asplanchna* (Tabla 1 y 2). Con respecto al índice de diversidad de Shannon – Wiener (Gráfico 1), se observa mayor diversidad de la laguna “sin botes” con respecto a la laguna “con botes”, no obstante, ambas lagunas aumentan su diversidad post pandemia por Covid19. Finalmente, la abundancia total para la laguna “sin botes” antes del cierre fue de 0.019 individuos/litro y post pandemia de 0.230 individuos/litro, y para la laguna “con botes” la abundancia total antes de la pandemia fue de 0.002 individuos/litro y post pandemia de 0.056 individuos/litro.



Número de individuos por litro de cada especie de organismos planctónicos de la laguna sin botes, entre junio de 2019 y septiembre de 2022								
N°	Grupo (Especie)	21-06-2019	03-10-2019	01-09-2021	11-01-2022	13-05-2022	27-05-2022	23-09-2022
1	Cyclops	0,028	0,072	0,064	0,031	0,134	0,154	0,098
2	Nauplii	0,000	0,028	0,000	0,324	0,740	0,057	0,036
3	Alona puchella	0,000	0,000	0,080	0,000	0,000	0,000	0,000
4	Chydorus sphaericus	0,044	0,000	2,801	0,000	0,000	0,010	0,010
5	Bosmina longirostris	0,010	0,215	0,000	0,005	0,000	0,000	0,098
6	Simosa vetula	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000
7	Macrothrix	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,000	0,000
8	Moina Micrura	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
9	Ostrácodo	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000
10	Asplanchna brightwelli	0,039	0,039	0,000	0,000	1,506	0,550	0,200
11	Brachionus calyciflorus	0,044	0,022	0,058	0,031	0,077	0,000	0,498
12	Polyarthra dolichoptera	0,000	0,000	0,000	0,334	2,472	2,755	3,037
13	Keratella cochleris	0,000	0,000	0,000	0,000	0,709	0,000	0,288
14	Synchaeta oblonga	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
15	Filinia longiseta	0,013	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,046
16	Hydra	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,000	0,015
	Densidad promedio	0,012	0,025	0,201	0,050	0,378	0,235	0,288
	Número de especies	7	3	6	5	7	4	10

Tabla 1. Número de individuos de cada especie por litro para laguna “sin botes”. En la columna de especies, en amarillo intenso se indica copépodos, azul claro cladóceros y en verde rotíferos, en las columnas de las fechas de muestreo y en color amarillo claro, se indica la presencia de especies para cada fecha, el promedio del número de especies desde



21/06/2019 hasta 23/09/2022, es de 6.



Gráfico 1. Valores de individuos por litro de agua arrastrada, para cada especie de la comunidad zooplanctónica de la laguna “sin botes”, para cada una de las fechas de muestreo.

Número de individuos por litro de cada especie de organismos planctónicos de la laguna con botes, entre junio de 2019 y septiembre de 2022								
N°	Grupo (Especie)	21-06-2019	03-10-2019	01-09-2021	11-01-2022	13-05-2022	27-05-2022	23-09-2022
1	Cyclops	0,000	0,006	0,058	0,041	0,000	0,026	0,067
2	Nauplii	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,005
3	Alona puchella	0,000	0,000	0,028	0,005	0,021	0,046	0,036
4	Chydorus sphaericus	0,000	0,011	0,522	0,000	0,000	0,000	0,000
5	Bosmina longirostris	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010
6	Ostrácodo	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000
7	Asplanchna brightwelli	0,003	0,000	0,000	0,000	0,082	0,010	0,853
8	Brachionus calyciflorus	0,013	0,000	0,008	0,000	0,000	0,000	0,313
9	Keratella cochleris	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,360
10	Hydra	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,000
	Promedio abundancia	0,002	0,002	0,069	0,006	0,014	0,009	0,183
	Número de especies	2	2	6	2	3	3	6

Tabla 2. Número de individuos de cada especie por litro de laguna “con botes”. En la columna de especies, en amarillo intenso se indica copépodos, azul claro cladóceros y en



Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.

verde rotíferos, en las columnas de las fechas de muestreo y en color amarillo claro, se indica la presencia de especies para cada fecha. el promedio del número de especies desde 21/06/2019 hasta 23/09/2022, es de 5.



Gráfico 2. Valores de individuos por litro de agua arrastrada, para cada especie de la comunidad zooplanctónica de la laguna “con botes”, para cada una de las fechas de muestreo.

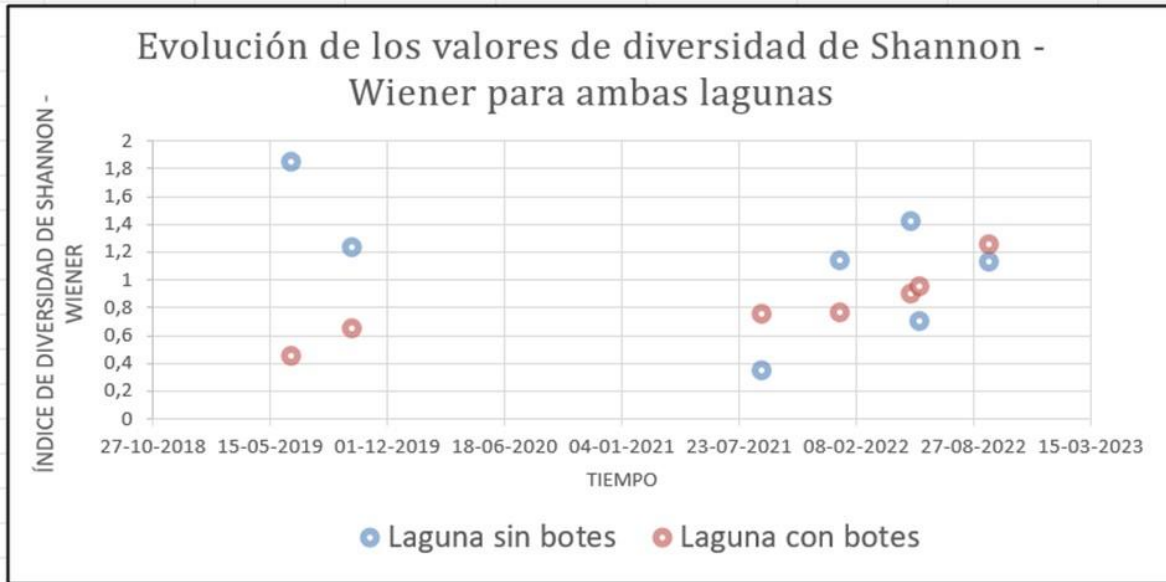
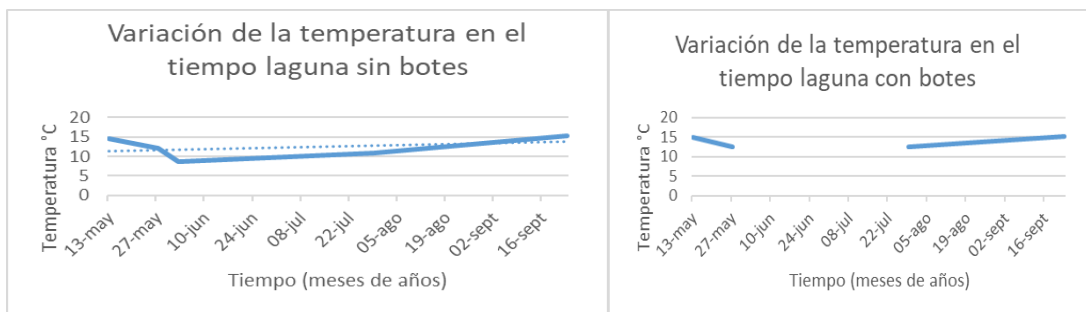
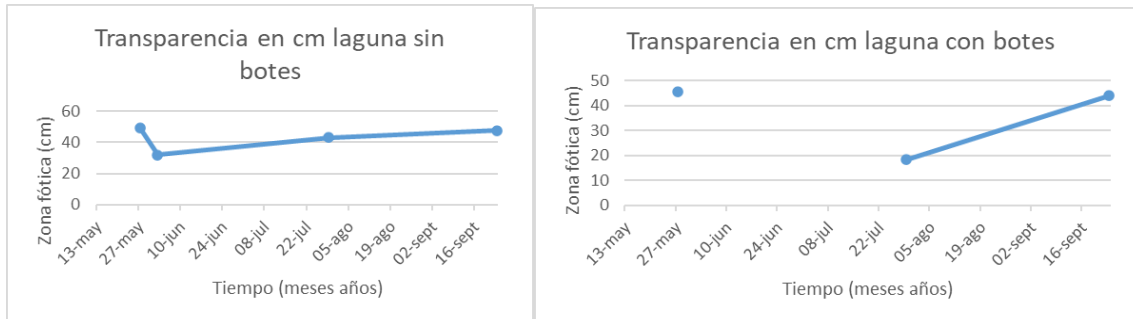


Gráfico 3. Evolución de los valores de diversidad de especies para cada una de las fechas de muestreo, desde junio de 2019 hasta septiembre de 2022. Es importante indicar que durante el año 2020 no hubo toma de muestras por el cierre temporal del Parque O’Higgins producto de la cuarentena post pandemia de Covid19.



Gráficos 4 y 5. Representan las variaciones de temperatura, en grados centígrados en el tiempo para laguna “sin y con botes” respectivamente. Observe que las variaciones de la temperatura de la superficie del agua son coherentes con el patrón estacional anual.



Gráficos 6 y 7. Representan los valores de transparencia del agua, medido en centímetros de profundidad, desde la superficie, hasta el final de la zona fótica, para la laguna “sin y con botes”

## Discusión

De acuerdo con el modelo PEG (Grupo de Ecologistas del Plancton) dirigido por Ulrich Sommer, los ecosistemas lacustres tienen un comportamiento característico, basado en fases de fuerte producción primaria en los inicios de la primavera, seguido por un aumento del zooplancton que pastorea intensamente el fitoplancton, para luego producirse una fase de aguas claras. De acuerdo con lo observado en ambas lagunas de Santiago centro, se requiere más información a partir de densidades de fitoplancton o en su defecto concentraciones de clorofila a y b. Si bien los datos de transparencia arrojados por las mediciones de disco Secchi son útiles, no son suficientes para determinar si la transparencia del agua es producto de la abundancia de fitoplancton o del material particulado en suspensión. En aspectos más particulares hemos observado que ninguna de las especies de plancton (Copépodos, cladóceros y rotíferos) tienen un comportamiento estacional marcado, nuevamente necesitamos más datos para poder observar un patrón de comportamiento, sin embargo, este aspecto podría ser explicado por el alto impacto antropogénico en ambas lagunas, sobre todo en la laguna con botes, donde se registra un promedio menor en el número de especies en comparación a la laguna sin botes, finalmente las mediciones abióticas como, transparencia y temperatura también requieren un registro de más largo plazo, en cuanto a la temperatura, el comportamiento es predecible de acuerdo a las condiciones macro climáticas, pero como no tenemos las temperaturas de la columna de agua no podemos deducir si la termoclina se ha adelantado producto del aumento de la temperatura estacional generada por el calentamiento global, sin embargo se registra un leve aumento de la temperatura del agua



superficial en los últimos muestreos, para ambas lagunas. Con respecto a la abundancia y diversidad, se observa una mayor riqueza de especies de zooplancton post pandemia, en el período inmediatamente después de la apertura de ambas lagunas, aumentó de cinco a seis especies en la laguna “sin botes” y de dos a cuatro especies en la laguna “con botes”. Por otro lado, la densidad poblacional también aumentó en ambas lagunas, de 0.019 a 0.230 individuos/litro en la laguna “sin botes” y de 0.002 a 0.056 individuos por litro en la laguna “con botes”. Finalmente, la diversidad de ambas lagunas aumentó, aunque para los criterios de diversidad, el rango de valores de Shannon – Wiener para ambas lagunas es bajo, sin embargo, aumentó más para la laguna “con botes” que para la laguna “sin botes”

## **Conclusiones**

Para la laguna “sin botes” se cumple parcialmente la hipótesis predicha, ya que disminuye la diversidad pos-pandemia, sin embargo, se observa un aumento después de los primeros muestreos post pandemia, aumentando la cantidad total de individuos por litro, además de la riqueza de especies. Por otro lado, la hipótesis tiene consistencia con los datos obtenidos en la laguna “con botes”, ya que se observa un aumento en la riqueza y diversidad de especies y en el número de individuos totales por litro en la pos-pandemia.

Según lo observado, el comportamiento de la densidad poblacional de zooplancton se muestra débilmente ajustado al modelo PEG, que explica la dinámica estacional del Plancton, la composición de la comunidad zooplanctónica se ajusta a lo descrito para sistemas eutróficos por la escasa transparencia del agua. Finalmente, los estudiantes valoraron la experiencia, considerando las lagunas del Parque O’Higgins como un lugar especial de la comuna de Santiago y fortaleciendo su conciencia ambiental y la percepción del mundo natural y social.

Una interesante proyección de nuestro trabajo es mantener el estudio en el tiempo, compararlo con otros cuerpos de agua y usar el ecosistema de las lagunas del parque O’Higgins como un modelo ecológico para comprender otros ecosistemas, sobre todo humedales, como es el caso del Humedal de Batuco, en las cercanías de Santiago.

## **Proyecciones pedagógicas**



El proyecto descrito se ha llevado a cabo desde 2019 hasta la fecha, han estado involucrada tres generaciones de estudiantes del Taller de Ciencia e Indagación Científica, ha permitido trabajar en terreno y realizar investigaciones científicas que promueve la integración de las disciplinas como biología, química, física, lenguaje, entre otras. Lo que permite a las y los estudiantes mayor profundidad del aprendizaje, el estimular los niveles más complejos de pensamiento e integrar el conocimiento indagatorio, porque al buscar explicaciones y generar modelos predictivos requieren investigar mucho más de lo que se logra en una clase con metodología tradicional, dándoles la libertad que sen ellas y ellos quienes propongan las preguntas basados en la evidencia e intenten encontrar sus respuestas, hemos descubierto que la sala de clases es un espacio que limita la construcción del conocimiento con las y los otros en un espacio natural y social, sin embargo el parque urbano, como espacio pedagógico, permite la transformación de paradigmas conceptuales, permite reconstruir los argumentos y relatos en base a las evidencias que otorga la toma de muestras, la observación y la experimentación en terreno, finalmente conecta al estudiante con su realidad local y territorial, reconectando al ser humano con su espacio social y fortaleciendo su identidad en torno a la escuela.

## Referencias

- Andoni, G. (2010). Indagación: las habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. Educ. quím., 21(2), 106-110, 2010. © Universidad Nacional Autónoma de México, ISSN 0187-893-X. [https://andoni.garritz.com/documentos/2013/04\\_editVol21-2Indagacion2010.pdf](https://andoni.garritz.com/documentos/2013/04_editVol21-2Indagacion2010.pdf)
- Araya, J. M. & Zúñiga, L. (1985). Manual Taxonómico del Zooplancton Lacustre de Chile. Universidad Católica de Valparaíso, Chile.
- Ferrara, O., Vagaggini, D., Margaritora, F., (2005). Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università "La Sapienza", Viale dell'Università 32, 00185 Roma, Italia.
- Mooij, W. M., et al. (2007). Predicting the effect of climate change on temperate shallow lakes with the ecosystem model PCLake. Hydrobiologia, 584, 443-454.  
[https://www.academia.edu/21494166/Predicting\\_the\\_effect\\_of\\_climate\\_change\\_on\\_temperate\\_shallow\\_lakes\\_with\\_the\\_ecosystem\\_model\\_PCLake](https://www.academia.edu/21494166/Predicting_the_effect_of_climate_change_on_temperate_shallow_lakes_with_the_ecosystem_model_PCLake)



**Revista Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza. Año 2023; Número Extraordinario. ISSN 2619-3531.**

---

Papa, R., & Briones, J., (2014). Climate and Human-induced Changes to Lake Ecosystems: What We Can Learn From Monitoring Zooplankton Ecology

Sommer, U., et al. (2014). Beyond the Plankton Ecology Group (PEG) Model: Mechanisms Driving Plankton Succession.

[https://www.academia.edu/search?q=Sommer,%20U.,%20et%20al.%20\(2014\).%20Beyond%20the%20Plankton%20Ecology%20Group%20\(PEG\)%20Model:%20Mechanisms%20Driving%20Plankton%20Succession.](https://www.academia.edu/search?q=Sommer,%20U.,%20et%20al.%20(2014).%20Beyond%20the%20Plankton%20Ecology%20Group%20(PEG)%20Model:%20Mechanisms%20Driving%20Plankton%20Succession.)