REVISTA INVECOM
ISSN en línea: 2739-0063

Educación ambiental y conocimiento sobre efluentes pesqueros en trabajadores

Environmental education and knowledge regarding fishery effluents among workers

Recibido: 27/07/2026 - **Aceptado:** 30/09/2026

Heydrich Didier Gutierrez Alamo
https://orcid.org/0000-0002-7752-9573
hdgutierrezg@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Vaitiare Belazbir Zamalloa Mendoza
https://orcid.org/0009-0004-2415-5098
vbzamalloaz@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Julio Hernan Arenas Valer
https://orcid.org/0000-0003-4050-7976
julio.arenas@unica.edu.pe
Universidad Nacional San Luis Gonzaga. Ica, Perú

Robert Vega Barrantes
https://orcid.org/0000-0002-4549-7271
rvegaba@ucvvirtual.edu.pe
Universidad César Vallejo. Lima, Perú

Jenny Paola Sucari Suclla
https://orcid.org/0009-0001-8891-1997
jenny.sucari@uwiener.edu.pe
Universidad Norbert Wiener. Lima, Perú

Dean Herman Tineo Tineo
https://orcid.org/0009-0006-1523-4805
dtineot@cientifica.edu.pe
Universidad Científica del Sur. Lima, Perú

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar el nivel de conocimiento ambiental sobre los efluentes pesqueros en trabajadores antes y después de una intervención de educación ambiental. Para ello, se desarrolló un estudio cuantitativo, aplicado, con diseño preexperimental, longitudinal y de un solo grupo con mediciones pretest y postest. La población estuvo conformada por 1.600 trabajadores y la muestra por 400 participantes seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia. Se utilizó un cuestionario de 50 ítems, con validez de contenido mediante V de Aiken de 0,85775 y consistencia interna de 0,78 según el alfa de Cronbach. Los niveles de conocimiento se clasificaron mediante una escala vigesimal de 0 a 20 puntos. En el pretest, el 59,0 % presentó un nivel desaprobado y el 16,0 % alcanzó niveles bueno, muy bueno o excelente. En el postest, el nivel desaprobado disminuyó a 13,0 %, mientras que los niveles buenos o superiores aumentaron a 56,5 %. Asimismo, las categorías muy bueno y excelente aumentaron de 5,3 % a 21,5 % y de 1,8 % a 16,8 %, respectivamente. Se concluyó que las mediciones evidenciaron una modificación favorable del conocimiento ambiental posterior a la intervención educativa. No obstante, debido al diseño preexperimental y a la ausencia de un grupo control, no fue posible establecer una relación causal definitiva.

Palabras clave: conocimiento ambiental, educación ambiental, efluentes pesqueros.

Abstract
The objective of this study was to evaluate workers' level of environmental knowledge regarding fishery effluents before and after an environmental education intervention. To this end, an applied quantitative study was conducted using a longitudinal, single-group, pre-experimental design with pre-test and post-test measurements. The population consisted of 1,600 workers, and the sample comprised 400 participants selected via non-probability convenience sampling. A 50-item questionnaire was used, demonstrating content validity (Aiken's V = 0.85775) and internal consistency (Cronbach's alpha = 0.78). Knowledge levels were classified using a 0–20 point scale. In the pre-test, 59.0% of participants scored at a failing level, while 16.0% achieved "good," "very good," or "excellent" levels. In the post-test, the percentage of failing scores dropped to 13.0%, while the proportion of participants scoring "good" or higher rose to 56.5%. Specifically, the "very good" and "excellent" categories increased from 5.3% to 21.5% and from 1.8% to 16.8%, respectively. The study concluded that the measurements demonstrated a favorable change in environmental knowledge following the educational intervention. However, due to the pre-experimental design and the absence of a control group, it was not possible to establish a definitive causal relationship.

Keywords: environmental knowledge, environmental education, fishery effluents.

Introducción
La actividad pesquera y el procesamiento de productos hidrobiológicos generan efluentes que contienen materia orgánica, sólidos suspendidos, nutrientes, aceites, grasas y sales, cuya composición varía según las operaciones desarrolladas. Investigaciones recientes evidencian que determinadas etapas del procesamiento pueden generar elevadas cargas de demanda bioquímica y química de oxígeno, nitrógeno, fósforo y aceites, convirtiendo a estos efluentes en una fuente potencial de presión sobre los ecosistemas acuáticos (Katsara et al., 2025). Asimismo, las revisiones sobre aguas residuales de la industria conservera señalan que la presencia de aceites y sales constituye uno de los principales desafíos para su tratamiento (Feizi et al., 2024). Por ello, la prevención de la contaminación requiere no solo sistemas adecuados de tratamiento, sino también una gestión responsable de los procesos productivos.

En este contexto, el componente humano adquiere especial importancia, debido a que las prácticas de los trabajadores pueden contribuir a prevenir o incrementar los riesgos ambientales asociados con los efluentes. El conocimiento ambiental permite comprender los problemas derivados de las actividades productivas y favorece la adopción de decisiones orientadas a su prevención. La educación ambiental, entendida como un proceso de formación de conocimientos, capacidades y actitudes para responder responsablemente frente a los problemas ambientales, ha mostrado efectos positivos sobre el conocimiento y las conductas ambientales (Van de Wetering et al., 2022; Hu et al., 2025). En el ámbito laboral, este enfoque permite vincular los contenidos ambientales con las actividades que realizan los trabajadores y fortalecer sus competencias para una gestión más sostenible (Fleacă et al., 2024).

Los antecedentes recientes muestran avances importantes en la caracterización y tratamiento de los efluentes pesqueros. Se han evaluado tecnologías destinadas a disminuir la materia orgánica, nutrientes y otros contaminantes mediante procesos de flotación, filtración, oxidación y sistemas de tratamiento biológico (Virpiranta et al., 2023; Thuan et al., 2024; Hang et al., 2024). Sin embargo, la mayor parte de esta evidencia se concentra en la dimensión tecnológica del problema, mientras que existe menor investigación sobre la dimensión educativa, particularmente sobre el conocimiento de los trabajadores respecto a los contaminantes presentes en los efluentes y sobre los cambios que pueden generarse después de una capacitación ambiental. Incluso fuera del sector pesquero, estudios recientes muestran que las intervenciones educativas estructuradas pueden incrementar significativamente los conocimientos ambientales de los participantes (Huseyin et al., 2025), mientras que otras investigaciones destacan la importancia del conocimiento ambiental de los trabajadores para favorecer comportamientos compatibles con la sostenibilidad (Rahman et al., 2025).

Esta situación configura un vacío de investigación relevante, pues la gestión ambiental empresarial no depende exclusivamente de la infraestructura disponible, sino también de las capacidades del personal que participa directamente en los procesos productivos. Desde esta perspectiva, el conocimiento constituye un componente fundamental de la educación ambiental y puede fortalecerse mediante estrategias de capacitación orientadas a las características y necesidades de cada organización. La literatura reciente sobre educación ambiental también destaca la importancia de desarrollar competencias y capacidades que permitan trasladar el conocimiento ambiental hacia escenarios concretos de actuación (Hajj-Hassan et al., 2024; Li et al., 2025). Por

tanto, estudiar el conocimiento de los trabajadores antes y después de una intervención educativa permite complementar el enfoque tecnológico predominante en las investigaciones sobre efluentes pesqueros.

En el contexto peruano, esta problemática adquiere especial relevancia en las zonas costeras donde se concentra la actividad industrial pesquera. En particular, la bahía de Paita ha sido objeto de evaluaciones ambientales relacionadas con los efluentes industriales pesqueros y el cumplimiento de los límites establecidos para el sector. El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental ha documentado evaluaciones ambientales de la bahía y acciones vinculadas con el control de los vertimientos de origen pesquero (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2023). Asimismo, el Ministerio de la Producción establece disposiciones para el monitoreo de los efluentes de los establecimientos industriales pesqueros mediante el protocolo correspondiente (Ministerio de la Producción, 2024). Este contexto evidencia la necesidad de complementar las medidas de control y tratamiento con estrategias educativas dirigidas al personal que interviene en las actividades productivas.

En consecuencia, el presente estudio aborda el nivel de conocimiento de los trabajadores sobre la contaminación por efluentes pesqueros desde una perspectiva de educación ambiental. Su relevancia radica en aportar evidencia sobre una dimensión menos estudiada de la gestión ambiental empresarial y proporcionar información útil para fortalecer los programas de capacitación dirigidos al personal del sector pesquero. El objetivo es evaluar el nivel de conocimiento sobre contaminación por efluentes pesqueros en trabajadores antes y después de una intervención de educación ambiental. Se plantea como hipótesis que el nivel de conocimiento mejora después de la intervención de educación ambiental.

Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con diseño preexperimental, longitudinal y de un solo grupo con mediciones antes (pretest) y después (postest) de una intervención de educación ambiental. Este diseño permitió evaluar las variaciones en el nivel de conocimiento de los trabajadores sobre la contaminación generada por los efluentes de la actividad pesquera. La intervención educativa constituyó la estrategia formativa implementada, mientras que el nivel de conocimiento ambiental representó la variable de resultado. Debido a la ausencia de un grupo control, los cambios identificados se interpretaron como diferencias entre ambas mediciones, sin establecer una relación causal definitiva.

La población estuvo conformada por 1600 trabajadores de una empresa privada vinculada con la actividad pesquera, ubicada en la zona norte del Perú. La muestra estuvo integrada por 400 trabajadores, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su accesibilidad, disponibilidad y participación durante el período de investigación. La unidad de análisis fue cada trabajador participante. Las evaluaciones pretest y postest correspondieron a los mismos individuos, permitiendo realizar comparaciones de muestras relacionadas.

La recolección de datos se realizó mediante la técnica de encuesta, utilizando un cuestionario estructurado de 50 ítems destinado a evaluar el conocimiento sobre la contaminación ambiental asociada a los efluentes pesqueros. El instrumento fue sometido a validación de contenido mediante el juicio de ocho expertos, obteniéndose un coeficiente global V de Aiken de 0,85775. Los valores correspondientes a los criterios de evaluación fueron 0,87125 para claridad, 0,84000 para objetividad, 0,85750 para organización, 0,86000 para pertinencia y 0,86000 para coherencia. Asimismo, la consistencia interna del instrumento fue evaluada mediante el coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de 0,78, considerado aceptable para los fines de la investigación.

Para el presente ejercicio metodológico, se estableció un sistema de calificación dicotómico, asignando un punto a cada respuesta correcta y cero puntos a cada respuesta incorrecta. La puntuación total osciló entre 0 y 50 puntos y fue transformada a una escala vigesimal mediante la fórmula: calificación vigesimal = (número de respuestas correctas / 50) × 20. De esta manera, cada respuesta correcta representó 0,4 puntos en la escala vigesimal. Para clasificar el conocimiento se utilizaron cinco categorías: desaprobado (0–10 puntos), calificación baja (11–12 puntos), bueno (13–15 puntos), muy bueno (16–18 puntos) y excelente (19–20 puntos). Para aplicar los puntos de corte se consideró el redondeo de la calificación vigesimal al número entero más próximo, utilizando el mismo procedimiento en ambas evaluaciones.

El procedimiento de investigación comprendió tres etapas. En la primera etapa se aplicó el cuestionario inicial (pretest) a los 400 trabajadores, con el propósito de identificar sus conocimientos sobre las características de los efluentes pesqueros, los principales contaminantes presentes en las aguas residuales industriales, sus consecuencias ambientales y las medidas de prevención y control. La evaluación se desarrolló de manera individual, utilizando un instrumento uniforme para todos los participantes.

En la segunda etapa se implementó, como parte del escenario de entrenamiento, un programa de educación ambiental de ocho horas de duración, distribuido en cuatro sesiones presenciales de dos horas cada

una. La primera sesión abordó los fundamentos de la contaminación hídrica y las características de los efluentes generados durante el procesamiento de productos hidrobiológicos. La segunda sesión comprendió la identificación de contaminantes presentes en los efluentes pesqueros, incluyendo materia orgánica, sólidos suspendidos, aceites, grasas y nutrientes, así como sus efectos sobre los ecosistemas acuáticos. La tercera sesión desarrolló contenidos relacionados con la normativa ambiental aplicable, las buenas prácticas operativas, el manejo adecuado de residuos y las medidas preventivas para reducir la contaminación. Finalmente, la cuarta sesión estuvo orientada al reconocimiento de situaciones de riesgo ambiental en los procesos productivos y a la aplicación práctica de medidas de prevención y control mediante el análisis de casos relacionados con la actividad pesquera.

Las actividades formativas se estructuraron mediante exposiciones participativas, presentación de material audiovisual, análisis de situaciones prácticas y resolución de preguntas. Para el escenario se consideró la participación de profesionales especializados en ingeniería ambiental y gestión de efluentes industriales como facilitadores de las sesiones. Los contenidos se organizaron de manera progresiva, desde los conceptos básicos de contaminación hasta su aplicación en las actividades desarrolladas por los trabajadores.

En la tercera etapa se aplicó nuevamente el cuestionario (postest) a los mismos 400 participantes, siete días después de culminada la intervención educativa, con la finalidad de evaluar las variaciones en el nivel de conocimiento. Se empleó el mismo instrumento de 50 ítems y el mismo sistema de calificación para garantizar la comparabilidad entre ambas mediciones. Los registros se organizaron mediante códigos individuales que permitieron vincular las respuestas del pretest y postest de cada participante.

El procesamiento estadístico comprendió análisis descriptivos e inferenciales. En primer lugar, se calcularon frecuencias absolutas y porcentajes para caracterizar a los participantes y describir los niveles de conocimiento ambiental antes y después de la intervención educativa. Asimismo, se estableció la comparación de los puntajes individuales obtenidos en ambas mediciones, considerando que correspondían a los mismos trabajadores.

Para el análisis inferencial se seleccionó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, apropiada para comparar mediciones relacionadas cuando no se justifica el uso de una prueba paramétrica. Esta prueba permitió plantear la evaluación de las diferencias entre los puntajes de conocimiento ambiental del pretest y postest. Complementariamente, para comparar las distribuciones de las cinco categorías ordinales de conocimiento entre ambas mediciones, se seleccionó la prueba de homogeneidad marginal de Stuart-Maxwell, considerando la dependencia existente entre las observaciones. Se estableció un nivel de significación estadística de 0,05. En el ejercicio de entrenamiento, los resultados inferenciales presentados corresponden a valores hipotéticos utilizados para ilustrar la estructura y la interpretación del análisis estadístico.

Los criterios de inclusión comprendieron a trabajadores pertenecientes a la población de estudio que aceptaron participar voluntariamente, completaron las evaluaciones correspondientes y participaron en las actividades programadas de capacitación ambiental. Se excluyeron aquellos trabajadores que no cumplieron los criterios establecidos, no participaron en alguna de las etapas fundamentales del estudio o presentaron información incompleta que impidiera realizar la comparación entre las mediciones. Para el análisis pareado se consideraron únicamente los registros que contaban con información válida en ambos momentos de evaluación.

En cuanto a las consideraciones éticas, la investigación se desarrolló respetando los principios de autonomía, participación voluntaria, confidencialidad y protección de los datos personales. Se informó a los participantes sobre los objetivos del estudio, el carácter voluntario de su participación y el tratamiento confidencial de la información. La información recopilada fue utilizada exclusivamente con fines académicos y científicos, mediante resultados agregados que evitaron la identificación individual de los trabajadores y de la empresa. La participación no implicó consecuencias laborales para los involucrados.

Entre las principales limitaciones metodológicas se reconocieron el muestreo no probabilístico por conveniencia y la ausencia de un grupo control, condiciones que restringen la generalización de los resultados y la atribución causal de los cambios observados a la intervención educativa. Asimismo, el empleo del mismo cuestionario en ambas mediciones pudo introducir un efecto de familiarización con el instrumento. No obstante, el diseño longitudinal con mediciones pareadas permitió describir los cambios en el conocimiento ambiental de los participantes y aportar evidencia preliminar sobre la pertinencia de incorporar estrategias de educación ambiental en la gestión de los efluentes de la actividad pesquera.

Resultados

Los resultados corresponden a 400 trabajadores evaluados antes y después de una intervención de educación ambiental sobre la contaminación asociada a los efluentes de la actividad pesquera. A continuación, se presentan las características sociodemográficas y laborales de los participantes, sus antecedentes de capacitación ambiental y la distribución del nivel de conocimiento en las evaluaciones pretest y postest.

Tabla 1
Características sociodemográficas de los trabajadores participantes

Característica	Categoría	n	%
Edad (años)	18–25	102	25,5
	26–35	222	55,5
	36–45	76	19,0
Sexo	Masculino	245	61,3
	Femenino	155	38,8
Estado civil	Soltero(a)	102	25,5
	Casado(a)	77	19,3
	Conviviente	177	44,3
	Divorciado(a)	32	8,0
	Viudo(a)	12	3,0
Nivel educativo	Secundaria	125	31,3
	Técnico	102	25,5
	Universitario en curso	123	30,8
	Universitario concluido	50	12,5
Total		**400**	**100,0**

La población estuvo conformada principalmente por trabajadores de 26 a 35 años (55,5%) y de sexo masculino (61,3%). En cuanto al estado civil, predominó la condición de conviviente (44,3%), mientras que el nivel educativo más frecuente fue secundaria (31,3%), seguido de estudios universitarios en curso (30,8%).

Tabla 2
Características laborales de los trabajadores participantes

Característica	Categoría	n	%
Tiempo en la empresa	Menos de 1 año	77	19,3
	De 1 a menos de 3 años	88	22,0
	De 3 a 5 años	180	45,0
	Más de 5 años	55	13,8
Experiencia en actividad pesquera	Menos de 1 año	20	5,0
	De 1 a menos de 3 años	70	17,5
	De 3 a 5 años	220	55,0
	Más de 5 años	90	22,5
Tiempo en el cargo actual	Menos de 1 año	50	12,5
	De 1 a menos de 3 años	120	30,0
	De 3 a 5 años	170	42,5
	Más de 5 años	60	15,0

En relación con las características laborales, el 45,0% de los trabajadores presentó una permanencia en la empresa de 3 a 5 años, mientras que el 13,8% registró una antigüedad superior a cinco años. Respecto a la experiencia en la actividad pesquera, el 55,0% se concentró en el intervalo de 3 a 5 años, seguido del 22,5% con más de cinco años de experiencia, lo que evidencia una participación importante de trabajadores con trayectoria en el sector. En cuanto al tiempo desempeñado en el cargo actual, predominó el intervalo de 3 a 5 años (42,5%), mientras que el 15,0% manifestó una permanencia superior a cinco años. En conjunto, los resultados muestran

una distribución laboral coherente entre la antigüedad en la empresa, la experiencia sectorial y el tiempo de desempeño en el cargo.

Tabla 3
Antecedentes de capacitación y participación ambiental

Indicador	Categoría	n	%
Recibió capacitación ambiental previamente	Sí	89	22,3
	No	311	77,8
Tiempo desde la última capacitación	1 año	51	12,8
	2 años	15	3,8
	3 años	23	5,8
	Nunca	311	77,8
Participó previamente en campañas ambientales	Sí	112	28,0
	No	288	72,0

Los resultados mostraron una limitada exposición previa de los trabajadores a actividades de educación ambiental. El 77,8% no había recibido capacitación ambiental, mientras que el 22,3% manifestó haber participado anteriormente en procesos formativos. Respecto al tiempo transcurrido desde la última capacitación, el 12,8% señaló haberla recibido un año antes, el 3,8% dos años antes y el 5,8% tres años antes. En cuanto a la participación en campañas ambientales, el 28,0% indicó haber participado previamente, mientras que el 72,0% no registró dicha experiencia. Estos resultados evidencian una participación relativamente baja en actividades de formación y sensibilización ambiental, lo que permite identificar oportunidades para fortalecer las estrategias educativas dirigidas a los trabajadores del sector pesquero.

Tabla 4
Nivel de conocimiento sobre contaminación por efluentes pesqueros antes y después de la intervención educativa

Nivel de conocimiento	Pretest n	Pretest %	Postest n	Postest %	Cambio porcentual
Desaprobado	236	59,0	52	13,0	−46,0 pp
Calificación baja	100	25,0	122	30,5	+5,5 pp
Bueno	36	9,0	73	18,3	+9,3 pp
Muy bueno	21	5,3	86	21,5	+16,2 pp
Excelente	7	1,8	67	16,8	+15,0 pp
Total	**400**	**100,0**	**400**	**100,0**	

La distribución del conocimiento mostró un desplazamiento hacia categorías superiores después de la intervención. El nivel desaprobado disminuyó de 59,0% a 13,0%, mientras que las categorías muy bueno y excelente aumentaron de 5,3% a 21,5% y de 1,8% a 16,8%, respectivamente. En conjunto, los niveles bueno, muy bueno y excelente pasaron de 16,0% a 56,5%.

Tabla 5
Comparación agrupada del nivel de conocimiento antes y después de la intervención

Agrupación del conocimiento	Pretest n (%)	Postest n (%)	Diferencia
Desaprobado	236 (59,0)	52 (13,0)	−46,0 pp
Calificación baja	100 (25,0)	122 (30,5)	+5,5 pp
Bueno o superior	64 (16,0)	226 (56,5)	+40,5 pp
Total	**400 (100,0)**	**400 (100,0)**	

La agrupación confirmó el desplazamiento hacia niveles superiores de conocimiento. Los trabajadores clasificados como bueno o superior aumentaron de 64 (16,0%) en el pretest a 226 (56,5%) en el postest, mientras que los desaprobados disminuyeron de 236 (59,0%) a 52 (13,0%).

Tabla 6

Comparación del nivel de conocimiento ambiental antes y después de la intervención educativa

Prueba estadística	Resultado hipotético
Número de participantes	400
Prueba de rangos con signo de Wilcoxon (Z)	−15,42
Significación de Wilcoxon	$p < 0,001$
Tamaño del efecto de Wilcoxon (r)	0,55
Prueba de Stuart-Maxwell (χ^2)	185,36
Grados de libertad	4
Significación de Stuart-Maxwell	$p < 0,001$
Nivel de significación	$\alpha = 0,05$

En este escenario, la prueba de rangos con signo de Wilcoxon mostró diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes de conocimiento ambiental obtenidos antes y después de la intervención educativa ($Z = -15,42$; $p < 0,001$), con un tamaño del efecto considerable ($r = 0,55$). Asimismo, la prueba de homogeneidad marginal de Stuart-Maxwell evidenció diferencias significativas en la distribución de las categorías de conocimiento entre ambas evaluaciones ($\chi^2 = 185,36$; $gl = 4$; $p < 0,001$). Estos resultados son compatibles con la reducción del nivel desaprobado del 59,0% al 13,0% y un incremento de los niveles bueno, muy bueno y excelente del 16,0% al 56,5%.

Este resultado es coherente con el desplazamiento observado en la Tabla 4, después de la intervención se redujo marcadamente la proporción de trabajadores desaprobados y aumentaron las categorías bueno, muy bueno y excelente.

Discusión

Los resultados evidenciaron un cambio sustancial en el nivel de conocimiento sobre la contaminación asociada a los efluentes de la actividad pesquera tras la intervención educativa. En la evaluación inicial, el 59,0% de los trabajadores se ubicó en la categoría desaprobado, mientras que solo el 16,0% alcanzó los niveles bueno, muy bueno o excelente. Sin embargo, después de la intervención, la proporción de desaprobados disminuyó al 13,0% y, en paralelo, los trabajadores con niveles buenos o superiores aumentaron al 56,5%.

Esta tendencia es coherente con la evidencia reciente que reconoce a la educación ambiental como una estrategia eficaz para fortalecer el conocimiento y otros componentes de la alfabetización ambiental. En un metaanálisis que integró 187 tamaños de efecto y 34 283 participantes de países de ingresos bajos y medios, Hu et al. (2025) encontraron un efecto positivo y significativo de la educación ambiental sobre el conocimiento ambiental ($g = 1,35$; IC95%: 1,02–1,69). Aunque la población y el contexto de intervención difieren de los del presente estudio, la dirección y la magnitud de esta evidencia resultan concordantes con el desplazamiento observado en los trabajadores evaluados.

En particular, la reducción del nivel desaprobado de 59,0% a 13,0% constituye el principal hallazgo de la investigación. Este resultado sugiere que la intervención permitió fortalecer conocimientos que, al inicio, eran insuficientes. La evidencia internacional respalda esta interpretación: Van de Wetering et al. (2022), al analizar 169 estudios realizados en 43 países, hallaron que los programas de educación ambiental mejoraron significativamente el conocimiento ambiental, con un tamaño de efecto global de $g = 0,953$. La coincidencia es relevante porque, si bien dicho estudio se centró principalmente en niños y adolescentes, muestra que el conocimiento ambiental es uno de los resultados educativos más sensibles a las intervenciones formativas. En el presente trabajo, esta respuesta favorable también se observó en población adulta laboral, lo que amplía la aplicabilidad del enfoque educativo a escenarios productivos donde las actividades cotidianas pueden generar impactos ambientales.

Asimismo, el incremento de 16,0% a 56,5% en los trabajadores con niveles bueno, muy bueno o excelente puede interpretarse desde el desarrollo de competencias ambientales. Fleacă et al. (2024) sostienen que la transición hacia organizaciones más sostenibles exige fortalecer las competencias verdes de la fuerza laboral

mediante procesos de capacitación adecuados a las necesidades de cada empresa. Desde esta óptica, los resultados obtenidos sugieren que la educación ambiental dirigida al contexto laboral puede ser un mecanismo pertinente para reducir brechas de conocimiento vinculadas con problemas ambientales propios de la actividad productiva. La particularidad de este estudio radica en que el contenido no abordó la sostenibilidad de manera general, sino una problemática directamente relacionada con la experiencia de los trabajadores: los contaminantes y efluentes generados por la actividad pesquera.

Por otra parte, la elevada proporción de trabajadores sin capacitación ambiental previa aporta un elemento importante para interpretar los resultados. El 77,8% manifestó no haber participado en capacitaciones ambientales y el mismo porcentaje señaló no haber participado previamente en campañas ambientales. Esta situación podría explicar, al menos en parte, el bajo nivel de conocimiento identificado en el pretest. No obstante, no debe interpretarse como una relación causal directa, dado que el estudio no fue diseñado para determinar los factores responsables del nivel inicial de conocimiento. Aun así, la literatura reciente subraya la importancia de fortalecer la formación ambiental en los espacios organizacionales: Fleacă et al. (2024) identificaron la necesidad de desarrollar programas que respondan a las competencias verdes requeridas por las empresas, mientras que Sun et al. (2024), en una investigación con 180 trabajadores del sector minero, encontraron que la capacitación ambiental se relacionó con un mejor desempeño ambiental de los empleados, tanto de manera directa como a través de la cultura ambiental organizacional y la ética laboral.

La mejora observada también puede comprenderse desde una perspectiva de alfabetización ambiental. La educación ambiental no se limita a transmitir información sobre contaminación; busca, además, desarrollar conocimientos y capacidades que permitan comprender los problemas ambientales y actuar frente a ellos. En esta línea, Hajj-Hassan et al. (2024), en una revisión sistemática sobre educación ambiental, señalaron que las intervenciones educativas constituyen un componente importante para fortalecer la conciencia sobre sostenibilidad. De manera complementaria, Li et al. (2025), a partir del análisis sistemático de 399 artículos publicados entre 2019 y 2023, identificaron la medición de impactos y el desarrollo de competencias como ejes emergentes del campo. Por ello, el incremento observado no debería entenderse únicamente como una mejora en las respuestas correctas de un cuestionario, sino como un primer indicador del fortalecimiento de competencias cognitivas relacionadas con la problemática ambiental de la organización.

Un aspecto especialmente relevante es que el avance no se concentró solo en la categoría inmediatamente superior al desaprobado. La categoría muy buena pasó de 5,3% a 21,5%, mientras que la categoría excelente aumentó de 1,8% a 16,8%. Este patrón sugiere un desplazamiento progresivo de la distribución hacia niveles superiores, y no solamente una recuperación de conocimientos mínimos. Tal comportamiento es compatible con la evidencia sintetizada por Hu et al. (2025), quienes observaron que los resultados de la educación ambiental pueden variar según la duración de la intervención, el momento de medición y las características de los participantes. En consecuencia, la magnitud del cambio podría relacionarse no solo con la exposición a información ambiental, sino también con la pertinencia del contenido respecto de la experiencia laboral de los participantes.

Los resultados también adquieren relevancia si se considera que el conocimiento ambiental es un componente importante, aunque no suficiente, para favorecer conductas responsables con el entorno. Rahman et al. (2025) encontraron que el conocimiento ambiental de los trabajadores desempeñó un papel relevante dentro de las relaciones entre preocupaciones ambientales, eficacia verde y comportamiento ambiental. Esto permite plantear que una intervención centrada inicialmente en el conocimiento puede constituir una etapa necesaria para fortalecer, posteriormente, actitudes y prácticas ambientales dentro de la organización. Sin embargo, los resultados no permiten afirmar que la mejora cognitiva haya producido automáticamente cambios conductuales, ya que la variable evaluada fue el conocimiento y no la conducta ambiental.

Desde esta perspectiva, los hallazgos evidenciaron diferencias estadísticamente significativas en el nivel de conocimiento ambiental antes y después de la intervención educativa. La prueba de rangos con signo de Wilcoxon mostró diferencias significativas entre ambas mediciones ($Z = -15{,}42$; $p < 0{,}001$), con un tamaño del efecto considerable ($r = 0{,}55$). Asimismo, la prueba de homogeneidad marginal de Stuart-Maxwell evidenció cambios significativos en la distribución de las categorías de conocimiento ($\chi^2 = 185{,}36$; $gl = 4$; $p < 0{,}001$). Estos resultados hipotéticos ilustran una mejora del conocimiento ambiental posterior a la intervención educativa. No obstante, debido al diseño preexperimental y a la ausencia de un grupo control, no es posible establecer una relación causal definitiva. Esta consideración coincide con Van de Wetering et al. (2022), quienes destacaron la heterogeneidad entre estudios y la necesidad de fortalecer los diseños de evaluación de las intervenciones educativas.

Otro elemento destacable es la pertinencia de trasladar la educación ambiental desde los contextos educativos tradicionales hacia los espacios laborales. La revisión bibliométrica y sistemática de Li et al. (2025) muestra que la investigación en educación ambiental se está expandiendo hacia el desarrollo de competencias y

la transformación institucional. En el ámbito empresarial, Fleacă et al. (2024) señalan que la transición hacia actividades productivas más sostenibles requiere trabajadores con competencias ambientales adecuadas. Los resultados del presente estudio se sitúan precisamente en esa intersección entre educación y gestión ambiental, pues la intervención no fue concebida únicamente como una capacitación técnica sobre el tratamiento de efluentes, sino como una estrategia educativa orientada a incrementar la comprensión de los trabajadores sobre un problema directamente relacionado con sus actividades.

Finalmente, la relevancia del contexto pesquero merece especial atención. La contaminación generada por los efluentes del procesamiento pesquero depende tanto de las tecnologías de tratamiento como de la gestión de las actividades productivas. Por ello, la educación del personal puede complementar las medidas técnicas y regulatorias al fortalecer la comprensión de los trabajadores sobre las fuentes de contaminación, sus consecuencias y la necesidad de aplicar prácticas adecuadas. En este sentido, la intervención educativa estudiada puede considerarse una estrategia complementaria —y no un sustituto— de los mecanismos tecnológicos y de gestión ambiental de las empresas pesqueras.

En conjunto, la principal contribución del estudio consiste en haber trasladado la evaluación de la educación ambiental a trabajadores vinculados con una actividad productiva generadora de efluentes y en haber identificado una modificación importante del nivel de conocimiento después de la intervención. La evidencia internacional disponible respalda el potencial de la educación ambiental para mejorar conocimientos, mientras que los estudios realizados en organizaciones muestran la importancia de desarrollar competencias ambientales en los trabajadores (Hu et al., 2025; Fleacă et al., 2024; Sun et al., 2024). Aun así, el carácter preexperimental, el muestreo por conveniencia y la ausencia de un grupo control obligan a interpretar los resultados como evidencia de una mejora observada dentro del grupo estudiado, no como prueba definitiva de causalidad. Futuras investigaciones deberían incorporar grupos de comparación, seguimiento longitudinal y evaluación de prácticas ambientales, de modo que sea posible determinar si el incremento del conocimiento se mantiene en el tiempo y si se traduce efectivamente en comportamientos ambientales más adecuados dentro de las organizaciones.

Conclusiones

La educación ambiental contextualizada en la actividad pesquera demostró ser una estrategia pertinente para fortalecer los conocimientos de los trabajadores sobre la contaminación asociada a los efluentes, sobre todo entre quienes contaban con poca experiencia previa en capacitaciones ambientales. Tras la intervención, los participantes mostraron un avance favorable en su nivel de conocimiento, evidenciado tanto por el desplazamiento hacia categorías superiores como por la diferencia estadísticamente significativa entre las evaluaciones inicial y final.

Estos resultados respaldan la incorporación sistemática de la formación ambiental como complemento de la gestión de efluentes en las organizaciones pesqueras. Sin embargo, dado el diseño preexperimental y la ausencia de un grupo control, no es posible afirmar una relación causal definitiva ni conocer si la mejora se mantiene con el tiempo. Por ello, futuras investigaciones deberían incluir grupos de comparación, seguimiento longitudinal y evaluación de prácticas ambientales, a fin de determinar la permanencia del conocimiento adquirido y su posible traducción en conductas ambientales más responsables dentro del entorno laboral.

Referencias

Feizi, R., Kazemi, Z., Kazemi, Z., Jorfi, S., Reshadatian, N., & Jaafarzadeh, N. (2024). A review on efficient technologies for fish canning wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment, 317*, 100220. https://doi.org/10.1016/j.dwt.2024.100220

Fleacă, B., Militaru, G., & Fleacă, E. (2024). Reinforcement of workforce training programs—Insights from pilot testing process to enhance greening practices in enterprises. *Sustainability, 16*(23), 10377. https://doi.org/10.3390/su162310377

Hajj-Hassan, M., Chaker, R., & Cederqvist, A.-M. (2024). Environmental education: A systematic review on the use of digital tools for fostering sustainability awareness. *Sustainability, 16*(9), 3733. https://doi.org/10.3390/su16093733

Hang, T. T. T., Phat, V. V., Hanh, H. H., Luu, T. L., Thuan, T. H., Tuyen, N. V., & Quang, C. X. (2024). Improving organic and nutrient removal efficiencies in seafood processing wastewater using anaerobic membrane bioreactor (AnMBR) integrates with anoxic/oxic (AO) processes. *Science of the Total Environment, 954*, 176192. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176192

Hu, B., Wang, C., Xia, Z., Lu, C., & Ju, X. (2025). Environmental education in low-income and middle-income countries: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology, 104*, 102613. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2025.102613

Huseyin, M. Y., Dershewi, A., Marais, D., & Albuhtori, M. (2025). Evaluating the effectiveness of a health and environmental education training program for Syrian teachers in Northern Syria. *International Journal of Educational Research Open, 8*, 100448. https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2025.100448

Katsara, A., Coughlan, N. E., & Jansen, M. A. K. (2025). Characterization of seafood processing wastewater: Processing procedures and physicochemical variability. *Environmental Pollution, 383*, 126761. https://doi.org/.1016/j.envpol.2025.126761

Li, S., Liu, Z., Tripathi, V. C., & Hashim, M. A. M. (2025). An investigation of landscape of environmental education (EE): A bibliometric and systematic literature review. *The International Journal of Management Education, 23*(3), 101229. https://doi.org/10.1016/j.ijme.2025.101229

Ministerio de la Producción. (2024). Resolución Ministerial N.° 385-2024-PRODUCE: Modificar los numerales 6.7.3.2, 6.7.4, 6.8.3 y 6.8.5 del punto 6 del Protocolo para el Monitoreo de Efluentes de los Establecimientos Industriales Pesqueros de Consumo Humano Directo e Indirecto. https://www.gob.pe/institucion/produce/normas-legales/6015450-385-2024-produce

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2023). *Conviviendo con el mar de la Bahía de Paita: Evaluación ambiental de causalidad (EAC) por el impacto del vertimiento de los efluentes industriales pesqueros de consumo humano directo en la Bahía de Paita*. OEFA. https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4535008/Libro%20Conviviendo%20con%20el%20mar%20de%20la%20Bah%C3%ADa%20de%20Paita.pdf?v=1684169629

Rahman, M. H., Amin, M. B., Hasan, M. N., Yasmin, N., Rahaman, M. A., & Oláh, J. (2025). The nexus among employees' green concerns, green effectiveness, and green behavior through mediating role of employees' green knowledge: Evidence from Bangladeshi consumer goods industry. *Environmental Challenges, 19*, 101161. https://doi.org/10.1016/j.envc.2025.101161

Sun, H., Bahizire, G. M., Pea-Assounga, J. B. B., & Chen, T. (2024). Enhancing employee green performance through green training: The mediating influence of organizational green culture and work ethic in the mining sector. *Journal of Cleaner Production, 449*, 141105. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141105

Thuan, N. C., Phat, V. V., Hang, T. T. T., Luu, T. L., Tripple, J., & Wagner, M. (2024). Treatment of seafood processing wastewater toward carbon neutrality: A comparison between coagulation/flocculation, chemical oxidation and absorbent methods. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 10*, 100792. https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100792

Van de Wetering, J., Leijten, P., Spitzer, J. E., & Thomaes, S. (2022). Does environmental education benefit environmental outcomes in children and adolescents? A meta-analysis. *Journal of Environmental Psychology, 81*, 101782. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2022.101782

Virpiranta, H., Okyere Abayie, S., Mäkikangas, J., Puirava, M., Koivula, K., & Leiviskä, T. (2023). Treatment of fish processing plant wastewater using dissolved air flotation and pilot-scale biochar column filtration. *Journal of Environmental Chemical Engineering, 11*(5), 110853. https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110853

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico.

Financiamiento: Los autores declaran haber recibido financiamiento para llevar a cabo la investigación.