



La sensibilización temática como estrategia de alfabetización sobre el recurso hídrico en el Corredor Biológico Pájaro Campana

Thematic sensibilization as a literacy strategy on hydric resources in the Corredor Biológico Pájaro Campana

Ronald E. Aguilar Álvarez

Escuela de Ingeniería de Biosistemas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

ronaldesteban.aguilar@ucr.ac.cr

<https://orcid.org/0000-0003-4397-3956>

Sofía Solís Naranjo

Escuela de Ingeniería de Biosistemas, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

sofiasolis893@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0009-4692-4309>

Wendy Quirós Ramírez

Escuela de Formación Docente, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica

wenraqui23@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-3444-6540>

Fecha de recepción: 20-7-2025

Fecha de aprobación: 4-10-2025

Resumen

En Costa Rica existe actualmente una reducción de la infiltración del agua precipitada y un subsecuente aumento de la escorrentía. Esta alteración del ciclo hidrológico, que disminuye la recarga acuífera, está presente en todo el país, pero es más intensa en zonas costeras con alto grado de estacionalidad como en la zona del Corredor Biológico Pájaro Campana. Por ello, el presente trabajo se ha llevado a cabo para evaluar la efectividad de un proceso de sensibilización en la población escolar de algunos centros educativos localizados en esa zona. Este proceso se ha centrado en la conceptualización y promoción del tópico llamado siembra de agua y se ha basado en un taller teórico-práctico enfocado en el manejo del agua de lluvia en infraestructura escolar. El taller se ejecutó utilizando estrategias didácticas adaptadas a las personas estudiantes y su impacto inmediato fue evaluado con una prueba pre/post. El resultado fue satisfactorio al evidenciar el reconocimiento de la siembra de agua como una técnica para promover la infiltración y la recarga acuífera, y con ello reducir la escorrentía.

Palabras clave: ciclo hidrológico, conservación de recursos, desarrollo sostenible, precipitación, suelos.

Abstract

In Costa Rica, there is a noticeable reduction in water infiltration from precipitation. This phenomenon has increased water runoff. Such alteration of the hydrological cycle, impacting aquifer recharge, is present across the country, but it is more visible in coastal zones with high seasonality such as the Corredor Biológico Pájaro Campana area. This work was carried out, in such geographical area, to evaluate the impact of a sensibilization process on school children based on the conceptualization and promotion of a topic called water sowing. Activities included a theoretical-practical workshop focused on rainwater management in school infrastructure whose impact was subsequently evaluated with a

pre/post test. The workshop used didactic strategies adapted to children and resulted in an effective manner to promote infiltration and aquifer recharge, which have a direct effect on water runoff.

Keywords: hydrological cycle, precipitation, resource conservation, soil, sustainable development.

1. Introducción

El cambio climático tiene un gran impacto en la distribución anual de las precipitaciones (Trenberth, 2011) y afecta con ello la recarga de los acuíferos en todo el mundo. Esta situación es también evidente a nivel nacional (Vargas y Aguilar, 2011) y las proyecciones oficiales indican que la mayor parte del territorio costarricense se verá sujeta a cambios sustanciales en los patrones de la precipitación anual durante el siglo actual (Alvarado Gamboa, 2021). Es decir, es altamente probable que persistan periodos de sequía o de intensa precipitación en corto tiempo.

El problema radica en que, para una recarga acuífera efectiva, el agua precipitada debe infiltrarse a través del suelo para alimentar posteriormente quebradas o ríos (Ordoñez Galvez, 2011). Cuando la intensidad de la precipitación es elevada en un corto periodo, se reduce la infiltración efectiva en el suelo, lo que incrementa significativamente la escorrentía superficial. Este fenómeno se exagera con el aumento de la urbanización a nivel nacional, dado que la impermeabilización del suelo disminuye la capacidad natural de infiltración de las aguas pluviales (Zapperi, 2022). Como el agua para consumo humano depende en gran parte de la recarga de los acuíferos, toda esta situación impacta directamente el funcionamiento de los sistemas de provisión, como el caso de las ASADAS (Aguilar et al., 2020).

En la zona hacia el norte del Golfo de Nicoya se ubica una importante área con relevancia regional en temas hidrológicos (Villalobos, 2018). Esta zona, llamada Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC), se extiende desde la división continental en el cantón de Monteverde hasta la propia costa en la zona del golfo, constituyendo un elemento estructural clave para la conectividad de los ecosistemas en la región (Morera-Beita, Sandoval-Murillo, & Alfaro-Alvarado, 2021). Los registros de precipitación muestran una

mayor frecuencia de precipitaciones intensas en cortos periodos, conforme ha sido evidenciado en otras zonas del país. Por ejemplo, durante la tormenta tropical Nate en el 2017, se registraron 519 l/m² de precipitación en un periodo de solamente 48 horas (A. Torres Leitón, comunicación personal, 2023).

La elevada intensidad de las precipitaciones limita la ocurrencia de infiltración efectiva, lo que a su vez contribuye al aumento de la erosión del suelo y genera problemas de inestabilidad en las laderas. Estos efectos son especialmente relevantes en áreas con suelos frágiles o con pendientes pronunciadas, donde la capacidad del terreno para absorber el agua se ve comprometida.

Con el objetivo de fomentar la alfabetización sobre gestión hídrica en la población infantil del corredor biológico, el presente estudio se centró en el concepto de siembra de agua, una técnica de manejo hídrico ancestral (Bardales, Peña, y Gutiérrez-Ojeda, 2020). La elección de este tópico fue estratégica, ya que la siembra de agua no solo aborda la problemática de la escorrentía y la recarga acuífera de manera práctica (Martos-Rosillo & Durán, 2022), sino que también ofrece un marco conceptual tangible para enseñar a los estudiantes sobre la intervención positiva en el ciclo hidrológico local, lo cual es vital para la resiliencia hídrica del Corredor Biológico Pájaro Campana. En términos conceptuales, este enfoque se basa en la construcción de reservorios que permitan captar, almacenar e infiltrar el agua de escorrentía generada durante las precipitaciones, promoviendo así la recarga de acuíferos y la mejora de la infiltración del suelo. Específicamente, en el contexto de la infraestructura escolar donde se ejecutó la intervención, la siembra de agua se abordó en su aplicación a pequeña escala, implicando el uso del excedente de agua pluvial recolectada en los techos (conocida como cosecha de agua) para ser dirigida y utilizada en la creación de un jardín

de lluvia, o una zona optimizada para la infiltración localizada (Borge-Leandro, 2025). Estas estrategias no solo contribuyen a la recarga hídrica, sino que también representan una herramienta educativa para sensibilizar a la población infantil sobre la gestión sostenible del recurso hídrico.

La problemática hídrica actual, caracterizada por la reducción de la infiltración y el aumento de la escorrentía, demanda un enfoque que trascienda la mera ingeniería y aborde la dimensión social de la gestión del agua. En este contexto, la Alfabetización Hídrica emerge como el marco teórico esencial para fomentar la resiliencia comunitaria y ambiental. Este concepto no se limita al conocimiento básico del ciclo hidrológico (precipitación, evaporación), sino que implica la comprensión profunda de las interconexiones entre los sistemas naturales y humanos del agua (Shepardson et al., 2009). La alfabetización hídrica abarca la conciencia de la escasez, la comprensión de las implicaciones socioeconómicas y políticas del recurso, y el desarrollo de habilidades para la toma de decisiones informadas que promuevan la gestión sostenible (Pozo-Muñoz et al., 2021). Al enfocar la intervención en la población infantil del Corredor Biológico Pájaro Campana, el presente estudio busca integrar la técnica de la siembra de agua en este marco, transformando un concepto hidrológico en una herramienta pedagógica tangible que sensibilice sobre la intervención positiva en el ciclo local, tal como lo promueve la educación ambiental crítica (Rodríguez & Gómez, 2018).

En este trabajo se exponen las experiencias recabadas en un taller temático de sensibilización llevado a cabo en varias escuelas dentro del CBPC. Estas experiencias parten de una base didáctica que facilita el pensamiento creativo y la innovación, individual o grupal, en las poblaciones abordadas (Carrasco-Huamán, 2022). Debido a que la población escolar representa el grupo de futuros usuarios del servicio de provisión de agua, el presente trabajo tuvo como fin que las personas participantes aumentaran su nivel de comprensión del ciclo hidrológico,

y de los conceptos de infiltración y escorrentía, como claves para el aporte personal hacia la adaptación al cambio climático.

2. Metodología

2.1. Diseño y contexto de la investigación.

El presente estudio se enmarcó bajo un diseño pre-experimental, específicamente un diseño de pretest y postest de un solo grupo. El estudio se llevó a cabo en tres sitios representativos de la microcuenca del Corredor Biológico Pájaro Campana (CBPC), provincia de Puntarenas, durante los días 28 y 29 de setiembre de 2023.

Se seleccionaron tres centros educativos a lo largo de un gradiente altitudinal de cuenca: la Escuela de Santa Elena de Monteverde (zona alta), la Escuela Jorge Borbón Castro de Sardinal (zona media), y la Escuela Nora María Quesada Chavarría de Chomes (zona baja). Esta selección fue intencional debido a que las diferentes elevaciones a lo largo de la cuenca condicionan la intensidad de las precipitaciones y la disponibilidad del recurso hídrico, factores directamente ligados a la problemática de la escorrentía y la recarga acuífera. Las zonas altas (Santa Elena) suelen ser áreas de recarga críticas, mientras que las zonas bajas (Chomes) son más susceptibles a la escasez en verano y a inundaciones rápidas por escorrentía superficial. Por lo tanto, el trabajo en estos tres puntos geográficos permitió abordar un espectro completo de problemáticas hídricas y evaluar la conciencia diferenciada de los estudiantes ante estas realidades locales.

2.2. Población y muestra.

La población objetivo para la intervención fueron los estudiantes de cuarto grado, con edades comprendidas entre los 9 y 10 años. Esta selección se basó en dos criterios principales: la etapa de desarrollo cognitivo y la pertinencia curricular. Respecto al desarrollo cognitivo, la edad de 9 a 10 años se alinea con la etapa en la cual los estudiantes demues-

tran una mayor capacidad para la comprensión de conceptos abstractos y el establecimiento de relaciones causa-efecto, fundamentales para asimilar temas técnicos como la escorrentía y la infiltración. En cuanto a la pertinencia curricular, los estudiantes de cuarto grado ya han sido expuestos formalmente a los conceptos básicos del ciclo hidrológico durante el Primer Ciclo de la educación primaria, lo cual proporciona una base sólida para el proceso de alfabetización y la introducción de nociones más complejas, como la siembra de agua.

La muestra estuvo constituida por 96 estudiantes provenientes de las tres instituciones: 55 de Santa Elena (distribuidos en el Grupo 1 con 30 estudiantes y el Grupo 2 con 25 estudiantes), 27 de Sardinal y 14 de Chomes. El muestreo fue de carácter no probabilístico intencional (o por conveniencia). La selección de las instituciones se realizó de forma deliberada con base en criterios predefinidos: la ubicación geográfica a lo largo del gradiente altitudinal de la cuenca y la disponibilidad y voluntad de los centros educativos para participar. Una vez seleccionadas las escuelas, la muestra se limitó a la totalidad de los estudiantes de cuarto grado que cumplieran con el rango de edad y la formación curricular requerida. Dicha muestra representó un porcentaje de cobertura del 15% de la población estudiantil total de las tres instituciones, lo que se traduce en un margen de error de 6,92% con una confianza del 95%.

2.3. Procedimiento de intervención (Taller).

El taller de sensibilización, titulado “Siembra de agua: la gota del futuro que podemos salvar”, se ejecutó en los centros educativos mediante una metodología activo-participativa con una duración de 2 horas e implementando estrategias didácticas adaptadas al nivel de cuarto grado, con el fin de promover el aprendizaje por descubrimiento guiado. El taller se estructuró en tres fases secuenciales:

Fase 1. Activación de conocimiento previo: se inició con una dinámica de opinión donde los participantes, organizados en grupos de trabajo, res-

pondieron a la pregunta generadora: “¿Por qué el agua es importante?”, estableciendo un diagnóstico inicial sobre sus percepciones.

Fase 2. Construcción conceptual del ciclo hidrológico: Se implementó una dinámica de aprendizaje cooperativo, basada en Delgado (2022), centrada en la explicación del ciclo hidrológico. El rol del personal encargado del taller fue de guía y facilitador. La guía fue diseñada para que la construcción del ciclo hidrológico se realizara de forma inductiva: los estudiantes, mediante la interacción con los materiales y la facilitación de las preguntas, fueron quienes recordaron e indicaron los conceptos clave (ej. precipitación, evaporación, infiltración). El facilitador se abstuvo de nombrar los conceptos principales de manera explícita, incentivando el recuerdo y la construcción de la comprensión del ciclo. Esta fase incluyó el refuerzo de conceptos básicos y la introducción de los términos escorrentía e infiltración como elementos cruciales dentro de la dinámica hídrica local.

Fase 3. Demostración práctica de la siembra de agua: la intervención culminó con la demostración experimental del sistema de siembra de agua mediante una maqueta construida específicamente para ejemplificar sus beneficios. La demostración contrastó dos escenarios simulados. El primero ejemplificó un ambiente con alta urbanización donde las edificaciones y áreas impermeabilizadas (parqueos, edificios y casas) carecen de sistemas de infiltración cercanos. En este caso, la maqueta ilustró una mayor escorrentía superficial y una consecuente menor infiltración del agua. En el segundo escenario, se observó que la implementación de sistemas de siembra de agua invierte los patrones anteriores, promoviendo una mayor infiltración y una menor escorrentía. Desde la perspectiva del manejo integrado del recurso hídrico, este segundo escenario representa la opción preferida y esencial dentro de un marco de sostenibilidad ambiental.

2.4. Instrumento de medición y análisis de datos: Impacto del taller.

La efectividad inmediata de la intervención se evaluó mediante una prueba pretest-postest aplicada a la misma población estudiantil. La prueba fue diseñada para obtener un levantamiento de datos binarios (“sí” o “no”) ante una serie de preguntas que miden conocimiento y percepción relacionadas con el recurso hídrico. Las preguntas fueron: 1. ¿Dependemos nosotros como seres humanos del agua para vivir?; 2. ¿Conoce el ciclo hidrológico?; 3. ¿Ha escuchado sobre el cambio climático?; 4. ¿Considera que el cambio climático afecta el acceso al agua?; 5. ¿Ha visto o vivido algún problema relacionado al agua en época de verano en su casa o escuela?; 6. ¿Puedo utilizar el agua de lluvia en mi casa y escuela?; y 7. ¿Conozco cómo sembrar agua de lluvia en mi casa y escuela? Para fortalecer el rigor científico del estudio, la prueba pretest-postest fue sometida a validación de contenido mediante juicio de expertos para asegurar la claridad, pertinencia y medición efectiva de las variables del estudio. Para el análisis de los datos obtenidos, se adoptó un enfoque en dos niveles:

2.4.1. Análisis descriptivo del cambio.

Para evaluar el efecto primario de las actividades realizadas, se calcularon las frecuencias relativas de respuestas positivas (“sí”) y negativas (“no”) tanto antes como después de la intervención. Posteriormente, se calculó el diferencial de la relación de respuestas de la forma “valor post – valor pre”, siguiendo la metodología de evaluación de programas ambientales (Monroe, M. C., et al., 2007). Estos diferenciales fueron multiplicados por 100 para obtener el porcentaje de cambio positivo, bajo la premisa de que el evento de alfabetización debía propiciar un efecto positivo en la comprensión de los conceptos abordados.

2.4.2. Inferencia estadística.

Para complementar el análisis descriptivo de frecuencias, se emplearon pruebas de inferencia estadística para determinar la significancia de los cambios observados. Dada la naturaleza de los datos (dicotómicos y pareados), se utilizó la prueba de Chi-cuadrado de McNemar. Esto permite afirmar si el cambio positivo observado es estadísticamente significativo, para contrastar las diferencias en las proporciones de respuestas positivas y negativas en cada ítem antes y después de la intervención. Todos los análisis estadísticos se realizaron utilizando SPSS, v.30.0.0 con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

3. Resultados y discusión

La presentación de los resultados y su discusión se ha estructurado siguiendo el orden del procedimiento metodológico de la intervención, taller de sensibilización titulado “Siembra de agua: la gota del futuro que podemos salvar”, a fin de evaluar el impacto de cada componente. Inicialmente, se analizan los hallazgos según las fases del taller: la activación de conocimiento previo, la construcción conceptual del ciclo hidrológico y la demostración práctica de la siembra de agua. Finalmente, se presenta el impacto del taller a través de una discusión integral de los resultados obtenidos a partir de la prueba pretest-postest.

3.1. Fase 1. Activación de conocimiento previo.

En la primera actividad, se evidenció que las personas estudiantes tienen muy presente lo importante que es el agua para la cotidianidad. De los seis conceptos brindados por los estudiantes (Cuadro 1), los primeros cuatro, de arriba hacia abajo, son parte de las actividades socioculturales diarias de la mayoría de los pueblos en esta parte del mundo. Con base en la frecuencia de aparición, representan más del 80% en todas las escuelas. La idea de que el agua es buena para las plantas y el suelo es primaria bajo el marco de reducción de escorrentía y aumento

de infiltración buscado con el taller por lo que tal resultado es relevante en términos de receptividad. En todo caso es interesante observar que la importancia del agua sobre plantas o animales representan ideas potencialmente abstractas en la vida de la mayoría de las personas (Pozo-Muñoz et al, 2021), que no tienen que hacer un manejo del recurso hídrico para tales fines, pero claramente, las personas participantes comprenden el peso socioeconómico de tales actividades en una sociedad moderna.

Cuadro 1.

Frecuencias absolutas de los conceptos mencionados por las personas participantes de los talleres, según institución, durante la primera dinámica.

Conceptos	Escuela Chomes		Escuela Sardinal		Escuela Santa Elena G1		Escuela Santa Elena G2	
	Frec.	Porcentaje (%)	Frec.	Porcentaje (%)	Frec.	Porcentaje (%)	Frec.	Porcentaje (%)
Para vivir en general	9	40,9	13	39,4	9	42,9	8	50,0
Para las plantas y el suelo	3	13,6	7	21,2	6	28,6	2	12,5
Hidratación corporal	4	18,2	4	12,1	2	9,5	3	18,8
Aseo diario	3	13,6	6	18,2	--	0,0	2	12,5
Consumo de animales	2	9,1	2	6,1	2	9,5	1	6,3
Preparación de alimentos	1	4,5	1	3,0	2	9,5	--	0,0
Total de respuestas	22	100,00	33	100,00	21	100,00	16	100,00

Con todas estas respuestas, las personas con las que se trabajó demuestran a la vez una preocupación por no tener el recurso hídrico siempre a disposición, al destacar, en términos generales, que sin agua no hay vida, en clara alusión a la propia vida humana. Es decir, que estas personas estudiantes, a pesar de su corta edad, ya tienen la noción de la dependencia al agua que tenemos tanto los seres humanos como los sistemas de vida modernos (Gómez Rodríguez & Fierros-González, 2018).

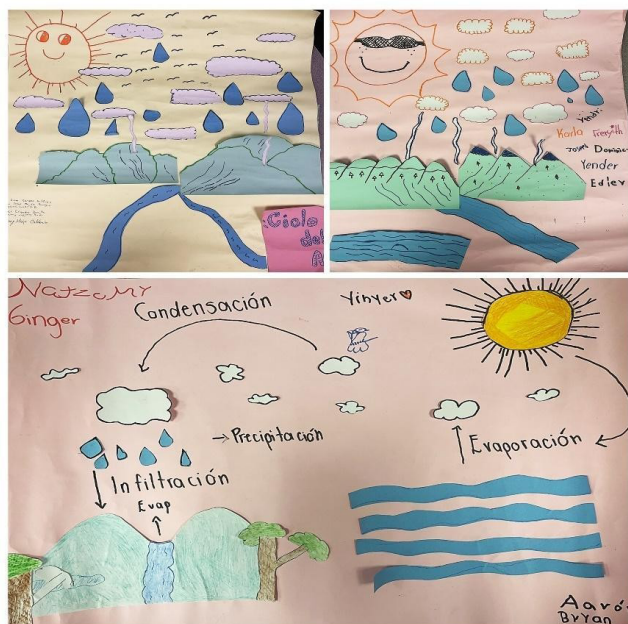
3.2. Fase 2. Construcción conceptual del ciclo hidrológico.

En la segunda parte, las personas estudiantes dibujaron y explicaron el ciclo hidrológico de forma creativa. Los conceptos de precipitación, evaporación y condensación fueron expresados claramente y se llegó a identificar que estas ideas son bien conocidas en la población estudiada (Fig. 1). El aprendizaje colaborativo es clave para trabajar en el reforza-

miento conceptual y con esta actividad, tal beneficio fue muy evidente ya que las personas estudiantes pudieron construir su conceptualización de forma dual a partir de los propios conocimientos y aquellos de sus pares. (Johnson, Johnson, & Smith, 1998; Laal & Ghodsi, 2012). Desde el punto de vista de recarga de acuíferos siempre es relevante recordar a las poblaciones con las que se trata de que las velocidades de los distintos componentes del ciclo hidrológico son diferentes y que algo, como la infiltración natural del agua de lluvia, que puede tomar minutos en ciertas condiciones, también puede tomar horas en algunas otras (Fig. 1).

Figura 1.

Ejemplos de ciclos hidrológicos desarrollados por personas estudiantes de las escuelas participantes.



En el taller se observó que las personas participantes de la escuela de Sardinal lograron determinar de manera satisfactoria las fases correspondientes al ciclo hidrológico. En la escuela de Chomes se logró determinar las fases con ayuda de los facilitadores del taller, ya que las personas participantes argumentaron que no recordaban estas etapas de manera clara. Por último, de forma interesante, en Monteverde se observó un desconocimiento completo del ciclo hidrológico, y a estas personas participantes se les dificultó nombrar las fases correspondientes. En este caso, se necesitó mayor colaboración de los facilitadores para poder efectuar la actividad. En todos los casos, sin embargo, es importante recalcar que se reforzaron dos conceptos nuevos del ciclo hidrológico como la escorrentía y la infiltración (Falkenmark & Rockström, 2006). La planificación escolar nacional sobre los ciclos globales no incluye estos términos ni las ideas que ellos conllevan, por lo que, en los talleres, además de reforzar las ideas básicas, se ofreció el elemento extra de alfabetización técnica.

3.3. Fase 3. Demostración práctica de la siembra de agua.

En la última sección del taller, durante la demostración del sistema de agua por medio de una maqueta, se logró demostrar prácticamente cómo se logra un volumen de infiltración y de escorrentía proporcional a la cantidad de áreas de siembra de agua implementadas en cada uno de los escenarios. Con esta actividad se demostró la importancia de la implementación de la técnica de siembra de agua de una manera lúdica y visual (Fig. 2).

Figura 2.

Demostración de los fenómenos de infiltración y escorrentía. Izquierda: maqueta con los dos escenarios. Derecha: demostración de sistemas de siembra de agua con las maquetas.



3.4. Impacto del taller: análisis descriptivo del cambio e inferencia estadística.

En términos analíticos, los resultados de la prueba pre-post fueron relevantes para contextualizar el impacto de las actividades realizadas. Por ejemplo, ante la pregunta ¿dependemos nosotros, como seres humanos, del agua para vivir?, toda la población estudiantil respondió afirmativamente tanto antes como después del taller. Este resultado refleja, de alguna forma, lo previamente observado en la primera dinámica del taller, en donde se había observado que la población estudiada demostró conciencia de la importancia del agua (Cuadro 1). La Prueba de McNemar confirmó que no hubo diferencias significativas en las proporciones de respuesta antes y después de la intervención en ninguna de las escuelas (Santa Elena: $p \approx 1,00$; Chomes: $p \approx 1,00$; Sardinal: $p \approx 0,48$).

Esto es esperado, ya que la conciencia fundamental sobre la dependencia del agua es un conocimiento ya arraigado, y el taller no buscaba modificar esta creencia básica.

Sin embargo, las frecuencias asociadas con otras respuestas pudieron haber sido más informativas de la población estudiada por cuanto reflejan patrones socioculturales más profundos (Shepardson et al., 2009). Por ejemplo, cuando se les preguntó a las personas estudiantes si conocían el ciclo hidrológico (Figura 3A) los diferenciales de cambio en las relaciones de respuestas de “sí” y “no” mostraron valores positivos en las escuelas de Santa Elena y Chomes, pero un registro negativo en la escuela de Sardinal. Es posible que este último valor demuestre algo de confusión en la población estudiantil de Sardinal a la hora de leer la pregunta porque en las primeras instituciones, la tendencia fue clara. La escuela de Sardinal, en todo caso, fue la única en la que las personas participantes no necesitaron ayuda de las personas facilitadoras para explicar el mismo ciclo durante la segunda sección del taller (Fase 2. Construcción conceptual del ciclo hidrológico). La prueba de McNemar indicó que el cambio positivo en la comprensión del ciclo hidrológico fue estadísticamente significativo para la Escuela de Santa Elena ($p=0,0001$) y de Chomes ($p=0,023$), mientras que no alcanzó significancia en Sardinal ($p=0,13$). De esta forma, al menos con base en las escuelas de Santa Elena y Chomes, el taller sí pareciera haber propiciado un fortalecimiento de conocimientos sobre el ciclo hidrológico.

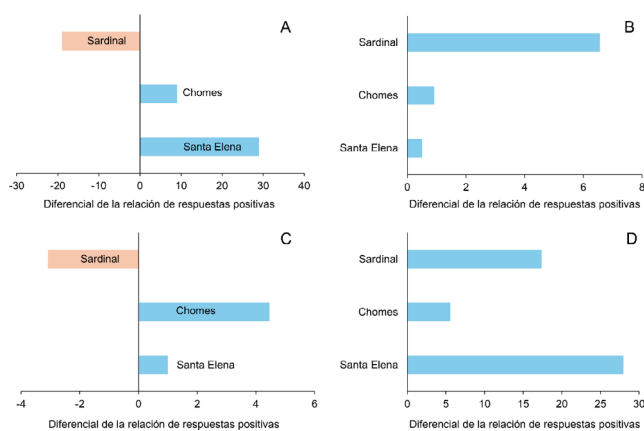
Fue interesante observar que el mismo patrón de respuesta se repitió ante la pregunta ¿ha visto algún tipo de problema relacionado al agua en época de verano en su casa o escuela? En este caso, una vez más, la escuela de Sardinal mostró un patrón inverso de respuestas post-taller, en el cual menos personas, comparativamente hablando, respondieron positivamente a la pregunta (Fig. 3C). Como no es factible que algún problema del agua desaparezca con la ejecución del taller, desde el punto de vista analítico, esta respuesta pareciera indicar, de nuevo, que hubo confusión al leer la pregunta. Pareciera ser que,

tanto en este caso como en el último, las personas estudiantes de la escuela de Sardinal no comprendieron bien de lo que se estaba hablando en la prueba pre-post. Es posible, también, que las respuestas se hayan ofrecido rápidamente, sin algún proceso racional, por parte de las personas participantes. Esto último no es raro cuando se hacen este tipo de pruebas. El mayor porcentaje de cambio observado en la escuela de Chomes, podría ser indicativo que en la parte baja de la cuenca existe una mayor conciencia sobre los temas de desabastecimiento. No obstante, la prueba de McNemar indicó que el cambio porcentual observado no fue estadísticamente significativo en ninguna de las instituciones (Santa Elena: $p=0,13$; Chomes: $p=0,25$; Sardinal: $p=0,074$). Por lo tanto, no es posible afirmar que el taller haya modificado significativamente la percepción de la problemática existente sobre el desabastecimiento en la cuenca, aunque la tendencia de cambio positivo en Chomes y Santa Elena es sugerente.

A pesar de lo anterior, fue interesante observar que el taller sí tuvo efecto en relación con preguntas directamente tratadas durante la actividad. Por ejemplo, ante la pregunta ¿puedo utilizar el agua de lluvia en mi casa y escuela?, todos los diferenciales de cambio en las respuestas fueron positivos, indicando que un mayor número de personas participantes respondió positivamente (Fig. 3B). El cambio observado fue estadísticamente significativo en las tres instituciones: Santa Elena ($p=0,013$), Chomes ($p=0,041$) y Sardinal ($p=0,0015$). En este caso, irónicamente, el mayor cambio fue observado en la escuela de Sardinal. De forma general, el taller pareciera haber fortalecido el conocimiento sobre infiltración y escorrentía, lo cual es alentador, sin embargo, sigue siendo necesario trabajar con la población para afianzar propuestas de utilización del agua de lluvia en actividades que se desarrollen en las casas y escuelas. (Fundación Canal, 2020). Es muy conocido que, en estos temas, la acción individual o grupal es independiente de la racionalización temática, y para lo primero, hay que trabajar mucho en temas de empoderamiento sociocultural.

Figura 3.

Valores de cambio en la relación de respuestas positivas a negativas observados después de los talleres en la población estudiada. A. ¿Conoce el ciclo hidrológico? B. ¿Puedo utilizar el agua de lluvia en mi casa y escuela? C. ¿Ha visto algún tipo de problema relacionado al agua en época de verano en su casa o escuela? D. ¿Conozco cómo sembrar agua de lluvia en mi casa y escuela?



El último patrón de cambio positivo, también fue observado en el caso de la pregunta ¿conozco cómo sembrar agua de lluvia en mi casa y escuela? (Fig. 3D). En este caso, ante una pregunta directa sobre manejo de escorrentía a partir del incremento en infiltración, la magnitud de todos los diferenciales fue la mayor, lo cual sugiere que este aspecto puntual fue el de mayor impacto durante el taller. Este cambio positivo fue, además, estadísticamente significativo para las tres escuelas: Santa Elena ($p < 0,0001$), Chomes ($p = 0,008$) y Sardinal ($p = 0,0025$). Lo anterior tiene sentido tomando en cuenta que el taller se centró en tal temática, y muestra el poder de la educación en tópicos de orden ambiental, como facilitador de cambio de intención o prácticas de conservación de recursos naturales (Rodríguez & Gómez, 2018). En este caso, el mayor valor fue observado en la escuela de Santa Elena, lo que sugiere que a pesar de que las personas participantes en esta institución tenían conocimiento de que el agua de lluvia se puede usar, no necesariamente sabían que existía una simple técnica para favorecer la infiltración y disminuir la escorrentía. En el caso

de Sardinal, pareciera que el desconocimiento fue mayor, ya que abarcó ambos temas de forma similar.

Finalmente, como parte de la prueba pre-post, se incluyeron las preguntas ¿ha escuchado sobre el cambio climático? y ¿considera que el cambio climático afecta el acceso al agua? Ambas preguntas fueron incluidas como una estrategia para evaluar el grado de integración conceptual en las personas estudiantes con un tema de orden global (Sol, 2019). En el primer caso, los porcentajes de respuestas positivas tuvieron promedios de 94% y 96% antes y después del taller, indicando que las personas estudiantes si han escuchado sobre cambio climático. La prueba de McNemar no detectó diferencias significativas en esta pregunta de conocimiento general (Santa Elena: $p = 0,25$; Chomes: $p = 0,25$; Sardinal: $p = 1,00$), lo cual se puede deber al alto grado de exposición previa al concepto en sus entornos cotidianos (escuela, casa, familiares, etc.), lo que resultó en un conocimiento de base ya consolidado. En el segundo caso, el porcentaje de respuestas positivas aumentó un 35% y un 80% en las escuelas de Santa Elena y Chomes, respectivamente, pero disminuyó un 57% en la escuela de Sardinal, con un subsecuente aumento de cinco veces en la frecuencia de respuestas negativas. La inferencia estadística mostró que el incremento en la conciencia sobre el impacto del cambio climático en el acceso al agua fue estadísticamente significativo solo en la Escuela de Santa Elena ($p = 0,023$), pero no en Chomes ($p = 0,13$). En contraste, el cambio de patrón en la Escuela de Sardinal, caracterizado por un aumento en las respuestas negativas, resultó ser estadísticamente significativo ($p = 0,0015$). Los datos generales una vez más sugieren que el taller ha tenido un impacto en temas de integración conceptual, pero el caso de la escuela de Sardinal, los resultados siguieron siendo mixtos. Quizás, para esta institución, se haya requerido haber abordado otros aspectos, de orden sociocultural o incluso socioeconómico del entorno escolar, para tener más insumos de análisis. Sin embargo, independientemente de lo anterior, los datos acá presentados, muestran que el poder de actividades de alfabetización temática en escuelas es muy relevante para alfabetizar por un lado y para generar intención de cambio por otro.

4. Conclusiones

El manejo de aspectos relacionados con la disminución de la escorrentía de agua de lluvia a partir de un aumento en la infiltración localizada en la zona general del CBPC es clave para ofrecer un manejo integrado al recurso hídrico en tal zona del país (Márquez & Bach, 2007). Es claro que un único taller sobre estos temas no necesariamente tendrá el impacto zonal que se espera, pero lo acá expuesto demuestra claramente que las actividades de alfabetización temática pueden impactar a las personas en edad escolar de la zona. Cuando estos talleres parten de una perspectiva sensible a las realidades socioculturales del entorno, su ejecución fluye con dinamismo y su impacto puede permanecer en la memoria de las personas participantes. La experiencia de este trabajo muestra las posibilidades, pero necesita de una integración más orgánica en la estructura curricular de la educación pública, lo cual seguramente, en todo caso, también requiera de educar a las personas educadoras.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Vicerrectoría de Acción Social de la Universidad de Costa Rica, a través del proyecto ED-3655 Siembra de agua: la gota del futuro que podemos salvar. Se agradece al Instituto Monteverde, en particular a Aníbal Torres Leitón por facilitar los contactos con las escuelas participantes. También se extiende las gracias a Ensio Pérez Chinchilla, de la Escuela de Ingeniería de Biosistemas de la Universidad de Costa Rica, por el apoyo técnico en la elaboración de las maquetas. Finalmente, se agradece al Dr. Carlos Rojas Alvarado por las ayudas brindadas en versiones previas del manuscrito.

6. Referencias bibliográficas

Aguilar Arguedas, A., Valerio Hernández, V., Molina-Murillo, S., y Rodríguez Acosta, F. (2020). Adaptación ante el cambio climático por entes operadores del servicio de agua potable: Casos

en Barva y Quepos. *Ambientico*, 274, 38-43.

Alvarado Gamboa, L. (2021). Proyecciones de cambio climático regionalizadas para Costa Rica (Escenarios RCP-2.6 y RCP8.5). IMN-PNUD.

Bardales, J, Peña, F., Gutiérrez-Ojeda, C. (2020). Siembra y cosecha de agua (SyCA), técnicas ancestrales que solucionan problemas del siglo XXI. *Proceedings of the 18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology (2020)*, 1, 1-9.

Borge-Leandro, D. (2025). Infraestructura verde para el control pluvial como medida de adaptación al cambio climático. *Tecnología en Marcha*, 38(1), 104-114. <https://doi.org/10.18845/tm.v38i1.7049>

Martos-Rosillo, S., y Durán, J. (Eds.). (2022). *Siembra y Cosecha de Agua en Iberoamérica*. Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

Morera-Beita, C., Sandoval-Murillo, L., y Alfaro-Alvarado, L. (2021). Evaluación de corredores biológicos en Costa Rica: estructura de paisaje y procesos de conectividad-fragmentación. *Revista Geográfica de América Central*, 66(1), 106-132. <https://doi.org/10.15359/rgac.66-1.5>

Carrasco-Huamán, M. (2022). Aprendizaje cooperativo como estrategia de enseñanza. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(6-2), 157-166. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.6-2.1373>

Delgado, C. (2022). Estrategias didácticas para fortalecer el pensamiento creativo en el aula: Un estudio meta-analítico. *Revista de Investigación Educativa*, 1(4).

- Falkenmark, M., y Rockström, J. (2006). The new blue and green water paradigm: Breaking new ground for water resources planning and management. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 132(3), 129–132. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9496\(2006\)132:3\(129\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9496(2006)132:3(129))
- Gómez Rodríguez, H., y Fierros-González, R. (2018). Percepción del agua en niños de una institución preescolar privada en Guadalajara, México. *Pensamiento Actual*, 18(31), 88-101. <https://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/756>
- Fundación Canal. (2020). *Guía de actividades educativas sobre el agua*. Fundación Canal.
- Johnson, D., Johnson, R., y Smith, K.. (1998). Cooperative learning returns to college: What evidence is there that it works? *Change: The Magazine of Higher Learning*, 30(4), 26-35.
- Laal, M., y Ghodsi, S. (2012). Benefits of collaborative learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 31, 486–490.
- Márquez, C., y Bach, J. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 15(3), 280-286.
- Monroe, M., et al. (2007). Evaluating experiential environmental education programs for children. *The Journal of Environmental Education*, 38(4), 3-14.
- Ordoñez Gálvez, J. (2011). *Cartilla técnica: ciclo hidrológico*. Sociedad Geográfica de Lima.
- Pozo-Muñoz, M., Velasco-Martínez, L., Martín-Gámez, C., y Tójar-Hurtado, J. (2021). ¿Qué sabe el alumnado sobre las problemáticas socioambientales del agua y su gestión sostenible? Investigación mixta en educación primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3501. [tps://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3501](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3501)
- Rodríguez, L., y Gómez, A. (2018). Talleres educativos como herramienta para la alfabetización hídrica: Un enfoque práctico. *Revista de Educación Ambiental*.
- Shepardson, D., et al. (2009). Students' conceptions of the water cycle and water conservation. *International Journal of Science Education*, 31(4), 621–643.
- Sol, C. (2019). Integración del cambio climático en programas educativos en zonas vulnerables. *Revista de Educación y Cambio Climático*, 15(2), 45-58.
- Trenberth, K. (2011). Changes in precipitation with climate change. *Climate Research*, 47, 123-138. <https://doi.org/10.3354/cr00953>
- Vargas, A., y Aguilar, T. (2011). Impacto de la variabilidad climática sobre la recarga a los acuíferos en la cuenca del Río Poás, Valle Central, Costa Rica. *Revista Geológica de América Central*, 27, 75-83. <https://doi.org/10.15517/rgac.v0i27.7806>
- Villalobos Villalobos, Dany. (2018). Experiencias comunitarias en defensa del agua en distritos rurales de Puntarenas, Costa Rica (2005-2017). *Revista Rupturas*, 8(1), 123-158. <https://dx.doi.org/10.22458/rr.v8i1.1976>
- Zapperi, P. (2022). *Manejo del escurrimiento de aguas pluviales desde la perspectiva de la planificación urbana*. *Revista de Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 23(1), 301–314. <https://doi.org/10.15517/riha.v23i1.47647>