

Vázquez-Arredondo, R. M., Lozada-Ascencio, E. M., Hernández-Montoya, J. & Lara-Rodríguez A. G. (2025). La Vermicomposta como estrategia didáctica sostenible en el CBTis No. 008. En Jiménez-Guzmán, B. E. & Cruz-Loyo, M. (Coords). Metodologías activas aplicadas en los diferentes niveles educativos de México. (pp. 335-353). Editorial Sinergy.

Capítulo 14

La Vermicomposta como estrategia didáctica sostenible en el CBTis No. 008

Vermicompost as sustainable didactic strategy in CBTis No. 008

Rosa María Vázquez-Arredondo

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 008



0009-0003-8697-266X | rosamaria.vazquez.cb8@dgeti.sems.gob.mx

Elda Marlem Lozada-Ascencio

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 008



0009-0009-5521-1888 | marle.loas3127@gmail.com

Jazmín Hernández-Montoya

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 008



0000-0003-2973-5724 | jazminhernandezcbtis8@gmail.com

Azucena Guadalupe Lara-Rodríguez

Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 008



0009-0004-4753-7064 | azucena.lara.cb8@dgeti.sems.gob.mx

Resumen

La Nueva Escuela Mexicana promueve que los estudiantes construyan su propio aprendizaje mediante experiencias vinculadas con su entorno y la aplicación de la ciencia para mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad ambiental. En este marco, se desarrolló el proyecto “La vermicomposta como estrategia didáctica sostenible en el CBTis No. 008”, con el objetivo de remediar el suelo del plantel mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos de la cafetería escolar, utilizando lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). La investigación adoptó una metodología mixta, que integró análisis cuantitativos de parámetros fisicoquímicos del suelo pH, conductividad y materia orgánica y un enfoque cualitativo centrado en la participación reflexiva de los miembros del Club de Ciencias. Los resultados evidenciaron una mejora significativa en la fertilidad del suelo y el crecimiento de hortalizas en áreas previamente improductivas. Desde el plano cualitativo, los estudiantes demostraron mayor conciencia ambiental, colaboración y compromiso con prácticas sostenibles. En conclusión, el proyecto favoreció tanto la restauración ecológica del suelo como la formación científica y ética de los participantes, articulando la educación ambiental con los principios de la Nueva Escuela Mexicana, que promueve aprendizajes significativos, participativos y orientados al bienestar común.

Palabras clave: Degradación, Remediación, Sostenibilidad, Vermicomposta.

Abstract

The New Mexican School promotes student-centered learning through experiences connected to their environment and the application of science to improve quality of life and environmental sustainability. Within this framework, the project “Vermicomposting as a Sustainable Didactic Strategy at CBTis No. 008” was developed with the objective of remediating the school’s soil through the use of organic waste from the cafeteria, employing red Californian earthworms (*Eisenia fetida*). The research adopted a mixed methodology, integrating quantitative analyses of the soil’s physicochemical parameters —pH, conductivity, and organic matter— with a qualitative approach focused on the reflective participation of members of the Science Club. The results revealed a significant improvement in soil fertility and the growth of vegetables in previously unproductive areas. From a qualitative perspective, students demonstrated greater environmental

awareness, collaboration, and commitment to sustainable practices. In conclusion, the project fostered both ecological restoration of the soil and the scientific and ethical formation of participants, aligning environmental education with the principles of the New Mexican School, which promotes meaningful, participatory learning oriented toward collective well-being.

Key Words: degradation, Remediation, Sustainability, Vermicompost.

Introducción

En las últimas décadas, el incremento exponencial en la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) se ha convertido en uno de los mayores desafíos ambientales a nivel global. Según datos del Banco Mundial (2018), se estima que para 2050 la producción mundial de RSU alcanzará los 3,400 millones de toneladas anuales, con los países en desarrollo enfrentando los mayores retos en su manejo. En México, la situación es particularmente crítica: el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2021) reporta que se generan aproximadamente 44 millones de toneladas de RSU al año, de los cuales el 52% corresponde a materia orgánica, la cual termina en vertederos o tiraderos a cielo abierto, contribuyendo significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero (SEMARNAT, 2020). Así mismo, el estado de Hidalgo enfrenta retos particulares en esta materia, según datos del INEGI 2021, se generan aproximadamente 3,200 toneladas diarias de RSU. Derivado de lo anterior, es necesario desarrollar proyectos de investigación que proporcionen alternativas a los problemas ambientales.

Cabe mencionar que el desarrollo sostenible es fundamental para que los estudiantes elaboren proyectos, además de una educación ambiental, valores y actitudes a favor de su entorno. Para que el enfoque teórico anterior funcione, requiere la colaboración y participación de los estudiantes. (Tilbury & Wortman, 2024).

Bajo este marco, se desarrolló el proyecto “La vermicomposta como estrategia didáctica sostenible en el CBTis No. 008”, con el objetivo de remediar el suelo del plantel mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos de la cafetería escolar, utilizando lombriz roja californiana (*Eisenia fetida*). Esta iniciativa busca fortalecer la conciencia ambiental de los estudiantes a través del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP),

estrategia que permite la resolución colaborativa de problemas y la construcción significativa del conocimiento (Thomas, 2000; Fragoulis, 2009).

Se conocen en el estado de Hidalgo una serie de estrategias que involucran una educación ambiental, tales como:

- El Programa Estatal de Educación Ambiental (2021-2024).
- La Red de Escuelas Sustentables, que integra a 120 planteles.
- El impulso a proyectos de manejo de residuos en instituciones educativas.

Dentro de las estrategias para la gestión sustentable de residuos orgánicos, el vermicompostaje —proceso de degradación de materia orgánica mediado por lombrices rojas californianas - *Eisenia foetida*— se destaca por su doble potencial: ecológico y educativo. Estudios como los de Hartenstein y Hartenstein (1981) y Domínguez et al. (2017) demuestran que este método no sólo acelera la descomposición de residuos (reduciéndolos hasta en un 50%), sino que también produce un abono de alta calidad (humus) rico en nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, ideal para huertos escolares, figura 1.

Figura 1.

Lombrices rojas californianas - Eisenia foetida



Por otro lado, la implementación de la vermicomposta en entornos educativos ha mostrado impactos significativos en la conciencia ambiental de los estudiantes. Investigaciones en Brasil (Mazarotto y Silva, 2016) y Costa Rica (Ciptono et al., 2017) revelan que los participantes en proyectos de vermicompostaje desarrollan mayores habilidades científicas mediante el monitoreo de variables (pH, humedad, temperatura), comprensión de los ciclos biogeoquímicos y hábitos de separación reciclaje de residuos.

En un contexto educativo cada vez más enfocado en la formación de ciudadanos comprometidos con el medio ambiente, la sostenibilidad se presenta como un eje transversal fundamental. Esta implica no sólo la conservación de recursos naturales, sino también la adopción de prácticas responsables y conscientes en los ámbitos sociales, económicos y ecológicos. Bajo esta perspectiva, el presente trabajo explora el uso de la vermicomposta como una estrategia didáctica que promueve la sostenibilidad en el entorno escolar del CBTis No. 8.

Para ello se planteó como objetivo general: Desarrollar una estrategia didáctica sostenible para el aprovechamiento de residuos orgánicos en el CBTis No. 8, mediante la implementación de un sistema de vermicompostaje y un huerto escolar, que contribuya a la remediación del suelo y a la formación ambiental de los estudiantes.

Así mismo, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Diagnosticar la calidad del suelo y la cantidad de residuos orgánicos generados en la institución.
- Diseñar e implementar una vermicompostera con base en residuos orgánicos escolares.
- Construir un huerto escolar fertilizado con vermicomposta.
- Evaluar los cambios fisicoquímicos del suelo antes y después del tratamiento.
- Analizar el impacto educativo de la estrategia en la conciencia ambiental y habilidades científicas del alumnado.

Se empleó una metodología mixta, con predominancia cualitativa de tipo descriptivo-participativa, para abordar tanto el impacto ambiental como educativo del proyecto. El enfoque mixto permite integrar datos cuantitativos (cambios en el suelo) con aspectos cualitativos (cambios actitudinales y formativos), alineándose con la NEM y la Agenda 2030.

El estudio involucró a 50 estudiantes de distintos semestres, miembros del club de ciencias, así como a 4 docentes facilitadores. El diseño y el procedimiento realizado se describen en los siguientes puntos:

- Diagnóstico inicial de residuos orgánicos en la cafetería escolar durante 3 semanas.
- Diseño y construcción de vermicomposteras con materiales reciclados.
- Implementación del protocolo de monitoreo (pH, humedad, temperatura).
- Diseño de un huerto escolar experimental utilizando la vermicomposta generada.
- Evaluación del suelo: comparación de parámetros fisicoquímicos antes y después del tratamiento.
- Evaluación educativa mediante cuestionarios, antes y después de la implementación.

Este capítulo expone las etapas del proyecto, los resultados obtenidos, así como una reflexión crítica sobre los aprendizajes, retos y posibilidades de replicabilidad de esta experiencia educativa, considerando también una revisión de la literatura que fundamenta la intervención pedagógica y ambiental realizada.

Exposición del Caso

Contexto Institucional y Diagnóstico

El presente caso se desarrolló en el Centro de Bachillerato Tecnológico Industrial y de Servicios No. 8 (CBTis No. 8), ubicado en el municipio de Mineral de la Reforma, Hidalgo. Esta institución forma parte del subsistema Dirección General de Educación Tecnológica e Industrial y de Servicios (DGETI) adscrita a la Subsecretaría en Educación Media Superior y atiende a una población estudiantil diversa, con una matrícula de 2180 alumnos. Cuenta con 6 carreras técnicas, actividades paraescolares en la que se incluye el club de ciencias y una academia de investigación integrada por los docentes, buscando

una educación integral, alineada con la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), en especial con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, que promueve la creación de comunidades y ciudades sostenibles mediante alianzas, acciones locales y entornos resilientes. Asimismo, se impulsa la implementación de la Nueva Escuela Mexicana (NEM), promoviendo el cuidado del medio ambiente a través de la educación ambiental. Mediante un diagnóstico inicial con docentes y estudiantes, se identificó una problemática ambiental común: la generación excesiva de residuos orgánicos dentro del plantel, 120 kg de residuos (65% orgánicos), la falta de mecanismos para su aprovechamiento o gestión adecuada. Por otro lado se cuenta con un área aproximada de 10 m² para proyectos ambientales, sin embargo, es un suelo que cuenta con degradación ambiental como se observa en la figura 2 y dentro de la participación estudiantil encontramos que el 78% mostró interés en proyectos sustentables.

Figura 2.

Suelo sin tratamiento con degradación ambiental



A partir de esta problemática, se propuso diseñar e implementar un proyecto con enfoque sostenible que integra contenidos curriculares, habilidades científicas y tecnológicas, así como acciones concretas para la conservación del suelo y el

reaprovechamiento de residuos orgánicos, articulando la práctica educativa con los valores de la sostenibilidad.

Diseño del Proyecto: Huerto Escolar con Vermicomposta

La creación de un huerto escolar fertilizado con vermicomposta producida por los propios estudiantes requirió diversas fases. En la primera etapa, se llevó a cabo la sensibilización y capacitación en los alumnos con pláticas, videos y sesiones experimentales.

En la segunda etapa se construyeron lechos utilizando materiales reciclados, organizados en una estructura de tres niveles: la inferior para la recolección de los lixiviados; en el nivel intermedio se coloca el sustrato (hojarasca, tierra, fibra de coco, entre otros) en el que se desarrollarán las lombrices, en la estructura terciaria se coloca la materia orgánica generada de los residuos de la cafetería escolar. El protocolo de manejo de las lombricomposteras fue monitorear las condiciones de temperatura (óptima de 20-25°C) y humedad de (60-70%) y proporcionar alimentación cada 72 horas con restos de fruta y verduras, la alimentación se da en proporción al tamaño de la biomasa.

Además, los estudiantes participaron en la formulación de bitácoras, mediciones, observación del proceso biológico y diseño de soluciones para optimizar el compostaje.

Participación Estudiantil y Trabajo Colaborativo

Uno de los principales logros del proyecto fue el alto nivel de participación del alumnado. Los estudiantes no solo aprendieron sobre los procesos de descomposición de la materia orgánica, sino que también asumieron responsabilidades dentro del equipo de trabajo: desde la gestión de residuos y cuidado de las lombrices hasta el montaje del huerto y el análisis de los datos obtenidos como se muestra en la figura 3.

Figura 3.

Participación activa de los estudiantes en la elaboración de vermicomposteras



Resultados

El enfoque de trabajo colaborativo permitió fortalecer habilidades socioemocionales y comunicativas, además de favorecer el aprendizaje entre pares. Asimismo, el profesorado desempeñó un papel de facilitador, brindando acompañamiento constante y fomentando la autonomía de los equipos.

Algunos de los resultados más significativos del caso fueron:

- Producción efectiva de vermicomposta con adecuada humedad, conductividad y nivel de pH como se muestra en la figura 4 y tabla 1.

Figura 4.

Comparativa física de los suelos, a la izquierda suelo con tratamiento de vermicompostaje, a la derecha suelo sin tratamiento y degradación ambiental



Tabla 1.

Análisis fisicoquímico de los suelos del CBTis No.8

Parámetros	Suelo sin tratar	Suelo tratado
Color	Café Claro	Café oscuro
Olor	Sin olor	Olor arcilloso
Textura	arcillosa	Arcillosa-limosa
pH	6.8	6.3
Conductividad eléctrica (CE)	0.1 mS/cm	0.99 mS/cm
Humedad	19%	30%

- Instalación y mantenimiento de un pequeño huerto escolar, con crecimiento saludable de plantas fertilizadas con abono orgánico, figura 5.

Figura 5.

Huerto escolar, con crecimiento saludable de plantas fertilizadas con abono orgánico



- Mejora en la conciencia ambiental del alumnado, evidenciada en entrevistas, reflexiones escritas y propuestas de replicar el proyecto en casa.
- Difusión del proyecto en eventos escolares, ferias científicas y redes sociales institucionales.

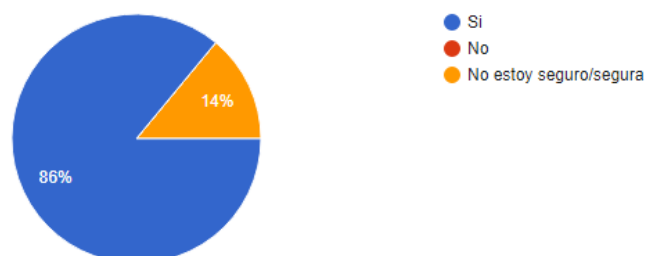
Además de los indicadores ambientales, se aplicó una encuesta a los participantes para valorar el impacto del proyecto en su aprendizaje científico y conciencia ambiental, figura 6. Los siguientes resultados resumen las percepciones estudiantiles:

Figura 6.

Gráficos obtenidos de los cuestionarios aplicados a los estudiantes respecto al aprendizaje y conciencia ambiental desarrollada.

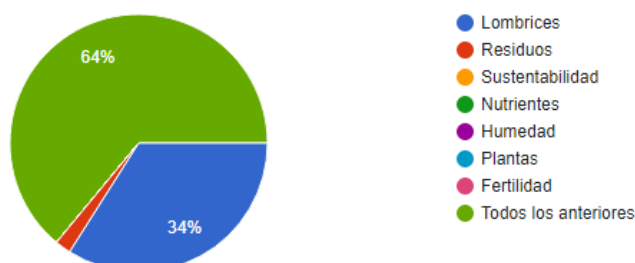
Consideras que implementar el vermicompostaje en tu escuela es una buena alternativa para conocer y aprender sobre recuperación o remediación de los suelos?

50 respuestas



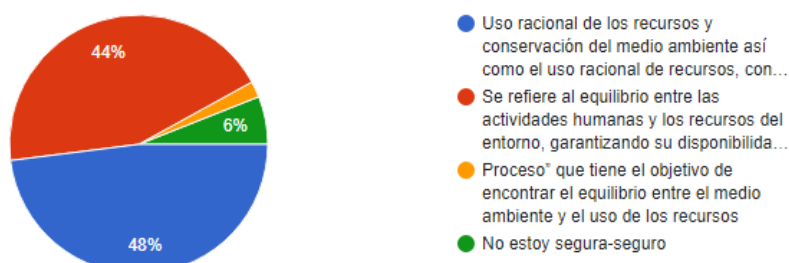
Que conceptos se relacionan con vermicompostaje

50 respuestas



Con base en tus conocimientos adquiridos en el vermicompostaje, como relacionas los conceptos de sustentabilidad y sostenibilidad en Suelo:

50 respuestas



Recapitulando, los análisis fisicoquímicos del suelo mostraron mejoras significativas tras la aplicación de vermicomposta:

- Color y textura: Transformación a tonos más oscuros y textura fértil.
- pH y CE: Ajuste del pH (6.8 a 6.3) y aumento de CE (0.1 a 0.99 mS/cm).
- Humedad: Aumento del 19% al 30%

En términos educativos:

- El 64% de los estudiantes identificó variables clave del proceso.
- El 48% manifestó cambios positivos en su percepción ambiental.
- Se generaron más de 10 propuestas estudiantiles de réplica.

Discusión

Con la finalidad de evaluar el impacto del uso de la vermicomposta para el mejoramiento del suelo en el huerto escolar, se llevaron a cabo pruebas comparativas fisicoquímicas entre el suelo sin tratar y el suelo tratado. A continuación, se presentan y analizan los resultados obtenidos, esto permite valorar la efectividad de la vermicomposta como remediación del suelo, en concordancia con los objetivos del proyecto y con base en bibliografía científica especializada.

Los parámetros fisicoquímicos que se realizaron fueron, color, olor, textura, pH, conductividad y humedad. Comenzando por las características físicas el cambio de un color café claro a un café oscuro es un indicativo del incremento en el contenido de materia orgánica, producto de la incorporación de residuos orgánicos por parte de la vermicomposta. La materia orgánica tiende a oscurecer el suelo, y su presencia mejora su estructura y fertilidad (Castellanos et al., 2000). El olor arcilloso en el suelo tratado también es evidencia de actividad microbiana y descomposición de materia orgánica estabilizada, típica de los suelos remediados con el uso de composta o vermicomposta, los cuales no generan olores fétidos cuando están bien estabilizados (Domínguez & Edwards, 2011). Por otro lado, el cambio de textura de arcillosa a arcillosa-limosa podría deberse a una mejora en la agregación del suelo por la acción de los microorganismos y la presencia de compuestos húmicos. La vermicomposta ayuda a mejorar la estructura del suelo, haciéndolo más friable y manejable (Tejada et al., 2006).

Respecto a la disminución de pH (de 6.8 a 6.3) es común en suelos tratados con vermicomposta, ya que esta puede liberar ácidos orgánicos durante su descomposición.

Sin embargo, estos valores se encuentran dentro de un rango adecuado para la disponibilidad de nutrientes en la mayoría de las plantas (Brady & Weil, 2002). Así mismo, el aumento de la CE de 0.1 mS/cm a 0.99 mS/cm indica una mayor presencia de sales solubles, consecuencia directa de los nutrientes disponibles aportados por la vermicomposta. Aunque el valor sigue siendo moderado, es importante monitorear este parámetro para evitar salinidad excesiva en el futuro (Gutiérrez-Miceli et al., 2007).

Finalmente, la humedad aumentó del 19% al 30%, reflejando la capacidad de la vermicomposta para mejorar la retención de agua del suelo. Esto se debe a su alto contenido en materia orgánica y capacidad de absorción, que beneficia la disponibilidad hídrica para las plantas (Arancon et al., 2004).

La evaluación fisicoquímica del suelo reveló mejoras en parámetros relevantes como color, textura, pH, humedad y conductividad eléctrica, lo cual confirma que el objetivo de remediar el suelo con vermicomposta se logró de manera efectiva. Estos hallazgos son consistentes con lo reportado por estudios previos sobre vermicompostaje en educación (Domínguez et al., 2017; Mazarotto y Silva, 2016), que destacan su doble impacto en la mejora del suelo y en la formación de competencias científicas y ambientales en los estudiantes.

Desde la perspectiva de la educación ambiental, el caso muestra cómo un enfoque activo y participativo puede contribuir a la construcción de una conciencia ecológica significativa, el vermicompostaje representa una herramienta didáctica eficaz y amigable con el medio ambiente, de la misma forma promueve la gestión responsable de los residuos orgánicos. En este proyecto, los estudiantes no solo conocieron el proceso de compostaje, sino que vivieron el ciclo completo: desde la separación de residuos hasta la cosecha de plantas fertilizadas, fortaleciendo así su entendimiento del medio ambiente.

La transformación de residuos orgánicos en abono mediante la vermicomposta reduce la cantidad de desechos enviados a los vertederos o tiraderos a cielo abierto, promoviendo prácticas más responsables con el ambiente. Por otro lado, el proyecto brindó una oportunidad para el aprendizaje basado en proyectos (ABP), un enfoque didáctico que favorece el aprendizaje significativo y la integración de saberes. El proyecto

coincidió con estudios previos donde el uso de vermicomposta en entornos escolares propició el desarrollo de habilidades como la organización, la comunicación y el liderazgo entre estudiantes (Morales et al., 2015). A nivel social, el compromiso activo del estudiante fortalece su sentido de pertenencia, responsabilidad y conciencia ambiental.

Se documentó un cambio positivo en la conciencia ambiental, la apropiación del proceso científico y el trabajo colaborativo. El 86% del alumnado manifestó interés en replicar el proyecto y propuso mejoras, evidenciando un aprendizaje significativo y contextualizado.

El uso del compostaje mediante lombrices rojas californianas en el huerto escolar tuvo como objetivo no solo mejorar las condiciones físicoquímicas del suelo, sino también impulsar una estrategia didáctica sostenible con un enfoque integral. Desde el punto de vista económico, el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en la misma comunidad escolar y el uso de materiales reciclados para la producción de abono permitió impulsar una economía circular, reduciendo costos y fomentando el autoconsumo de productos agrícolas.

Sin embargo, este proyecto nos permitió identificar algunos retos, tales como dar continuidad al proyecto en ciclos escolares posteriores, la dependencia de condiciones climáticas y ambientales favorables para el buen desarrollo del huerto, la formación docente en temas de agricultura urbana sostenible y la incorporación de tecnologías como sensores ambientales que nos permita monitorear el estado del suelo. Estos retos nos ofrecen la oportunidad de generar futuras investigaciones y acciones de mejora, así como la integración del proyecto en el currículo escolar o la creación de manuales que faciliten su réplica en otras instituciones.

Finalmente, el caso aquí reportado demuestra que es posible desarrollar propuestas pedagógicas sostenibles en escuelas públicas, incluso con recursos limitados, siempre que exista un respaldo institucional y el compromiso de los docentes. El proyecto presentado puede servir de inspiración para otras escuelas e instituciones interesadas en promover la sostenibilidad desde una perspectiva formativa e innovadora.

Conclusiones

La presente investigación logró establecer las bases para fomentar una cultura de aprovechamiento de residuos orgánicos mediante la producción de vermicomposta, contribuyendo a la conservación del suelo y al fortalecimiento de la conciencia ambiental entre los estudiantes del CBTis No. 8. Se cumplió con el objetivo principal del proyecto el cual fue aprovechar los desechos orgánicos generados del plantel mediante vermicomposta como una estrategia didáctica sostenible.

Desde el enfoque educativo, la participación activa de los estudiantes tuvo un impacto muy positivo en el desarrollo de sus habilidades científicas, su conciencia ambiental y sus capacidades socioemocionales. La experiencia les permitió experimentar y comprender el ciclo completo del vermicompostaje, desde la separación de residuos hasta la producción del alimento para las lombrices; reforzando el aprendizaje significativo en torno al cuidado del medio ambiente, la responsabilidad social y la importancia del trabajo colaborativo. El trabajo colaborativo incide significativamente en el logro de aprendizajes significativos y, en este caso, favoreció la apropiación de una estrategia sostenible para el manejo de residuos. Asimismo, se confirmó la utilidad del enfoque científico y tecnológico para vincular este conocimiento con la acción ambiental concreta. En este sentido, el proyecto se convirtió en una herramienta valiosa para impulsar competencias clave, en concordancia con los principios de la Nueva Escuela Mexicana y el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 de la Agenda 2030 de la ONU. Más allá de los contenidos, promovió una formación integral en los estudiantes, que integró el pensamiento científico con la conciencia ecológica y el desarrollo socioemocional.

Sin embargo, el proyecto reveló retos importantes como: asegurar que el proyecto continúe en los siguientes ciclos escolares, brindar formación constante al profesorado y aprovechar tecnologías emergentes para monitorear el entorno de la vermicomposta de forma precisa. Estos desafíos podrían superarse a través de la institucionalización del proyecto, su inclusión formal en el currículo escolar y el fortalecimiento de redes y alianzas entre instituciones que garanticen su permanencia y crecimiento en el tiempo.

Referencias

- Banco Mundial. (2018). What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Ciptono, Suhandoyo, & Harjana, T. (2017). The organic waste processing: Training with vermicomposting and bioactive starter for vocational high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 755(1), 011001. Obtenido de <https://doi.org/10.1088/1742-6596/755/1/011001>
- Domínguez, J., Gómez-Brandón, M., & Lores, M. (2017). Vermicomposting as a sustainable tool for the disposal of household organic waste. *Journal of Cleaner Production*, 140, 684-689. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.07.148>
- Hartenstein, R., & Hartenstein, F. (1981). Physicochemical changes effected in activated sludge by the earthworm *Eisenia foetida*. *Journal of Environmental Quality*, 10(3), 377-382. Obtenido de <https://doi.org/10.2134/jeq1981.00472425001000030023x>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021). Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente. Obtenido de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_MedAmb21.pdf
- Mazarotto, E. J., & Silva, C. B. (2016). Vermicomposting at school: A sustainable alternative for solid organic waste disposal. *Visão Acadêmica*, 17(1), 19-29. Obtenido de <https://doi.org/10.5380/acd.v17i1.46735>
- Perignat, E., & Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Informe de la situación del medio ambiente en México. Obtenido de https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe15/tema/pdf/Informe15_11.pdf
- Tilbury, D., & Wortman, D. (2004). Engaging people in sustainability. IUCN. Obtenido de <https://portals.iucn.org/library/node/8529>

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2017). Education for sustainable development goals: Learning objectives. Obtenido de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444>
- Arancon, N. Q., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., & Lucht, C. (2004). Effects of vermicomposts produced from food waste on the growth and yields of greenhouse peppers. *Bioresource Technology*, 93(2), 139–144. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.015>
- Brady, N. C., & Weil, R. R. (2002). *The nature and properties of soils* (13th ed.). Prentice Hall.
- Castellanos, J. Z., Uvalle-Bueno, J. X., & Aguilar-Santelises, L. (2000). *Manual de interpretación de análisis de suelos, aguas, plantas y fertilizantes*. Colegio de Postgraduados.
- Domínguez, J., & Edwards, C. A. (2011). Biology and ecology of earthworm species used for vermicomposting. En C. A. Edwards, N. Q. Arancon, & R. Sherman (Eds.), *Vermiculture technology: Earthworms, organic wastes, and environmental management* (pp. 27–40). CRC Press.
- Gutiérrez-Miceli, F. A., Santiago-Borraz, J., Montes Molina, J. A., Nafate, C. C., Abud-Archila, M., Oliva Llaven, M. A., & Dendooven, L. (2007). Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Bioresource Technology*, 98(15), 2781–2786. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.02.032>
- Morales, M. E., & Rodríguez, L. (2015). Lombrices a la escuela: un proyecto científico escolar con enfoque CTS [Archivo PDF]. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/423441791/Lombrices-a-la-escuela-un-proyecto-cient-pdf>
- Tejada, M., González, J. L., Hernández, M. T., & García, C. (2006). Application of different organic wastes on soil properties and rice yield. *Agronomy Journal*, 98(2), 448–457. Obtenido de <https://doi.org/10.2134/agronj2005.0191>
- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation.

Fragoulis, I. (2009). Project-based learning in the teaching of English as a foreign language in Greek primary schools: From theory to practice. *English Language Teaching*, 2(3), 113–119. <https://doi.org/10.5539/elt.v2n3p113>