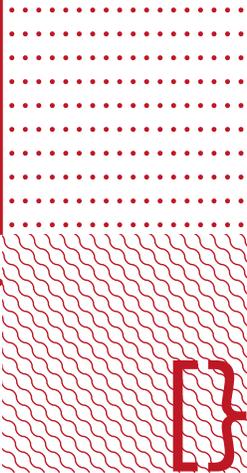




EVALUACIÓN DEL EMPLEO DEL CICLO DE INDAGACIÓN EN ESCUELAS RURALES DE BOLIVIA



Assessment of the use of the inquiry cycle in rural schools of Bolivia

...

Avaliação do uso do ciclo de inquérito em escolas rurais da Bolívia

Por:

Alejandra Irene Roldán¹

Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA), Bolivia.
aleiroidan@yahoo.com
ID: 0000-0001-9878-6328

É. Shirley Palomeque-De la Cruz⁴

Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA), Bolivia.
shirleypalomequedlc@gmail.com

Geovanna Mendieta-Aguilar²

Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia †

Loly Vargas Callisaya⁵

Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA), Bolivia.
lolyvargasc@gmail.com

Fortunato Velásquez³

Asesorías en desarrollo rural y agricultura ecológica (ECOTOP), Bolivia.
fortunatovelasquez@gmail.com

Luis F. Pacheco⁶

Colección Boliviana de Fauna, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés.
luispacheco11@yahoo.com
ID: 0000-0001-8844-9942

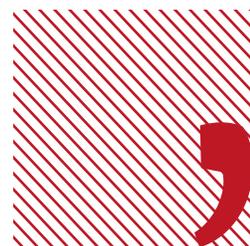
Recepción: 29/04/2019 • Aprobación: 31/10/2019

Agradecimientos: A estudiantes, maestros y directores que participaron del programa educativo. A P. Feinsinger por enseñarnos el CI. A M. Vidaurre, N. Rios, G. Villegas, N. Thompson, M.C. López, F. Villarte y U. Chávez por su aporte al programa. A P. Feinsinger, S. Padua, I. Ventosa y C. Smith-Ramírez, por sus observaciones a versiones iniciales del artículo.

Resumen: Entre los años 2000 a 2005, maestros de 39 escuelas del municipio de Coroico (Bolivia) aplicaron con sus estudiantes un método de investigación llamado Ciclo de Indagación (CI). Con el objetivo de conocer el efecto, en estudiantes y maestros, de la aplicación del CI en las habilidades para diseñar una investigación, en los cambios en el conocimiento sobre el entorno natural y en la capacidad de pensar críticamente sobre el propio entorno, se aplicó en el año 2005 una evaluación cuantitativa a mediano plazo. Adicionalmente, para evaluar si las experiencias con el CI se almacenaron en la memoria a largo plazo, se realizó en el año 2017 una encuesta a un grupo de 47 jóvenes que aplicaron el CI cuando eran niños. Los resultados indican que la aplicación frecuente del CI mejora el conocimiento y comprensión del entorno natural y la capacidad de reflexionar acerca del ambiente. Esto se mantiene en el largo plazo, al menos en una parte de los involucrados. Concluimos que el CI es una herramienta muy valiosa para la enseñanza de la ciencia vinculada principalmente con la conservación ambiental.

Palabras clave: Conservación ambiental; Enseñanza de las ciencias; Proceso de aprendizaje; Conocimiento; Cambio de actitud.

Abstract: Between the years 2000 and 2005, teachers from 39 schools of the municipality of Coroico (Bolivia) applied a research method called the Inquiry Cycle (IC) in their classrooms. In order to know the effect, in students and teachers, of the application of IC in the skills to design an investigation in the changes in knowledge about the natural environment and in the ability to think critically about the environment itself, a quantitative short-term evaluation was applied in the year 2005. Additionally, to assess whether experiences with IC were stored in the long-term memory, a survey was applied in the year 2017 to a group of 47 youngsters who had applied IC as children. The results indicate that the frequent application of IC improves knowledge and understanding of the natural environment and the ability to reflect on the environment. This is kept in the long term, at least in part of those involved. We conclude that IC is a very valuable tool for the teaching of science linked mainly to environmental conservation.



Keywords: Environmental Conservation; Teaching of Science; Learning Process; Knowledge; Attitude Change.

Resumo: Entre 2000 e 2005, professores de 39 escolas do município de Coroico (Bolívia) aplicaram com seus alunos um método de pesquisa chamado Ciclo de Inquérito (CI). Com o objetivo de conhecer o efeito em alunos e professores da aplicação do CI nas habilidades para desenhar uma investigação, nas mudanças no conhecimento sobre o entorno natural e na capacidade de pensar criticamente sobre o próprio entorno, foi aplicado em 2005 um questionário quantitativo a médio prazo. Adicionalmente, para avaliar se as experiências com CI foram armazenadas na memória de longo prazo, foi feito um questionário a um grupo de 47 jovens com os quais se aplicou CI quando crianças. Os resultados indicam que a aplicação frequente de CI melhora o conhecimento e a compreensão do ambiente do entorno natural, bem como a capacidade de refletir sobre esse ambiente. Isso é mantido a longo prazo, ao menos em parte dos envolvidos. Concluimos que o CI é uma ferramenta muito valiosa para o ensino da ciência ligada principalmente à conservação ambiental.

Palavras-chave: Conservação ambiental; Ensino de ciências; Processo de aprendizagem; Conhecimento; Mudança de atitude.

Financiadores: National Audubon Society, MacArthur Foundation y Critical Ecosystem. Partnership Fund.



Este trabajo está bajo la licencia Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

¿Cómo citar este artículo? / How to quote this article?

Roldán, A. I., Mendieta-Aguilar, G., Velásquez, F., Palomeque-De la Cruz, E. S., Vargas Callisaya, L., y Pacheco, L. E. (2019). Evaluación del empleo del ciclo de indagación en escuelas rurales de Bolivia. *Praxis, Educación y Pedagogía*, (3), 44-71. doi: [10.25100/praxis_educacion.v0i3.7888](https://doi.org/10.25100/praxis_educacion.v0i3.7888)

Introducción

Por indagación, aprendizaje por indagación o *Inquiry-based learning*, se conocen diferentes tipos de intervenciones didácticas (Pedaste *et al.*, 2015), cuyo foco principal ha sido mejorar el aprendizaje, en especial de conceptos científicos. Algunos autores indican la indagación como el mejor método para enseñar ciencias, promover habilidades de investigación e interiorizar nuevo conocimiento (Minner, Levy y Century, 2010; Bevins y Price, 2016). La frecuencia de

aplicación de la indagación, así como el acompañamiento que puede brindar el docente, parecen mejorar los resultados en el aprendizaje (Furtak, Seidel, Iverson, y Briggs, 2012; Lazonder y Harmsen, 2016). Sin embargo, existe mucha variación en la interpretación de lo que significa aprender por indagación (Pedaste *et al.*, 2015; Romero-Ariza, 2017), por lo que resulta de gran importancia conocer sus efectos en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

En el entendido que cualquier medida de conservación del entorno natural es inadecuada sin educación y el involucramiento de las personas locales, entre los años 2000 a 2005 se desarrolló un programa de educación para la conservación de la naturaleza, que involucró 39 escuelas rurales de nivel primario y secundario del municipio de Coroico (Bolivia). La meta del programa fue incrementar, tanto en estudiantes como en maestros, el conocimiento y comprensión sobre la ecología y la historia natural del ambiente local, y desarrollar en ellos la capacidad de pensar críticamente con respecto a la naturaleza y los efectos de las acciones humanas sobre ella. Para lograrlo, se capacitó a los maestros de las 39 escuelas mencionadas en una metodología de investigación llamada Ciclo de Indagación (CI) (Arango, Chaves y Feinsinger, 2009).

Posteriormente, el CI fue aplicado con los estudiantes dentro de la educación formal, por los maestros que eligieron hacerlo, con el acompañamiento de biólogos y agrónomos del programa.

El CI ha sido empleado desde 1994 en América Latina por escolares, maestros, guarda parques, campesinos, indígenas, profesionales científicos y visitantes a museos y áreas verdes (Feinsinger, 2014; Roldán, Ulloa, Vargas, Chura y Pacheco, 2017). En las escuelas, el CI se enfoca hacia la enseñanza de las ciencias naturales, pero integra también a las demás áreas de conocimiento (Arango, Chaves y Feinsinger, 2009). De forma similar a otras estrategias indagatorias, el CI promueve procesos activos de generación de conocimiento, pero se caracteriza porque el conocimiento surge de responder preguntas en los alrededores de la escuela, guiando al estudiante a conocer más sobre los elementos de su entorno, y a comprender cómo estos interactúan (Feinsinger *et al.*, 2010). Además, la generación del conocimiento se acompaña de una amplia reflexión sobre los pasos realizados durante la investigación y acerca de los descubrimientos, y cómo estos se enlazan en diferentes escalas espaciales y temporales en un contexto local. Con la aplicación del CI, también se busca mayor autonomía en la generación del conocimiento que guíe la toma de decisiones, previa evaluación crítica de las alternativas (Arango, Chaves y Feinsinger, 2009).

La eficacia del CI fue evaluada por Cedrés (2017), quien mediante entrevistas a docentes latinoamericanos que trabajaron con el CI, vinculó positivamente su práctica con la participación ciudadana. Choque-Quisbert (2005) y Coca-Chávez (2005) evaluaron los resultados de la aplicación del CI en periodos cortos, en dos escuelas de Bolivia. Estas autoras recalcan la importancia de una aplicación continua y adecuada del CI para alcanzar resultados consistentes.

A fin de ofrecer a la comunidad educativa, evidencias más fuertes que contribuyan a evaluar objetivamente la promoción del CI como una práctica educativa para el desarrollo de una cultura de conservación de la naturaleza, en este artículo nos hemos planteado dos objetivos:

El primero busca conocer el efecto de la aplicación del CI a mediano plazo sobre las habilidades para diseñar una investigación y en los cambios en conocimiento y capacidad de pensar críticamente⁷ sobre el propio entorno, comparando grupos de maestros y de estudiantes que aplicaron mucho, poco y nada el CI. Para alcanzar este objetivo nos planteamos cuatro preguntas, cuyo ámbito espacial (municipio de Coroico) y temporal (entre 2000 y 2005) fueron comunes. Las preguntas fueron:

- a) ¿Cómo varía el conocimiento de los tres pasos del CI (Pregunta, Acción, Reflexión) de estudiantes y maestros entre los que estuvieron nada, poco y muy expuestos al CI?
- b) ¿Cómo varía la capacidad de diseñar un ciclo de indagación de estudiantes y maestros entre los que estuvieron nada, poco y muy expuestos al CI?
- c) ¿Cómo varía el conocimiento y la comprensión sobre la ecología y la historia natural del entorno de estudiantes y maestros entre los que estuvieron nada, poco y muy expuestos al CI?
- d) ¿Cómo varía la capacidad de pensar críticamente acerca del entorno de estudiantes y maestros entre los que estuvieron nada, poco y muy expuestos al CI?

Las preguntas mencionadas se enmarcan en el siguiente concepto de fondo (Feinsinger, 2013, p. 393): “por lo general, la aplicación frecuente del CI debería conducir a una mayor independencia por parte del estudiante y del maestro en cuanto a su uso y planteamiento; además incrementaría el conocimiento del entorno y la capacidad de pensar críticamente respecto al mismo”.

Un segundo objetivo de este artículo es conocer si las experiencias con el CI se almacenaron en la memoria a largo plazo de los estudiantes, desde donde esas personas ya adultas puedan tomar elementos para la resolución de situaciones

en la vida actual. Los resultados de este estudio servirán para orientar a la comunidad educativa, respecto a los beneficios de la implementación de innovaciones educativas como lo es el CI.

El Ciclo de Indagación

El CI consta de tres pasos (Arango, Chaves y Feinsinger, 2009), (Figura 1):

- **Pregunta.** Surge al combinar la observación de los elementos del entorno, la curiosidad y los conocimientos y experiencias previas. Es importante que la pregunta pueda ser respondida en tiempos y espacios accesibles a los estudiantes; que sea comparativa, atractiva, sencilla y no requiera el empleo de aparatos inaccesibles para responderla; al menos en el ámbito escolar.
- **Acción.** Corresponde al diseño del estudio, la colecta y análisis de datos, a fin de responder la pregunta. Por lo general, la toma de datos es una experiencia de primera mano.
- **Reflexión.** Incluye una revisión tanto de la pregunta como de la acción. También se discuten interpretaciones a los hallazgos obtenidos y sus posibles implicancias en otros ámbitos espaciales y temporales relacionados. En este momento pueden surgir aplicaciones de lo aprendido a situaciones de la vida real. Finalmente, se generan nuevas preguntas que inician un nuevo CI.

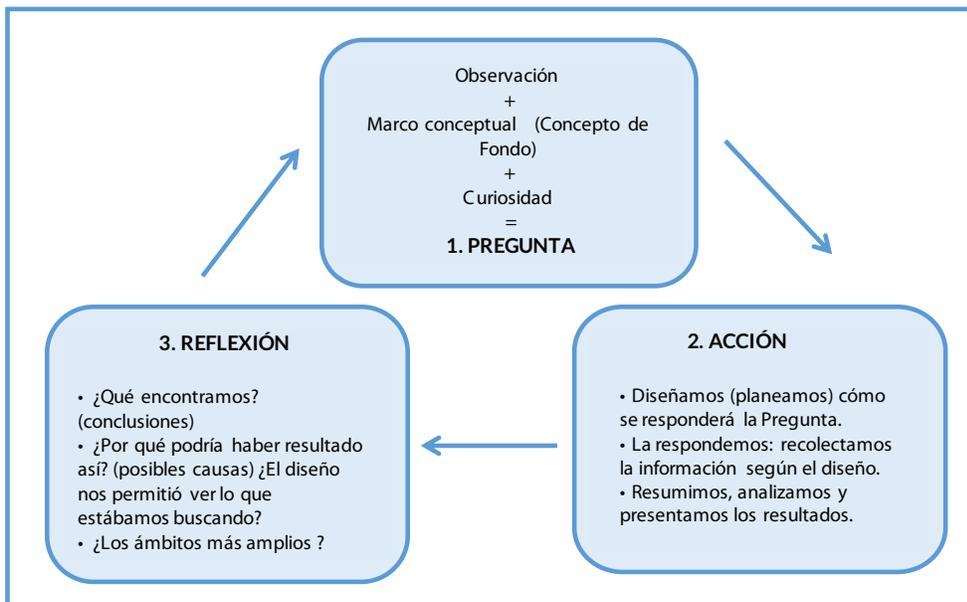
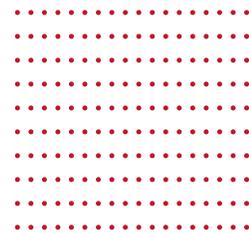


Figura 1. Esquema del Ciclo de Indagación

Fuente: Arango *et al.*, 2009.

entro de nuestro programa, el CI se practicaba en el patio y alrededores de la escuela, incluyendo huertas orgánicas. Los temas de las indagaciones estaban relacionados con problemas ambientales de la zona: contaminación del suelo y del agua, pérdida de biodiversidad, uso inadecuado y excesivo de agroquímicos, pérdida de suelo, pérdida de costumbres ancestrales en la producción agrícola, desvalorización del bosque. Algunos ejemplos de preguntas de indagación son: ¿Qué diferencias existen en la diversidad de insectos acuáticos en lugares del río ubicados antes y después del Hotel? ¿Cómo varía la presencia de plagas en monocultivos vs. policultivos? Los estudiantes trabajaban en grupos y con la guía del maestro (indagación guiada). Al finalizar la reflexión, cada grupo exponía su indagación al resto del curso y recibían las críticas al trabajo. Una vez al año, por tres años consecutivos, se realizaron “Congresos Científicos”, donde estudiantes de diferentes escuelas se reunían para defender sus indagaciones ante estudiantes, maestros, padres de familia y profesionales científicos invitados.

Metodología

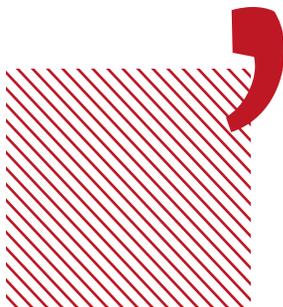
Evaluación cuantitativa a mediano plazo (ECM)

Entre mayo y junio de 2005, luego de cinco años de iniciado el programa, se aplicaron cuatro instrumentos de evaluación con distintos niveles de dificultad, dirigidos a:

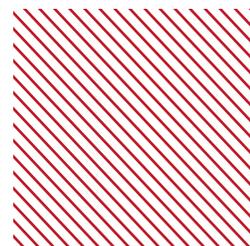
- Estudiantes de 3º a 4º grado de primaria (8 y 9 años de edad). En adelante 3º y 4º P.
- Estudiantes de 5º a 8º grado de primaria (10 a 13 años de edad). En adelante 5º a 8º P.
- Estudiantes de 1º a 4º grado de secundaria (14 a 18 años de edad). En adelante 1º a 4º S.
- Maestros de nivel primario o secundario. En adelante M.

Todos los instrumentos de evaluación presentaban cinco partes:

- Parte 1: Información sobre el evaluado: nombre, grado, edad, escuela y comunidad. Para los estudiantes se preguntaba además el nombre de su maestro en el año de la evaluación y en los cuatro años anteriores, esto permitió dividirlos en los grupos 0, 1 y 2.
- Parte 2: Pregunta sobre el conocimiento de los tres pasos del Ciclo de Indagación.
- Parte 3: Pregunta que evaluaba la capacidad de diseñar un Ciclo de Indagación.



- Parte 4: Preguntas de selección múltiple sobre conocimiento y comprensión del entorno natural. El número de preguntas fue: dos con varios incisos cada una (3º y 4º P); 32 (5º a 8º P); 42 (1º a 4º S) y 41 (M).
- Parte 5: Preguntas que incluían situaciones ambientales locales en forma de dibujos y/o textos, ante las cuales se pedía una postura fundamentada y con base a la cual se evaluó la capacidad crítica. El número de preguntas fue: una (3º y 4º P); tres (5º a 8º P); tres (1º a 4º S) y dos (M).



Cada una de las preguntas tuvo un rango de puntajes distinto, pero para el análisis se estandarizó a un puntaje mínimo de 0 y un máximo de 3, mediante una transformación simple para facilitar la lectura de los resultados.

Los estudiantes evaluados fueron elegidos aleatoriamente, seis de cada grado de cada una de las 39 escuelas. Debido a que el grupo de seis estudiantes no era un grupo homogéneo, pues cada estudiante tenía su propia historia en relación a su experiencia con el CI, fueron tratados como unidades de respuesta independientes. Los maestros evaluados fueron los que decidieron realizar la prueba.

Con base a la información obtenida en la parte 1 de la evaluación y al conocimiento de los autores, se pudo dividir a los estudiantes y maestros en tres grupos:

- Grupo 0: nunca realizaron indagaciones (nada expuesto al CI).
- Grupo 1: realizaron 1 a 4 indagaciones al año (poco expuesto al CI).
- Grupo 2: realizaron 5 o más indagaciones al año (muy expuesto al CI).

Los instrumentos de evaluación fueron validados en grupos piloto de estudiantes y maestros. Los mismos no son incluidos por razones de espacio, pero pueden ser solicitados al primer autor.

Registro de la memoria a largo plazo (RML)

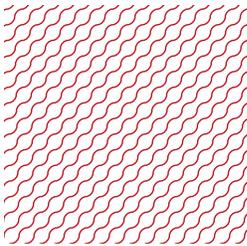
Para alcanzar el segundo objetivo, en mayo de 2017 -12 años después de finalizado el proyecto- se visitaron 11 comunidades del municipio de Coroico, a fin de aplicar encuestas a jóvenes que, cuando niños, estuvieron muy expuestos al CI. Se realizaron preguntas abiertas de forma personal, aunque algunas se realizaron vía telefónica. Las preguntas fueron las siguientes:

- a) ¿Qué recuerdos lindos tienes de la escuela primaria?
- b) ¿En la escuela estudiaban dentro o fuera del aula? ¿Qué hacían fuera del aula?
- c) ¿Qué cosas aprendiste en la escuela que te sirvieron para tu vida?
- d) ¿Aprendiste algo saliendo fuera del aula? Si la respuesta es SI, ¿qué aprendiste?
- e) ¿Qué es el ciclo de indagación?

Antes de aplicar la encuesta se preguntó a cada joven su nombre, edad, nombre de la escuela a la que asistió y nombre de sus maestros; esto para verificar (con nuestras listas) que estuvieron muy expuestos al CI. Las encuestas fueron aplicadas por dos personas, solo una de ellas fue parte del programa educativo, pero ningún encuestado la reconoció. Se encuestaron 47 jóvenes en total.

Análisis estadístico

Para el caso de la **ECM**, consideramos la frecuencia de aplicación del CI como variable independiente y realizamos análisis por separado para comparar el conocimiento de los tres pasos del CI, la capacidad para diseñar una indagación, el conocimiento y comprensión sobre la ecología e historia natural del entorno, y la capacidad de pensar críticamente acerca del mismo como variables dependientes. Los análisis se hicieron por grado, sin considerar diferencias entre escuelas, ya que todas eran rurales. Utilizamos pruebas de Kruskal Wallis o Mann-Whitney, según se requería. Para explorar la asociación entre conocimiento y capacidad reflexiva aplicamos pruebas de correlación. Todos los análisis estadísticos se realizaron con Statistica 8.0. Si bien el análisis de Kruskal Wallis es no paramétrico, en las tablas y figuras de los resultados se presentan las medias para dar una mejor visualización de los resultados.



En relación al **RML**, las respuestas a cada pregunta fueron categorizadas y se calculó en cada caso el porcentaje de encuestados que dieron respuestas dentro de cada categoría.

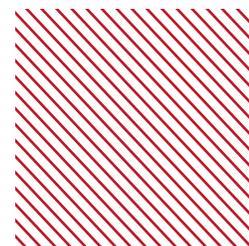
Resultados

Evaluación cuantitativa a mediano plazo (ECM)

Se evaluó a un total de 972 estudiantes y 132 maestros, pertenecientes a 39 escuelas. Todos los evaluados fueron ubicados en los tres grupos de exposición al CI (0, 1 y 2), salvo los de 3º y 4º de secundaria, que solo pudieron ser colocados en los grupos 0 y 1.

Conocimiento de los tres pasos del CI

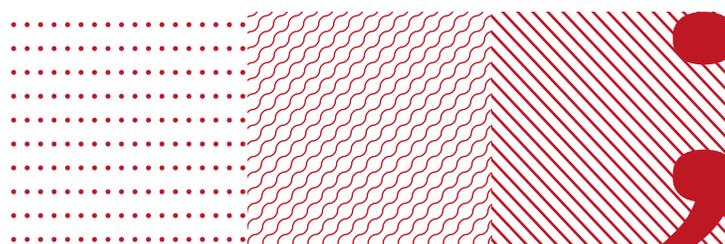
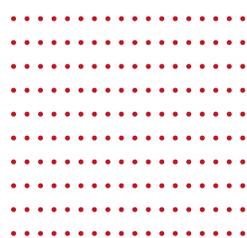
Para esta variable, se encontraron diferencias significativas entre los grupos 0, 1 y 2 para todos los casos, excepto en 3° grado de secundaria (Tabla 1). En maestros y estudiantes se observa que el conocimiento de los pasos del CI mejora en relación a la exposición al CI (Figuras 2 y 3).



Casos	HoU	GL	N ₀	N ₁	N ₂	P	X ₀	X ₁	X ₂	M ₀	M ₁	M ₂	Dif ₀₋₁	Dif ₀₋₂	Dif ₁₋₂
3°P	12,09	2	39	125	11	0,0024	0,00	0,48	0,91	0,00	0,00	0,00	NS	NS	NS
4°P	25,53	2	23	114	27	0,0000	0,00	0,39	1,44	0,00	0,00	2,00	NS	S	S
5°P	40,78	2	9	85	42	0,0000	0,00	0,41	1,69	0,00	0,00	2,00	NS	S	S
6°P	14,85	2	10	97	6	0,0006	0,00	0,68	2,50	0,00	0,00	3,00	NS	S	S
7°P	16,72	2	8	60	16	0,0002	0,37	0,58	2,00	0,00	0,00	3,00	NS	S	S
8°P	30,02	2	19	59	10	0,0000	0,00	0,88	2,80	0,00	0,00	3,00	NS	S	S
1°S	26,80	2	26	46	8	0,0000	0,08	0,57	2,13	0,00	0,00	2,50	NS	S	S
2°S	27,72	2	37	19	5	0,0000	0,11	0,95	2,80	0,00	0,00	3,00	S	S	NS
3°S	180,50		29	15		0,3596	0,10	0,33		0,00	0,00				
4°S	27,50		17	10		0,0039	0,06	1,90		0,00	3,00				
M	53,26	2	32	59	41	0,0000	0,88	2,46	2,93	0,00	3,00	3,00	S	S	NS

Tabla 1. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis (H) para la variable “conocimiento de los tres pasos del ciclo de indagación”, en estudiantes de primaria (P), secundaria (S) y maestros (M). Se aplicó prueba de Comparaciones Múltiples cuando se encontró diferencias significativas, indicándose con S (significativo) o NS (no significativo). Para 3° y 4° de secundaria se aplicó la prueba de Mann-Whitney (U). X: media. M: mediana. Subíndices: 0 = nada expuesto; 1= poco expuesto; 2 = muy expuesto al CI.

Fuente: Elaboración propia.



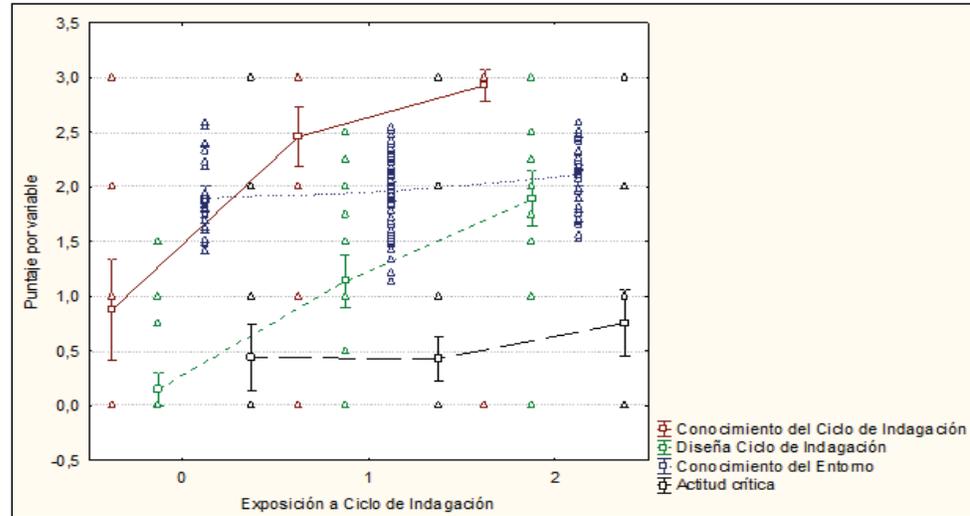


Figura 2. Dispersión del puntaje promedio para cada una de las cuatro variables dependientes en función a la exposición al CI, para maestros. El punto vacío representa la media aritmética y la línea vertical la desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia.

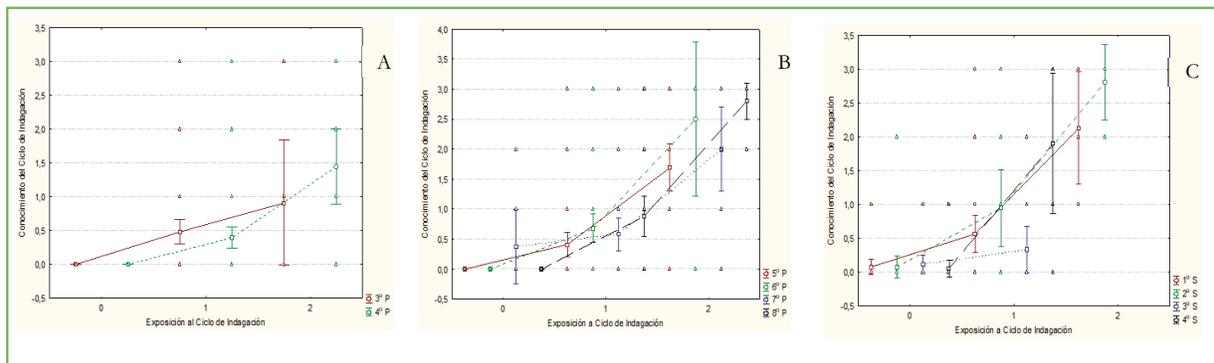


Figura 3. Dispersión del puntaje promedio del “Conocimiento de los tres pasos del CI” para los grupos 0, 1 y 2 de estudiantes de: A) 3° y 4° P; B) 5° a 8° P; C) 1° a 4° S. El punto vacío representa la media aritmética y la línea vertical la desviación estándar.

Capacidad para diseñar un CI

Para esta variable, se encontraron diferencias significativas en relación a la exposición al CI (Grupos 0, 1 y 2) en maestros y en estudiantes, excepto 3°P y 1°S (Tabla 2). En la mayoría de los casos se observa una tendencia de mejora en la capacidad de diseñar un CI a mayor exposición al mismo (Figuras 2 y 4).

Casos	H o U	GL	N ₀	N ₁	N ₂	P	X ₀	X ₁	X ₂	M ₀	M ₁	M ₂	Dif ₀₋₁	Dif ₀₋₂	Dif ₁₋₂
3°P	1,61	2	39	125	11	0,4459	0,41	0,58	0,65	0,00	0,00	0,00			
4°P	6,91	2	23	114	27	0,0316	0,65	0,58	1,18	0,00	0,00	1,25	NS	NS	S
5°P	11,07	2	9	85	42	0,0039	0,29	0,82	1,32	0,00	0,00	1,50	NS	S	S
6°P	10,09	2	10	97	6	0,0064	0,11	0,75	1,44	0,00	0,37	1,31	NS	S	NS
7°P	6,09	2	8	60	16	0,0474	0,33	0,45	1,27	0,00	0,00	0,56	NS	NS	NS
8°P	23,16	2	19	59	10	0,0000	0,51	0,64	2,40	0,00	0,00	2,63	NS	S	S
1°S	5,10	2	26	46	8	0,0780	0,55	0,80	1,59	0,00	0,00	1,31			
2°S	17,82	2	37	19	5	0,0001	0,35	1,03	2,25	0,00	1,13	2,63	S	S	NS
3°S	102,00		29	15		0,0042	0,67	1,65		0,00	1,50				
4°S	44,5		17	10		0,0420	0,71	1,50		0,00	3,00				
M	52,29	2	32	59	41	0,0000	0,15	1,14	1,90	0,00	1,50	2,00	S	S	S

Tabla 2. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis (H) para la variable “capacidad de diseñar un ciclo de indagación” en estudiantes de primaria (P), secundaria (S) y maestros (M) evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

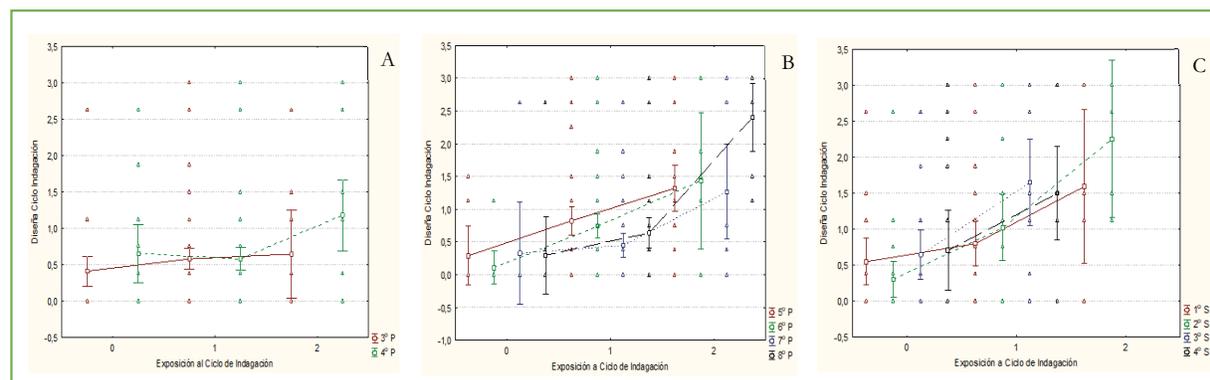


Figura 4. Dispersión del puntaje promedio de la “Capacidad para diseñar un CI” para los grupos 0, 1 y 2 de estudiantes de: A) 3° y 4° P; B) 5° a 8° P; C) 1° a 4° S. El punto vacío representa la media aritmética y la línea vertical la desviación estándar.

Conocimiento y comprensión sobre la ecología y la historia natural del entorno

Para esta variable, no se hallaron diferencias significativas con respecto a la exposición al CI, para los grados de secundaria. Sí hubo diferencias significativas en maestros y en los grados de primaria, salvo 6°P (Tabla 3). En estos casos se halló una tendencia a una mejora en esta variable con mayor exposición al CI (Figuras 2 y 5).

Casos	HoU	GL	N ₀	N ₁	N ₂	P	X ₀	X ₁	X ₂	M ₀	M ₁	M ₂	P ₀₋₁	P ₀₋₂	P ₁₋₂
3°P	7,65	2	39	125	11	0,0200	1,13	1,29	1,63	1,10	1,21	1,60	NS	S	NS
4°P	21,19	2	23	114	27	0,0000	1,16	1,22	1,67	1,05	1,23	1,68	NS	S	S
5°P	24,09	2	9	85	42	0,0000	0,86	1,25	1,58	0,90	1,24	1,49	S	S	S
6°P	0,69	2	10	97	6	0,7055	1,19	1,34	1,43	1,33	1,31	1,38			
7°P	7,97	2	8	60	16	0,0186	1,59	1,42	1,77	1,61	1,39	1,95	NS	NS	S
8°P	9,07	2	19	59	10	0,0107	1,50	1,52	1,96	1,48	1,45	2,02	NS	S	S
1°S	0,96	2	26	46	8	0,6199	1,76	1,72	1,82	1,81	1,63	1,81			
2°S	0,58	2	37	19	5	0,7473	1,78	1,86	1,92	1,79	1,90	1,89			
3°S	188,50		29	15		0,4727	1,99	1,95		2,04	1,98				
4°S	77,00		17	10		0,6879	2,05	2,11		2,00	2,09				
M	7,99	2	32	59	41	0,0185	1,89	1,96	2,10	1,83	1,99	2,16	NS	S	NS

Tabla 3. Resultados de la Prueba de Kruskal-Wallis (H) para la variable “conocimiento y comprensión sobre la ecología y la historia natural de entorno” en estudiantes de primaria (P), secundaria (S) y maestros (M) evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

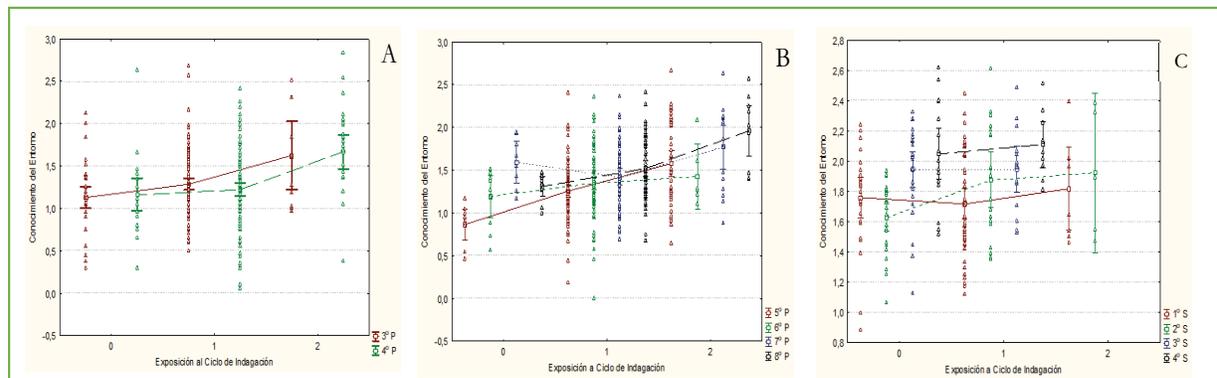
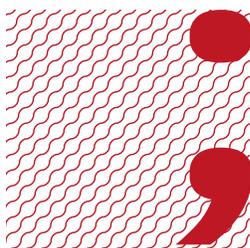


Figura 5. Dispersión del puntaje promedio del “Conocimiento y comprensión sobre la ecología y la historia natural del entorno” para los grupos 0, 1 y 2 de estudiantes de: A) 3° y 4° P; B) 5° a 8° P; C) 1° a 4° S. El punto vacío representa la media aritmética y la línea vertical la desviación estándar.



Capacidad de pensar críticamente acerca del entorno

Para esta variable se encontraron diferencias significativas en relación a la exposición al CI, en cuatro grados de primaria (3°, 5°, 7° y 8°) y en 4° de secundaria (Tabla 4). En todos estos grados se observa una tendencia a mejorar la capacidad de pensar críticamente con mayor exposición al CI (Figuras 2 y 6).

Casos	H o U	GL	N ₀	N ₁	N ₂	P	X ₀	X ₁	X ₂	M ₀	M ₁	M ₂	P ₀₋₁	P ₀₋₂	P ₁₋₂
3°P	7,17	2	39	125	11	0,0277	0,54	0,54	1,18	0,00	0,00	1,00	NS	NS	S
4°P	1,33	2	23	114	27	0,5000	0,52	0,65	0,56	0,00	1,00	0,00			
5°P	13,48	2	9	85	42	0,0012	0,54	1,39	1,41	0,40	1,42	1,35	S	S	NS
6°P	3,99	2	10	97	6	0,1358	1,05	1,36	1,53	1,07	1,35	1,46			
7°P	7,50	2	8	60	16	0,0235	1,36	1,43	1,85	1,39	1,44	1,84	NS	NS	S
8°P	5,67	2	19	59	10	0,0587	1,48	1,56	1,93	1,43	1,68	1,88	NS	NS	NS
1°S	5,25	2	26	46	8	0,0723	0,93	1,20	1,26	0,82	1,18	1,16			
2°S	0,84	2	37	19	5	0,6582	1,23	1,40	1,34	1,26	1,29	1,35			
3°S	212,50		29	15		0,9014	0,86	0,87		0,75	0,75				
4°S	46,00		17	10		0,0502	1,23	1,77		1,00	1,92				
M	4,44	2	32	58	41	0,1085	0,44	0,43	0,76	0,00	0,00	0,00			

Tabla 4. Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis (H) para la variable “capacidad de pensar críticamente acerca del entorno” en estudiantes de primaria (P), secundaria (S) y maestros (M) evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

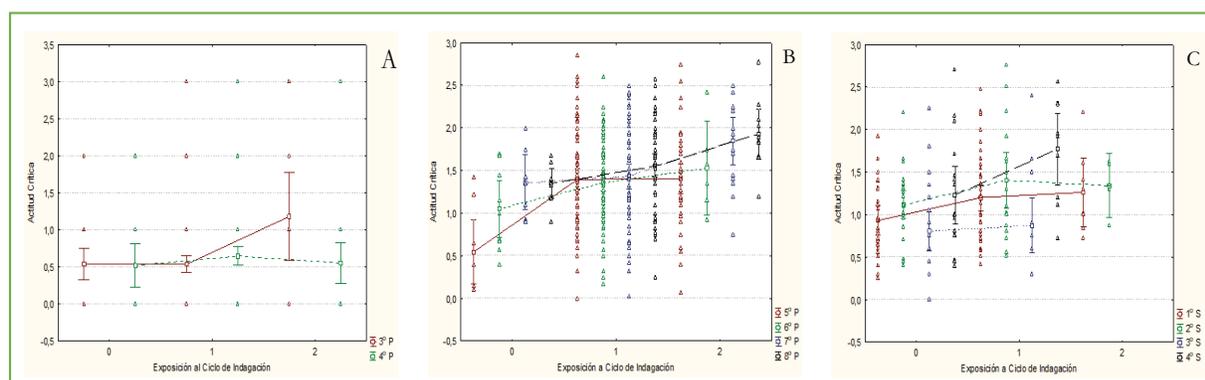


Figura 6. Dispersión del puntaje promedio de la “Capacidad de pensar críticamente acerca del entorno” para los grupos 0, 1 y 2 de estudiantes de: A) 3° y 4° P; B) 5° a 8° P; C) 1° a 4° S. El punto vacío representa la media aritmética y la línea vertical la desviación estándar.

Correlación entre las variables “conocimiento y comprensión del entorno” y “capacidad de pensar críticamente acerca del entorno”

Las correlaciones dieron los siguientes resultados: Estudiantes de 5° a 8° de primaria: $r = 0,51$; $P < 0,01$. Estudiantes de 1° a 4° de secundaria: $r = 0,30$; $P < 0,01$. Maestros: $r = 0,26$; $P < 0,01$. No se hizo la correlación para 3° y 4° primaria porque la variable dependiente solo presentaba tres valores. Todas las correlaciones nos muestran que a mayor conocimiento y comprensión sobre el entorno mayor es la capacidad de pensar críticamente sobre el mismo.

Registro de la memoria a largo plazo (RML)

Se aplicaron 47 encuestas, 9 vía telefónica y 38 en persona, a jóvenes entre 19 y 30 años que estuvieron expuestos de forma frecuente al CI durante su infancia. Algunos encuestados dieron dos o más respuestas a cada pregunta, por lo que la suma de los porcentajes supera el 100%. Las respuestas se detallan a continuación.

¿Qué recuerdos lindos tienes de la escuela primaria?

Registramos 79 respuestas, que se agruparon en 6 categorías (Figura 7). El 28% de los encuestados dio respuestas relacionadas con actividades recreativas: cantar, hacer deporte, bailar y salir de día de campo. El 26% mencionó recuerdos relacionados al CI, siendo los más frecuentes: producir vegetales, exponer indagaciones, trabajar en grupo, indagar sobre la naturaleza y salir al patio. El 21,5% de los encuestados mencionó habilidades asociadas a Artes Plásticas, Educación Física, Lenguaje y Matemática. Las actividades lúdicas y las sociales fueron indicadas por el 9% de los encuestados. El 5% de los encuestados mencionó actividades de aseo personal o escolar. Solo un encuestado indicó no tener recuerdos lindos de la escuela.

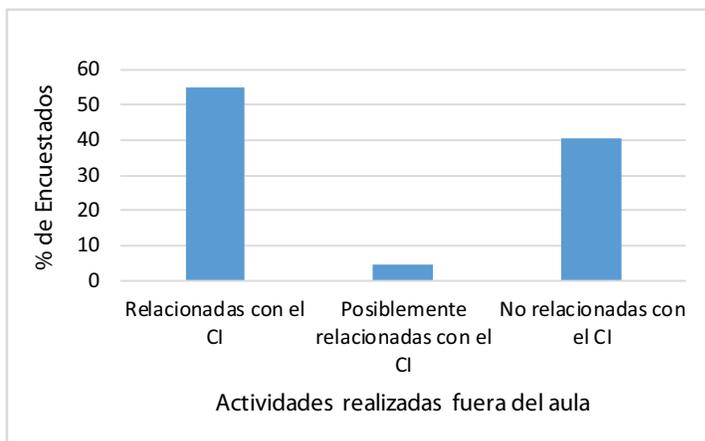


Figura 7. Porcentaje de encuestados que mencionaron diferentes recuerdos lindos de la escuela dentro de cada grupo de actividades.

¿En la escuela estudiaban dentro o fuera del aula? ¿Qué hacían fuera del aula?

Dos encuestados respondieron que solo estudiaban dentro del aula. El resto (95,7%) indicó que estudiaban dentro y fuera del aula; dando 91 respuestas acerca de las actividades que realizaban fuera del aula. El 55% de los encuestados dio respuestas relacionadas con el CI. De ellos, el 32% indicó que realizaban indagaciones, el 16% mencionó actividades agrícolas y el 7% dijo que observaban la naturaleza. El 4% señaló actividades como escribir poesías y dinámicas religiosas, las cuales posiblemente estuvieron relacionadas con el CI; esto de acuerdo a nuestro conocimiento del trabajo de los maestros. El 41% mencionó respuestas no relacionadas con el CI, como dibujar, pintar, actividades recreativas y realizar actividades curriculares (Figura 8).

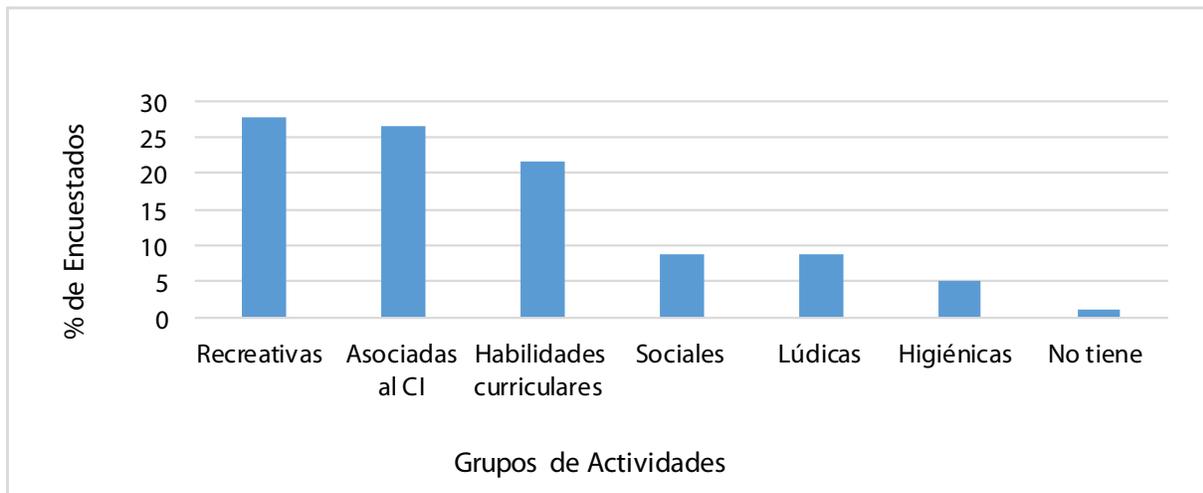


Figura 8. Porcentaje de encuestados que dieron respuestas sobre actividades realizadas fuera del aula, relacionadas y no relacionadas con el CI.

¿Qué cosas aprendiste en la escuela que te sirvieron para tu vida?

Uno de los encuestados respondió “nada”, dos no respondieron y los restantes dieron un total de 50 respuestas. El 42% de los encuestados dio respuestas asociadas al CI e incluían aprendizajes sobre: la producción agrícola (20%), el cuidado del ambiente (14%), las plantas y los insectos plagas (6%) y la habilidad de exponer (2%). Como parte de la producción agrícola mencionaron haber aprendido a: almacigar, abonar, sobre el control biológico y las formas de riego. En relación al cuidado del ambiente mencionaron: la tala de árboles seca el suelo, los agroquímicos son dañinos y es importante hacer un uso adecuado de

la quema durante el chaqueo. El 8% de los encuestados dio respuestas posiblemente asociadas al trabajo con el CI, como aprender a expresarse bien, pensar y preguntar para saber más. El 26% de los encuestados dio respuestas no asociadas al CI: leer, escribir y realizar operaciones matemáticas. El 24% mencionó aprendizajes sobre valores como la autoestima, la responsabilidad, la solidaridad, el respeto y la puntualidad (Figura 9).

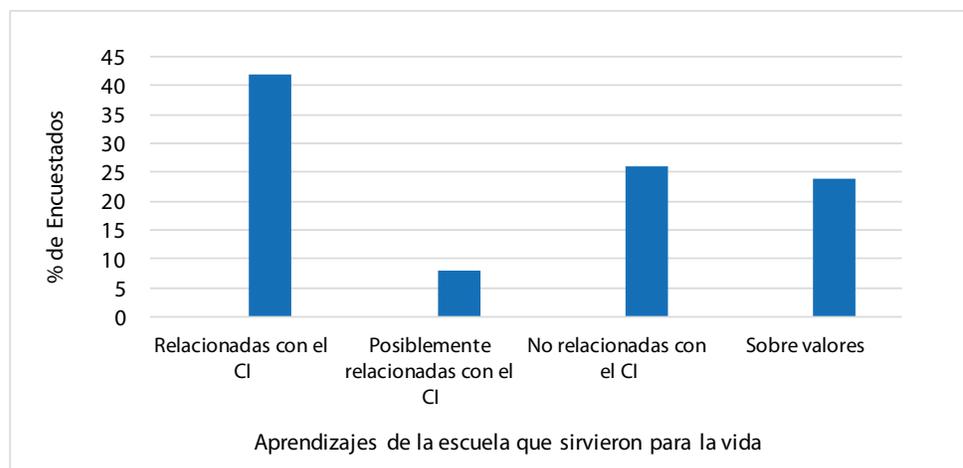
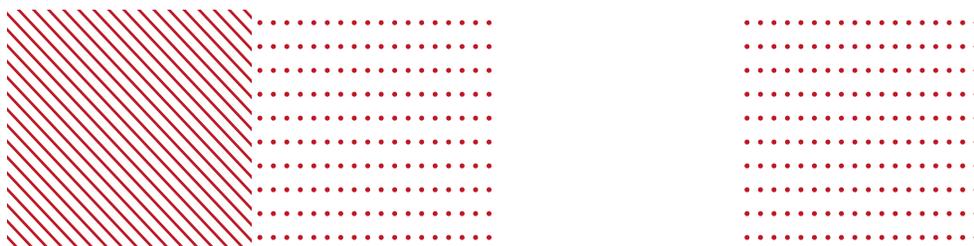


Figura 9. Porcentaje de encuestados que mencionaron aprendizajes logrados en la escuela que les sirvieron para la vida, relacionadas y no relacionadas con el CI.

¿Aprendiste algo saliendo fuera del aula? Si la respuesta es SI, ¿qué aprendiste?

El 83% de los encuestados recordó 43 aprendizajes fuera del aula. Entre los relacionados con el CI estaban: conocer sobre animales y plantas 27% (alimentación, funciones ecológicas, importancia y diversidad); cuidar, respetar y valorar el medio ambiente (21%); producir vegetales (19%); entender efectos de las acciones humanas (contaminación y quema, 4%) y observar a los seres vivos (4%). El 8% de los encuestados mencionó aprendizajes posiblemente relacionados con el CI que fueron: escribir poesía, reutilizar la basura, compartir con los compañeros y convivir con las personas (Figura 10).



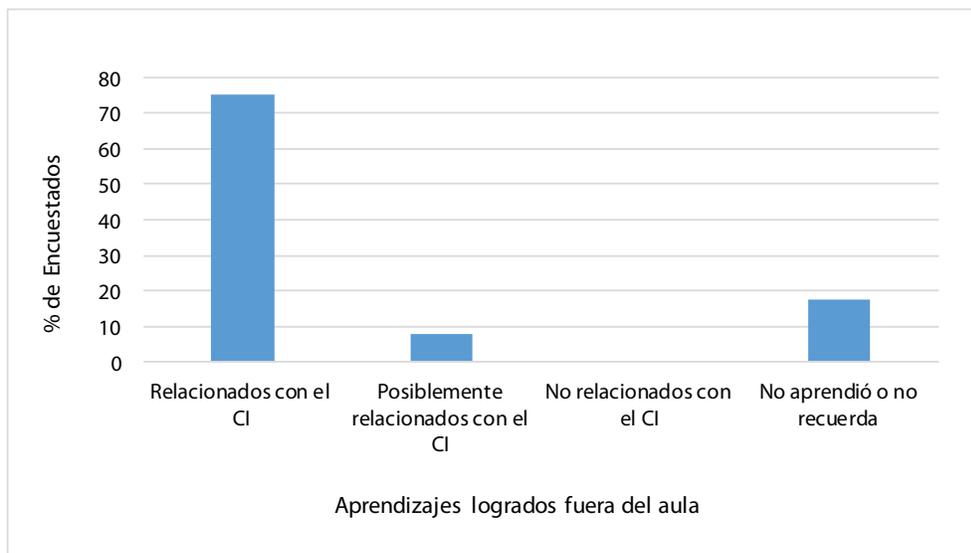


Figura 10. Porcentaje de encuestados que indicaron aprendizajes logrados fuera del aula, relacionadas y no relacionadas con el CI.

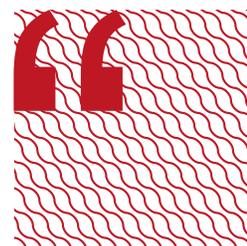
¿Qué es el ciclo de indagación?

El 34% de los encuestados recuerda el CI y lo asocia con: indagar, investigar, descubrir, buscar animales, medir, registrar, exponer, hacer preguntas y responderlas, y aprender algo que sirve para conservar el medio ambiente. La mitad de ellos recordó los temas de las indagaciones que habían realizado, algunos con mucho detalle. Los temas recordados fueron: la vida de las hormigas, vertebrados e invertebrados, los hongos, tipos de plantas, diferencias entre insectos, basura orgánica e inorgánica, las capas del suelo, producción de tomate con distintos tipos de abono, contaminación del agua por las pilas, efecto de la quema en los invertebrados y otros.

Discusión

Conocimiento de los tres pasos del CI y capacidad para diseñar un CI

La evaluación cuantitativa a mediano plazo (ECM) muestra que, aplicando más frecuentemente el CI, mayor es el conocimiento de sus tres pasos. No tenemos explicación para el único caso en que no hallamos diferencias (3°S). En la mayoría de los casos no hubo diferencias entre los grupos 0 y 1, lo que sugiere que los estudiantes necesitaron ≥ 5 indagaciones para diferenciarse de aquellos que nunca aplicaron el CI. En cambio, hallamos diferencias entre los grupos 0 y 1 en 2°S y 4°S, posiblemente debido a



una mejora de los procesos atencionales y del funcionamiento de la memoria en la adolescencia (Delgado-Losada, 2015). Los maestros sí mostraron diferencias entre los grupos 0-1 y 0-2, lo que puede deberse a la capacitación recibida durante los talleres EEPE y al diferente grado de aplicación del CI.

El conocimiento de los tres pasos del CI en el grupo 2 fue mayor en estudiantes de grados superiores, que en inferiores. Esto coincide con lo sugerido por Unesco (2009), que indica que la asimilación consciente de los conceptos científicos se desarrolla a partir de los 11 o 12 años.

También hallamos que la aplicación frecuente del CI mejoró la capacidad para diseñar un CI de manera autónoma, excepto para 3ºP. No encontramos diferencias entre los grupos 0-1 para los grados de primaria, pero sí para secundaria; con puntajes mayores en secundaria que en primaria. Esto puede explicarse por las mayores capacidades de abstracción en adolescentes, pues plantear preguntas y proponer cómo responderlas es tarea compleja para niños < 9 años (Piaget, 1991).

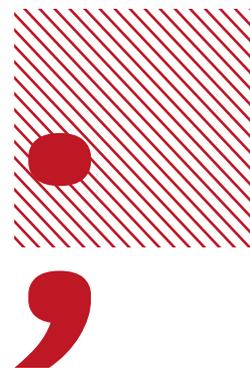
Los resultados reportados coinciden con las creencias de maestros que aplicaban el CI dentro de nuestro programa. Ellos señalaron que la aplicación frecuente del CI logra que los niños se hagan investigadores, se auto-conduzcan y adquieran mayor independencia (Roldán, 2003); lo que también fue mencionado por maestros que aplicaron el CI en otros países (Cedrés, 2017).

Además, durante el Registro de la memoria a largo plazo (**RML**), el 32% de los encuestados recordaron al CI como una actividad que realizaban fuera del aula y el 34% lo asociaron con aspectos de investigación. Son muy llamativos los comentarios de algunos jóvenes durante el **RML** que mencionaron que “buscan soluciones al problema de plagas en sus cultivos por medio de la observación”, “aplican la indagación en crianza de pollos” y “el CI es empleado en sus estudios universitarios”. Todo esto apoya el supuesto de que la convicción de poder investigar para generar conocimientos que guíen sus decisiones perdura en el largo plazo (Feinsinger *et al.*, 2010).

Los maestros que más indagaciones realizaron con sus estudiantes también mostraron mayor capacidad para diseñar una indagación, logrando que la enseñanza facilite el aprendizaje (Caballero-Sahelices, Rodríguez-Palmero y Moreira, 2011). Durante nuestras visitas mensuales a las escuelas evidenciamos

mejoras en la habilidad de los maestros para manejar el CI, y algunos se convirtieron en capacitadores de otros maestros (Feinsinger *et al.*, 2010).

Todo lo mencionado sugiere que el uso frecuente del CI, con la guía del maestro, promueve habilidades de investigación y genera mayor autonomía en el aprendizaje (Bevins y Price, 2016; Lazonder y Harmsen, 2016), lo cual se sustenta en la teoría de la autodeterminación (Ryan y Deci, 2000). Confiar en la propia capacidad de investigar generará cambios de actitud a favor de la conservación, lo cual es fundamental para apuntar a un verdadero desarrollo (Pacheco, 2012).



Conocimiento y comprensión sobre la ecología y la historia natural del entorno

Los estudiantes de primaria que más aplicaron el CI mostraron mayor conocimiento y comprensión sobre su entorno, excepto 6°P donde el bajo tamaño de muestra podría haber reducido la variabilidad. La tendencia observada concuerda con lo encontrado por Cedrés (2017) y otras tres revisiones sobre el efecto de la indagación guiada en el aprendizaje (Minner, Levy y Century, 2010; Furtak *et al.*, 2012; Lazonder y Harmsen, 2016).

Los grados de secundaria no mostraron diferencias en conocimiento y comprensión del entorno entre grupos. Esto pudo deberse a que, según su propio testimonio, los maestros de secundaria disponían de periodos cortos para desarrollar sus asignaturas y no lograban coordinar el trabajo con maestros de otras disciplinas; lo cual coincide con lo indicado por maestros de otros países (Cedrés, 2017). La situación en los grados de primaria (3°P a 6°P) era diferente, puesto que existía un solo maestro por grado, quien organizaba el tiempo escolar de acuerdo a su criterio.

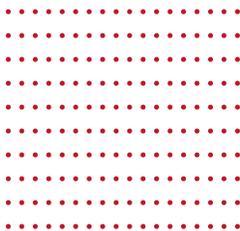
Los maestros sí mostraron mejoras en su conocimiento y comprensión del entorno con la aplicación del CI. En su mayoría, ellos provenían de localidades del Altiplano boliviano, y tomaron contacto con la naturaleza local a través de la utilización del CI. Los maestros de nuestro programa expresaron que ellos “aprenden conjuntamente con los estudiantes” (Roldán, 2003), lo que nos indicaría que el aprendizaje habría sido construido en un proceso de interacción permanente, surgido del diálogo entre maestros y estudiantes, donde ambos enseñan y aprenden (Freire, 1970). A continuación, discutimos sobre las posibles causas del mejor aprendizaje logrado en estudiantes de primaria que más trabajaron con el CI.

El Ciclo de Indagación como generador de conocimientos

El aprendizaje basado en la indagación es beneficioso para la enseñanza y el aprendizaje efectivos (Adofo, 2017). Además, en el caso específico del CI, el hecho de que ocurra en el entorno local, ayudaría a los estudiantes a aprender de manera más efectiva que dentro del aula (Lieberman y Hoody, 1998). De acuerdo a Suina (1992 citado por Hooper-Greenhill, 1994), la retención de lo aprendido se relaciona con nuestro nivel de implicación con la información, pudiendo una persona recordar ~ 90 % experimentando, en contraposición de ~ 10 % leyendo, ~ 20 % escuchando y ~ 30 % viendo. Asimismo, si el proceso educativo ocurre al aire libre, los estudiantes pueden experimentar sensaciones más variadas que en un ambiente cerrado (Knapp, 1992). De hecho, los estudiantes que participaron en programas donde el ambiente funcionaba como un contexto integrador para el aprendizaje, mejoraron sus logros académicos y, además, tuvieron progresos en autodisciplina, compromiso, entusiasmo por el aprendizaje y orgullo por los logros alcanzados (Lieberman y Hoody, 1998).

El CI se inicia con una pregunta (Arango *et al.*, 2009), la cual es considerada el primer paso en el proceso de aprendizaje (Freire, 1986). Cuando los estudiantes salen al patio, no van como “pizarras limpias y pasivas” (Dewey, 1899 citado por Westbrook, 1993), sino con una serie de conceptos previos. Al responder la pregunta y reflexionar sobre sus hallazgos, ocurre la conexión de lo que sabían con lo nuevo, permitiendo así un aprendizaje significativo; mecanismo clave para adquirir y almacenar ideas e información (Ausubel, 1963 citado por Moreira, 1997). Esto concuerda con lo expresado por los maestros de nuestro programa, quienes sostenían que la aplicación frecuente del CI generaba un aprendizaje significativo, que aumentaba la efectividad de la educación formal (Roldán, 2003).

Un CI completo involucra una serie de operaciones del pensamiento: observar, comparar, clasificar, reunir y organizar datos, interpretar, resumir, buscar suposiciones, imaginar, confrontar ideas previas con los resultados obtenidos, aplicar hechos y principios a nuevas situaciones, tomar decisiones, formular críticas. Todos estos procesos brindan oportunidades de pensar y mejorar el aprendizaje, desencadenando una modificación conceptual profunda (Raths, Jonas, Rothstein y Wassermann, 1971; Furtak *et al.*, 2012).



El contacto directo con la naturaleza al aplicar el CI, pudo haber creado vínculos emocionales con el entorno natural (Zhang, Goodale y Chen, 2014). El aprendizaje cognitivo, así como la apreciación por la naturaleza, ocurre en presencia de emociones y es facilitado por su contacto directo,

principalmente entre los 6 a 12 años de edad (Knapp, 1992; Kellert, 2002). Esto halla sustento en que: el 26% de los encuestados en el **RML** mencionaron como recuerdos “lindos” de la escuela actividades asociadas al CI; el 84% de un grupo de 128 estudiantes de primaria indicaron que “les gusta mucho las actividades con el CI en el patio de la escuela” (Choque-Quisbert, 2005); y los maestros de nuestro programa expresaron que “los niños disfrutaban de salir a indagar” y “aumentan el aprecio por la naturaleza” (Roldán, 2003). Al ser la indagación una experiencia emocionalmente positiva, habría facilitado la capacidad de almacenar información, para luego ser empleada en la resolución de problemas reales (Knapp, 1992; Falk y Dierking, 1997). De hecho, algunos encuestados en el **RML** describieron con detalle y entusiasmo ciertas indagaciones realizadas en su infancia y conectaron los conocimientos recordados con situaciones de su vida actual.



El trabajo en grupo también pudo aportar a un mejor aprendizaje, debido a que los estudiantes se ayudan entre sí, discuten y de esa forma superan sus problemas de comprensión (Slavin, 1999). Al mismo tiempo, cada uno tiene la oportunidad de demostrar sus propias habilidades y áreas particulares de experiencia y conocimiento (Lieberman y Hoody, 1998). Esto concuerda con opiniones de estudiantes de primaria (Choque-Quisbert, 2005) y de otros maestros latinoamericanos que aplican el CI (Cedrés, 2017). El trabajo grupal también fue mencionado en el **RML** como uno de los recuerdos “lindos” de la escuela, lo que agrega un elemento emotivo a la construcción del aprendizaje (Ibáñez, 2002).

La exposición de la indagación habría contribuido a una mayor retención de lo aprendido (Suina, 1992 citado por Hooper-Greenhill, 1994). En el **RML** el exponer fue mencionado como un recuerdo lindo, como algo que aprendieron en la escuela y como parte del concepto del CI. Adicionalmente, los maestros de nuestro programa expresaron que sus estudiantes “perdían el miedo a expresarse”, “mejoraban su capacidad de transmitir conocimientos” y “aumentaban su autoestima” (Roldán, 2003). Estos logros pueden tener relación con el hecho de que el aprendizaje surgió de una experiencia de primera mano y por tanto no se requería de memorización para comunicarlo (Kellert, 2002; Bevins y Price, 2016; Cedrés, 2017).

Por último, el hecho que 1/3 de los encuestados en el **RML** mencionaron aprendizajes ocurridos fuera del aula que estuvieron asociados al CI; y casi la mitad de los encuestados indicaron aprendizajes logrados en la escuela que les sirvieron para la vida, también asociados al CI, evidencia la fuerza del CI como generador de conocimientos que perduran en el largo plazo.

Capacidad de pensar críticamente acerca del entorno

Cuatro de los seis grados de primaria y dos de secundaria mostraron tendencia a mejorar su capacidad de pensar críticamente con el CI. Esto concuerda con lo indicado por Cedrés (2017) y los maestros de nuestro programa, que mencionaron que los estudiantes se hacían más analíticos y reflexivos (Roldán, 2003). Adicionalmente, la correlación entre conocimiento y comprensión del entorno y la capacidad de pensar críticamente muestra la importancia de conducir una adecuada reflexión durante el CI, pues, aunque el conocimiento es esencial para desarrollar el pensamiento, este no garantiza el desarrollo de un pensamiento crítico (Nickerson, 1988 citado por López Aymes, 2012).

Las etapas de reflexión y exposición son claves para desarrollar el pensamiento crítico. Durante esas actividades se practican varias operaciones de pensamiento de orden superior, y se revisan y evalúan las ideas (Raths *et al.*, 1971; López Aymes, 2012). Esta revisión incluye desde examinar la pregunta, el diseño y la forma de registro de datos, hasta interpretar los hallazgos y extrapolarlos a otras escalas espacio-temporales. Todo esto prepara a las personas para buscar soluciones creativas y tomar decisiones, sin precipitarse en los juicios (Ernst y Monroe, 2006; Arango *et al.*, 2009).

El trabajar en el entorno natural durante el CI pudo ser clave en el desarrollo del pensamiento crítico (Ernst y Monroe, 2006). Además, poner al estudiante en contacto con su realidad local, le habría generado un sentido de mayor pertenencia y compromiso (Gädicke Robles, Ibarra Palma y Osses Bustingorry, 2017), lo cual podría empoderarlos para una mejora de su calidad de vida (Zahur, Barton y Upadhyay, 2002; Haberman, 2006). Esto se puede ilustrar con ejemplos de comentarios recabados en el **RML**:

Wilmer (22 años), al recordar una indagación referida a la contaminación del agua por pilas, propuso soluciones para la disposición de las mismas, de tal forma que se buscara evitar afectar las fuentes de agua de su comunidad.

Karen (23 años), dijo que las indagaciones que realizó sobre producción de hortalizas, le permitieron incidir en la decisión de sus padres para la producción de estos alimentos.

Por otro lado, algunos maestros de nuestro programa expresaron dificultades para guiar la reflexión (Roldán, 2003), lo que explicaría el hecho de que la capacidad de pensar críticamente no mejorara en todos los grados. Vencer esa dificultad es un fuerte desafío para los maestros (Grigg Kelly, Gamoran y Borman, 2013 citado por Romero-Ariza, 2017). Con la intención de subsanar estas

dificultades, desarrollamos talleres de profundización en los cuales participaron los maestros que posteriormente lograron mejores resultados.

El hallazgo de no mejora en la variable “capacidad de pensar críticamente acerca del entorno” para los maestros, posiblemente se debió a que muchos no quisieron responder la pregunta de mayor peso, que suponía imaginar la compra de un terreno. Lamentablemente, esto no fue detectado durante la validación del instrumento.

Finalmente, nuestros resultados sustentan las ideas originales con las cuales se ha trabajado el CI desde sus inicios en los países latinoamericanos (Arango *et al.*, 2009). En esta tarea compleja, los maestros son las personas más importantes. Por ello es necesario que las instancias educativas de los países motiven y apoyen a los maestros en su desarrollo como facilitadores de estudiantes indagadores.

Conclusiones

Este artículo pretende instalar en las reflexiones de los maestros y en las autoridades educativas, aspectos cruciales de la labor educativa asociada a la enseñanza de las ciencias y, en particular, la referida a la conservación del ambiente, el cual es la base de la vida. Es frecuente observar en la práctica una enseñanza descontextualizada del ambiente local, reducida a lo que ofrecen los libros de texto y otros materiales educativos que, aunque sean de buena calidad, no logran reemplazar el contacto directo con el medio natural.

Es indispensable que los ciudadanos conozcamos nuestro medio natural y comprendamos las interrelaciones que permiten el funcionamiento de un ambiente saludable. Esto nos ayudará a generar insumos para la toma de decisiones sobre su uso y cuidado. En este sentido, el CI se presenta como una valiosa y sólida metodología. Los resultados de este trabajo muestran que su aplicación frecuente logra desarrollar, tanto en estudiantes como en maestros, habilidades de investigación y mayor autonomía en la generación de conocimiento acerca del entorno. Adicionalmente, el CI mejora significativamente el conocimiento y comprensión del entorno natural y la capacidad de pensar críticamente; todo lo cual parece perdurar en el largo plazo.

Los resultados mencionados se deben a que el CI es una estrategia muy completa. Sus efectos positivos se explican en varios elementos como ser el contacto directo con la naturaleza que genera una íntima conexión con ella; el hecho de que sea una experiencia de primera mano; la generación de aprendizajes significativos; el involucramiento de numerosas operaciones del pensamiento

(ejemplo: comparar, clasificar, organizar datos, interpretar, resumir, confrontar ideas, etc.); el trabajo colaborativo y el ejercicio de defender los descubrimientos ante diversos públicos, lo cual a la vez propicia un aumento de la autoestima. Un punto sumamente importante es el rol clave de los maestros como facilitadores durante la aplicación del CI, quienes para lograrlo de forma efectiva requieren el apoyo y el estímulo de las instancias educativas.

Notas

- ¹ Mg. en Ciencias Biológicas, Universidad de Chile, Chile. Investigadora y educadora del Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA).
- ² Licenciada en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- ³ Ingeniero Agrónomo, Unidad Académica Campesina Carmen Pampa dependiente de Universidad Católica Boliviana San Pablo, Bolivia. Técnico – investigador en Asesorías en desarrollo rural y agricultura ecológica (ECOTOP).
- ⁴ Licenciada en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Investigadora del Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA).
- ⁵ Licenciada en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia. Investigadora del Centro de Estudios en Biología Teórica y Aplicada (BIOTA).
- ⁶ Doctor en Ciencias, Ecología, Universidad de Chile, Chile. Profesor – investigador, Colección Boliviana de Fauna, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés.
- ⁷ Por pensamiento crítico entendemos el proceso de emitir un juicio o criterio autorregulado e intencionado, que conduce a la toma de decisiones para la resolución de problemas (American Philosophical Association [APA], 1990); lo cual es fundamental para la formación de ciudadanos educados ambientalmente (Ernst y Monroe, 2006).

Referencias bibliográficas

- Adofo, S. (2017). *Teachers' Perceptions about Inquiry in Science Education*. Recuperado de http://epublications.uef.fi/pub/urn_nbn_fi_uef-20170914/urn_nbn_fi_uef-20170914.pdf
- American Philosophical Association. (1990). *Critical thinking: a statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction*. Recuperado de <https://eric.ed.gov/?id=ED315423>
- Arango, N., Chaves, M. E., y Feinsinger, P. (2009). *Principios y Práctica de la Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela*. Santiago de Chile: Instituto de Ecología y Biodiversidad – Fundación Senda Darwin.

- Bevins, S., y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29.
- Caballero-Sahelices, C., Rodríguez-Palmero, M.L., y Moreira, M.A. (2011). Aprendizaje significativo y desarrollo de competencias. *Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*, 1(2), 27-42.
- Cedrés, F. (2017). *Evaluación Docente de la Propuesta Pedagógica "Enseñanza de la Ecología en el Patio de la Escuela" (EEPE) y su Vínculo con la Participación Ciudadana* (Trabajo de fin de grado no publicado). Universidad de la República de Uruguay, Montevideo, Uruguay.
- Choque-Quisbert, G. (2005). *El Ciclo de Indagación como Estrategia Didáctica para la Educación Ambiental. Estudio de Caso: Segundo Ciclo de Primaria, Escuela San Pedro de Coroico – Nor Yungas* (Trabajo de fin de grado no publicado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.
- Coca-Chávez, X. E. (2005). *El Ciclo de Indagación en el Aprendizaje Crítico y Reflexivo de los Alimentos* (Trabajo de Fin de Grado no publicado). Instituto Normal Superior Simón Bolívar, La Paz, Bolivia.
- Delgado-Losada, M.S. (2015). *Fundamentos de Psicología* (Documento en línea). Recuperado de <http://www.herrerobooks.com/pdf/pan/9788498352535.pdf>
- Ernst, J., y Monroe, M. (2006). The effects of environment-based education on students' critical thinking skills and disposition toward critical thinking. *Education Research*, 12(3), 429-443.
- Falk, J. H., y Dierking, L. (1997). School Field Trips: Assessing Their Long-Term Impact. *Curator*, 40(3), 211-218.
- Feinsinger, P., Alegre, A., Álvarez, S., Cañizares, M., Carreño, G., Rivera ..., y Roldán, A. (2010). Local People, Scientific Inquiry, and the Ecology and Conservation of Place in Latin America. En I. Billick y M. Price (Eds.), *The Ecology of Place: Contributions of Place-base Research to Ecological and Evolutionary Understanding* (pp. 403-428). Chicago, Estados Unidos: The University of Chicago Press.
- Feinsinger, P. (2013). Metodologías de investigación en ecología aplicada y básica: ¿cuál estoy siguiendo, y por qué? *Revista Chilena de Historia Natural*, 86, 385-402.
- Feinsinger, P. (2014). El Ciclo de Indagación: una metodología para la investigación ecológica aplicada y básica en los sitios de estudios socio-ecológicos a largo plazo, y más allá. *Bosque* 35(3), 449-457.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del Oprimido*. Buenos Aires, Argentina: Siglo XXI.
- Freire, P. (1986). *Hacia una Pedagogía de la Pregunta. Conversaciones con Antonio Faúndez*. Buenos Aires, Argentina: Ediciones La Aurora.



- Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H., y Briggs, D.C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300-329.
- Gädicke Robles, J., Ibarra Palma, P., y Osses Bustingorry, S. (2017). Evaluación de las percepciones medioambientales en estudiantes de enseñanza media de la ciudad de Temuco, Región de La Araucanía. *Estudios Pedagógicos XLIII* (1), 107-121.
- Haberman, M. (2006). The special role of science teaching in schools serving diverse children in urban poverty. En L. Flick y N. Lederman (Eds.), *Scientific Inquiry and the Nature of Science: Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education* (pp. 37-53). Dordrecht, Holanda: Springer.
- Hooper-Greenhill, E. (1994). *Museums and their Visitors*. Londres: Routledge Taylor & Francis Group.
- Ibáñez, N. (2002). Las emociones en el aula. *Estudios Pedagógicos*, 28, 31-45.
- Kellert, S. R. (2002). Experiencing nature: Affective, cognitive, and evaluative development in children. En P. H. Kahn y S. R. Kellert (Eds.), *Children and Nature: Psychological, Sociocultural, and Evolutionary Investigations* (pp. 117-151). Cambridge, Reino Unido: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Knapp, C. (1992). *Lasting Lessons: a Teacher's Guide to Reflecting on Experience*. Charleston, Estados Unidos: Clearinghouse on Rural Education and Small Schools.
- Lazonder, A.W., y Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 20(10), 1-38.
- Lieberman, G., y Hoody, L. (1998). *Closing the Achievement Gap: Using the Environment as an Integrating Context for Learning*. San Diego: State Education and Environmental Roundtable.
- López Aymes, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, Año XXXVII Enero/Diciembre (22), 41-60.
- Minner, D., Levy, A., y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474-496.
- Moreira, M.A. (1997). Aprendizaje significativo: un concepto subyacente. En M. A. Moreira, M. C. Caballero y M. L. Rodríguez (Eds.), *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo* (pp. 19-44). Burgos, España. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubesp.pdf>
- Pacheco, L.F. (2012). El ambiente como base del desarrollo y algunos criterios para evaluar nuestro camino hacia días mejores. *Umbrales* (CIDES-UMSA), 23, 299-320.

- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., De Jong, T., Van Riesen, S.A., Kamp, E.T., y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61.
- Piaget, J. (1991). *Seis Estudios de Psicología*. Barcelona, España: Editorial Labor S.A.
- Raths, L.E., Jonas, A., Rothstein, A., y Wassermann, S. (1971). *Cómo Enseñar a Pensar. Teoría y aplicación*. Buenos Aires, Argentina: Editorial PAIDOS.
- Roldán, A. I. (2003). *Reporte de Actividades a National Audubon Society – Latin America and Caribbean Program*. Informe no publicado.
- Roldán, A.I., Ulloa D., Vargas L., Chura, Z., y Pacheco L.F. (2017). Comparación entre recorridos guiados tradicionales y recorridos guiados indagatorios en el Museo Nacional de Historia Natural, La Paz-Bolivia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 367–384.
- Ryan, R.M., y Deci, E.L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 286–299.
- Slavin, R. (1999). *Aprendizaje Cooperativo: Teoría, Investigación y Práctica*. Recuperado de <http://ecoasturias.com/images/PDF/slavin-el-aprendizaje-cooperativo.pdf>
- Unesco. (2009). *Aportes para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo*. Santiago de Chile, Chile: Salesianos Impresores S.A.
- Westbrook, R.B. (1993). John Dewey (1859-1952). *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada*, 23(1-2), 289-305.
- Zahur, R., Barton, A. C., y Upadhyay, B. R. (2002). Science education for empowerment and social change: a case study of a teacher educator in urban Pakistan. *Int. J. Sci. Educ.* 24(9), 899-917.
- Zhang, W., Goodale, E., y Chen, J. (2014). How contact with nature affects children's biophilia, biophobia and conservation attitude in China. *Biological Conservation*, 177, 109–116.

