



Potencialidades de la Lombricultura, en la Educación Ambiental, para Optimizar el Aprendizaje de la Química Verde

Potentials of Vermiculture, in Environmental Education, to Optimize the Learning of Green Chemistry

Potenciais da Vermicultura, na Educação Ambiental, para Otimizar a Aprendizagem da Química Verde

Luis Edison Carrillo-Cando ^I

lcarrillo@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3805-9617>

Carmen Viviana Basantes-Vaca ^{II}

Carmen.basantes@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-3447-3370>

Luis Alberto Mera-Cabezas ^{III}

lmera@unach.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7419-4846>

Estefanía Nataly Quiroz-Carrión ^{IV}

nathyquiroz17@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0328-4382>

Correspondencia: lcarrillo@unach.edu.ec

Ciencias de la Educación

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 30 de diciembre de 2023 * **Aceptado:** 11 de enero de 2024 * **Publicado:** 09 de febrero de 2024

- I. Doctor en Ciencias de la Educación Mención Investigación Educativa, Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Doctora en Química, Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Máster Universitario en Formación y Perfeccionamiento del Profesorado, Especialidad Biología., Director de Carrera de la Facultad de Ciencias de la Educación Humanas y Tecnologías de la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales Química y Biología en la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Máster of Science (Geographic Information Science & Systems), Docente en la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

Resumen

El artículo se orienta a contestar la pregunta: ¿considera que el análisis de la lombricultura, en la educación ambiental, tiene potencialidades para optimizar el aprendizaje de la Química Verde?; este trabajo valora su importancia, porque busca alternativas para mitigar/ eliminar el uso indiscriminado de recursos naturales y manejo inadecuado de residuos agrícolas, domésticos e industriales, mediante estrategias pedagógicas y didácticas de innovación educativa. La indagación se efectuó con estudiantes del séptimo semestre de la Carrera de Biología y Química y Laboratorio, octubre 2019 – marzo 2020. El objetivo fue analizar las potencialidades de la lombricultura, en la educación ambiental, para optimizar el aprendizaje de la Química Verde. La metodología fue cualitativa-cuantitativa, bibliográfica, no experimental, de campo, transversal descriptiva. Como resultado se determinó que el 80 % de los encuestados, contestaron positivamente a la interrogante planteada y se concluye que el análisis de las potencialidades de la lombricultura en la educación ambiental, optimiza el aprendizaje de la Química Verde, lo que conlleva a que ésta, contribuya al mejoramiento del cuidado ambiental y desarrollo de las personas y su calidad de vida.

Palabras clave: Educación para el desarrollo sostenible; Lombricultura; Educación ambiental; Gestión ambiental.

Abstract

The article aims to answer the question: do you consider that the analysis of vermiculture, in environmental education, has potential to optimize the learning of Green Chemistry?; This work values its importance, because it seeks alternatives to mitigate/eliminate the indiscriminate use of natural resources and inadequate management of agricultural, domestic and industrial waste, through pedagogical and didactic strategies of educational innovation. The investigation was carried out with students from the seventh semester of the Biology and Chemistry and Laboratory Degree, October 2019 - March 2020. The objective was to analyze the potential of vermiculture, in environmental education, to optimize the learning of Green Chemistry. The methodology was qualitative-quantitative, bibliographic, non-experimental, field, transversal descriptive. As a result, it was determined that 80% of those surveyed answered positively to the question posed and it was concluded that the analysis of the potential of vermiculture in environmental education optimizes

the learning of Green Chemistry, which leads to it, contribute to the improvement of environmental care and development of people and their quality of life.

Keywords: Education for sustainable development; Vermiculture; Environmental education; Environmental management.

Resumo

O artigo visa responder à questão: você considera que a análise da vermicultura, na educação ambiental, tem potencial para otimizar a aprendizagem da Química Verde?; Este trabalho valoriza a sua importância, pois busca alternativas para mitigar/eliminar o uso indiscriminado dos recursos naturais e a gestão inadequada dos resíduos agrícolas, domésticos e industriais, através de estratégias pedagógicas e didáticas de inovação educacional. A investigação foi realizada com alunos do sétimo semestre da Licenciatura de Biologia e Química e Laboratório, outubro de 2019 - março de 2020. O objetivo foi analisar o potencial da vermicultura, na educação ambiental, para otimizar a aprendizagem da Química Verde. A metodologia foi quali-quantitativa, bibliográfica, não experimental, de campo, descritiva transversal. Como resultado, apurou-se que 80% dos inquiridos responderam positivamente à questão colocada e concluiu-se que a análise do potencial da vermicultura na educação ambiental otimiza a aprendizagem da Química Verde, o que leva a que, contribua para a melhoria do cuidado ambiental e do desenvolvimento das pessoas e da sua qualidade de vida.

Palavras-chave: Educação para o desenvolvimento sustentável; Vermicultura; Educação ambiental; Gestão ambiental.

Introducción

La investigación se centró en el análisis de las potencialidades de la lombricultura, en la educación ambiental, para optimizar el aprendizaje de la Química Verde. La falta de actualización en estrategias didácticas, no han permitido incursionar en la práctica experimental sobre la lombricultura en la educación.

Se evidenció que en la población no existe cultura para recolectar basura ya que éstas se mezclan o se queman, existen vertederos de basura en total desorden; un mínimo porcentaje de ellos tienen la facilidad de transformar estos residuos orgánicos; lo expuesto permitió formular el problema

ambiental, desde el ámbito educativo: ¿considera que el análisis de las potencialidades de la lombricultura, en la educación ambiental, puede optimizar el aprendizaje de la Química Verde?

A nivel mundial y latinoamericano, el aprendizaje está enfocado en estrategias ambientales como la inserción de proyectos educativos para el aprendizaje y beneficio social y ambiental.

En Ecuador, el Ministerio del Ambiente en 2017, mencionó que existen deficiencias en la clasificación de residuos y formación de docente en temas ambientales (Yépez & Viteri, 2019).

Este problema ambiental con los residuos sólidos, se extendió de manera exponencial con el incremento de la población; sin embargo, existe una forma de manejar estos restos orgánicos mediante la lombricultura con la producción de humus de lombriz que ayuda a preservar el ambiente. Precisamente la lombricultura consiste en transformar la basura y residuos orgánicos en humus a través de la acción conjunta de lombrices y microorganismos (Rodríguez et al., 2019), por lo que constituye una alternativa válida, en la lucha por el desarrollo sostenible, para mitigar el uso indiscriminado de recursos naturales y el manejo inadecuado de residuos agrícolas, domésticos e industriales.

No obstante lo anterior, a nivel mundial, se generan tecnologías ambientales para controlar la contaminación, no siempre se otorga prioridad al uso de tecnologías limpias que reduzcan los patrones de producción y consumo, generando enfermedades junto a desastres ecológicos, por lo que constituye una de las prioridades de la ciencia, apoyar el desarrollo sostenible, e impulsar el proceso de resolución social del problema, incluyendo la participación y el aprendizaje mutuo entre la población involucrada, en lugar de buscar soluciones o implementaciones tecnológicas (Lozano, et al., 2019). Como resultado, es indispensable la inclusión de programas de educación ambiental en el currículo, para lograr la concientización y participación social; lo que facilitará la transición hacia la sostenibilidad y equidad, a través de cambios tecnológicos, sociales, políticos, económicos y educativo (Pulido & Olivera, 2018).

Al respecto, la educación para el desarrollo sostenible, procura comprometer a estudiantes y docentes en el proceso de enseñanza y aprendizaje, para generar conciencia en la preservación del ambiente; se encamina a la generación de un ciudadano con conciencia ambiental; para ello, una parte de la generación de conocimientos, debe orientarse a la identificación de problemas y al diseño de soluciones que ayuden al cuidado de la naturaleza, mediante el desarrollo sostenible y la educación para la conservación del ambiente (Pulido & Olivera, 2018).

Entonces la lombricultura en la educación se constituye en una herramienta de aprendizaje didáctico, porque ésta es un proceso biotecnológico que recicla la materia orgánica, para convertir en humus, donde la función indispensable lo lleva el sistema digestivo de la lombriz, con la transformación de restos orgánicos, en abonos de excelente calidad, fenómeno que se origina en presencia del oxígeno, en donde las lombrices, con la ayuda de los microorganismos, transforman la materia orgánica en productos donde se encuentran nutrientes para la planta y microorganismos que benefician y estimulan el desarrollo de cultivos sanos (Trujillo & De Armas, 2021).

El análisis ambiental es parte de la educación, ya que permite al docente, integrar y compartir experiencias agrícolas, ambientales, relacionados con la Química, donde el estudiante sea capaz de observar los fenómenos naturales con propuestas científicas, aplicando los tres saberes de la educación: saber hacer, saber y saber ser. Es así que, uno de los retos de la educación ambiental para el desarrollo sostenible, implica la necesidad de generar capacidades en los estudiantes y en la misma sociedad para orientar el progreso sobre bases ecológicas de pluralidad cultural, equidad y participación ciudadana.

Es indispensable generar y facilitar equipos para que la población origine y se apropien de saberes, técnicas y conocimientos que admitan una mejor cooperación en la gestión ambiental, decidir y definir las condiciones y calidad de vida. En este sentido, la educación ambiental plantea un desarrollo medioambiental que satisfaga los requerimientos esenciales de la población, rechazando un crecimiento económico que vaya en beneficio de un sector privilegiado y evite la explotación indiscriminada de los ecosistemas existentes (De-la Peña & Vines-Centeno, 2020).

La educación ambiental para el desarrollo sostenible, origina capacidades y actitudes que permiten la participación individual y colectiva en la toma de acciones, en la construcción de una sociedad sostenible, impregnando las áreas del conocimiento científico en la generación de nuevos aprendizajes, misma que es entendida desde una dimensión sistémica por considerar al ambiente como un sistema donde interactúan variables de tipo natural y socio cultural. Se considera que la educación ambiental para un desarrollo sostenible debe constituirse en una herramienta vital a incorporarse en la práctica pedagógica – didáctica dentro de una visión del mundo globalizado y una alternativa de mejoramiento en la calidad de vida de la presente y futuras generaciones (Simoes et al, 2019).

En el desarrollo sostenible, el enfoque está relacionado con la forma de vida del hombre y la relación con el ambiente. La Química Verde va de la mano con la Agricultura, Economía,

Matemáticas, Educación Ambiental, Sociología que abarca el comportamiento del ser humano como ser racional, la Historia refiriendo a los usos y prácticas desde la antigüedad, la Ecología y otras ciencias que engloban el desarrollo sostenible y sustentable que se pueda influenciar como experiencia, desde la educación (Pulido & Olivera, 2018).

En este sentido, la Química Verde se esfuerza por minimizar la generación de desechos, promover el uso de recursos renovables y reciclados; se enfoca en encontrar métodos y técnicas para limitar la emisión de sustancias indeseadas en los ecosistemas y conseguir la eficiencia energética posible. Apuesta a la reutilización de los materiales que, por sus propiedades, no pueden ser útiles en el ambiente: es rentable reutilizar los recursos que crearlos desde cero. Aboga por utilizar la mayor parte de materiales biodegradables en la elaboración de bienes de consumo para que éstos vuelvan a la naturaleza, sin causar daños ambientales al terminar su vida útil (Cevallos & Freund, 2019). De lo indicado se expone el objetivo: analizar las potencialidades de la lombricultura, en la educación ambiental, para optimizar el aprendizaje de la Química Verde.

Materiales y Métodos

Este artículo de investigación, es el resultado de una pesquisa con enfoque cuanti – cualitativo; su diseño fue de tipo no experimental, transversal y descriptivo, ya que primero se identificaron los problemas para articular soluciones, a base de la aplicación de estrategias cuantitativas y cualitativas en la construcción del conocimiento, para originar la metacognición, el aprendizaje significativo, activo, interactivo y dinámico (Tigse, 2019).

Los métodos utilizados fueron, deductivo; de análisis y de síntesis. La población de investigación estuvo conformada por 15 estudiantes del séptimo semestre de la Carrera de Biología, Química y Laboratorio y 3 investigadores, para un total de 18 personas. El tipo de muestreo fue no probabilístico intencional, se efectuó la selección de la muestra por conveniencia, debido a la facilidad de disponibilidad y voluntad propia de los estudiantes investigados.

Esta población investigada corresponde a los estudiantes que realizaron las actividades de Vinculación con la Colectividad, de la Universidad Nacional de Chimborazo, en el período octubre 2019 – marzo 2020, contando con el apoyo y respaldo de la Dirección de Carrera, como parte del proceso de titulación de los futuros profesionales en el área de las Ciencias experimentales, Biología y Química. La técnica utilizada para la recolección de los datos e información fue la encuesta; el instrumento fue un cuestionario con 9 items, con el propósito de medir la actitud de

los estudiantes sobre la lombricultura en la educación ambiental, como estrategia didáctica para el aprendizaje de la Química Verde.

Luego de la recolección y procesamiento de los datos, se efectuó el análisis respectivo, que se representó en tablas paramétricas, lo que facilitó identificar la realidad del problema, concluyendo con un análisis que precede a la actividad de interpretación, estableciendo deducciones sobre la relación de las variables, para conseguir las conclusiones. La parte práctica de la investigación en el análisis de las potencialidades de la lombricultura, en la educación ambiental, para optimizar el aprendizaje de la Química Verde, tuvo los siguientes pasos:

- Primero, se construyó el compostero: se colocó una capa de arbustos, hojas de col y zanahoria.
- Segundo, se puso una capa de residuos de cocina, abono orgánico, papel, cáscaras de huevos, desechos de frutas y verduras.
- Tercero, se depositó en una de las esquinas del compostero las lombrices californianas que facilitan la descomposición de la materia orgánica, generando gases que aumentaron la cantidad de vitamina B12 en el suelo, entre otros nutrientes.
- Cuarto, se cubrió con tierra y se la humedeció para facilitar la descomposición de los desechos utilizados en el proceso.
- Quinto, se repitió el proceso, sin añadir lombrices.

Este proceso de descomposición de la materia orgánica, en abono orgánico, en el estudio de las potencialidades de la lombricultura, pasó por cuatro fases:

- Primera fase: o mesófila, los microbios se adaptan al medio putrefacto y comienzan a multiplicarse. Dura de 2 a 4 días a temperatura superior a los 50°C.
- Segunda fase: o termofílica, la temperatura oscila entre 50 a 70°C, los agentes patógenos, larvas y/o semillas de maleza, mueren por estrés térmico. Tarda de 2 a 8 semanas.
- Tercera fase: Las actividades microbianas terminan por morirse, por agotamiento de los nutrientes.
- Cuarta fase: denominada de maduración, se estabiliza el humus formado, a temperatura ambiente, disminuye el consumo de oxígeno y desaparece la fitotoxicidad.

El humus así formado tiene variadas ventajas: da consistencia a los suelos arenosos, da esponjosidad a los terrenos fangosos; en ambos casos ayuda a retener los nutrientes que antes se

perdían con facilidad; además, retiene la humedad con un excelente drenaje y evita la erosión de la tierra de cultivo.

Resultados y Discusión

Antes de iniciar con la actividad lombricultora, debe asegurarse la fuente de alimentos, tanto en cantidad como en calidad. Los alimentos son restos vegetales; estiércol de herbívoros y aves; restos de cocina, frutas y verduras e infusiones; residuos de algodón, cartón y papel sin tinta; no se debe utilizar cáscaras de cítricos ya que altera el pH de la cama; no utilizar carnes ni pescado; evitar restos orgánicos, colillas, aceites de cocina, cenizas, quesos o huesos, por ser sustancias tóxicas para las lombrices, cuya función descomponer el material orgánico que digiere, mediante sus enzimas digestivas en la generación del humus.

La lombriz roja californiana es la especie que en cautiverio se adapta a extremos factores ambientales de humedad, temperatura y pH, posee un potencial reproductor y capacidad de apiñamiento. La temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 15° y 25°C, el pH deseable en el sustrato debe oscilar entre 6.0 y 8.0. (Cáceres et al., 2018).

Las lombrices efectúan una actividad importante en el ambiente al producir abono orgánico fruto de sus defecaciones por el contenido de su flora bacteriana que tiene la capacidad de alterar la materia orgánica y transformarla en nutrientes que se adhieren al suelo para generar una excelente productividad.

El material orgánico procedente del animal, es indispensable en la alimentación de la lombriz, porque aporta con la proteína esencial para su reproducción. El estiércol de vacuno (ganado), es el sustrato eficaz la lombriz *Eisenia foetida* se reproduce; el estiércol de cobaya (cuyes, conejos) y el de equinos (caballos), son excelentes opciones. Los restos vegetales, frutas dulces, hortalizas en general y las borras de café, desechos, cáscaras, tienen ideal comportamiento, en la alimentación de las lombrices (Canales et al., 2020).

Estos alimentos se compostan con anticipación o al menos precompostar, es decir, superar la fase termófila (reacciones de autooxidación de microorganismos, al faltar la materia orgánica) del proceso en la que alcanza temperaturas de 50°-60 °C permitiendo la eliminación de patógenos, de forma que, al superar esta fase, disminuya la temperatura y la materia esté lista para la alimentación de las lombrices. En este proceso, la lombriz se alimenta por succión, por eso es indispensable conservar la humedad en su alimento y que debe estar descompuesto y desmenuzado.

Según se aprecia en la figura 1, el proceso de obtención del compost, se realiza utilizando microorganismos del suelo y su posterior elaboración en microorganismos eficientes (Trujillo & De Armas, 2021).

Figura 1: Plantación Lombricultora.



Fuente: Pasos para establecer una plantación lombricultora.

Durante la obtención del compost con adición de microorganismos eficientes, a los 20 días, se obtienen entre temperaturas de 20°C hasta 53°C, obteniéndose el compost por unos 45 días; cuando no se adiciona los microorganismos, a los 40 días se obtiene a una temperatura de 45°C, con el producto por 80 días. Las actividades realizadas en función del cumplimiento del objetivo planteado fue desarrollar la lombricultura, misma que se efectuó en el siguiente proceso:

Se construyó el compostero utilizando tablas con las siguientes dimensiones: 60 cm de ancho, 60 cm de profundidad y 50 cm de alto. Luego se añadió una capa de ramas o arbustos previamente triturados que se distribuyen en todo el espacio y que actúa a manera de cámara de aire, que ayuda al proceso aerobio o de oxigenación de los restos orgánicos para evitar su pudrición. El siguiente paso fue colocar una capa de hojas de col y zanahoria; luego residuos de cocina para a continuación añadir abono orgánico para terminar con una capa de tierra. Es el momento de colocar en una de

las esquinas del compostero a las lombrices californianas, con el propósito que descompongan con facilidad los residuos orgánicos.

En un siguiente paso, se colocó más material, siguiendo el orden descrito. Es indispensable procurar que el compost esté siempre húmedo, sin llegar a convertirse en líquido. Si se observa que está seco, se debe regar de manera uniforme de manera leve.

Luego se puede seguir mezclando más desechos con el material en descomposición, lo que facilita la descomposición de los residuos frescos, lo que evitará la presencia de la mosca de la fruta. Para acelerar el proceso de descomposición añada estiércol o tierra de jardín.

Se evidencia la formación del humus cuando los materiales que se están compostando cogen calor y además pierden volumen, lo que hace que se vaya hundiendo en el recipiente progresivamente.

Luego de tres meses ya se puede iniciar la extracción del humus de la parte inferior del compostero.

El humus así formado es un fertilizante 100% orgánico sin mal olor, por su capacidad de retener la humedad, ayuda al ahorro de agua de regadío; es restaurador de vida en los suelos desgastados y aumenta la calidad del cultivo de las plantas (Chaparro et al., 2020). El humus elaborado sirvió para ser utilizado dentro del proyecto de Vinculación que llevaron adelante el grupo de estudiantes sometidos al proceso de investigación.

Al aplicar la encuesta con el cuestionario respectivo, los resultados fueron los siguientes:

¿Fortalece la lombricultura en la educación ambiental, a través de herramientas didácticas, para el aprendizaje de la Química Verde?

Al apreciar la tabla 1 sobre la relación de la actividad lombricultora y el aprendizaje de la Química Verde, 11 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre que, si fortalece la lombricultura en la educación ambiental, a través de herramientas didácticas, para el aprendizaje de la Química Verde. Entonces el 73.34 % de los estudiantes encuestados, contestaron que la actividad lombricultora fortalece la educación ambiental, a través de herramientas didácticas, para el aprendizaje de la Química Verde, lo que conlleva a que contribuyan al mantenimiento del medio ambiente y desarrollo de la humanidad, así como su calidad de vida. Los estudiantes se concientizan con estas alternativas para mitigar los problemas ambientales, como la disminución de la huella ecológica evitando el uso de excesos de envases y objetos plásticos, en el marco de la Química Verde (Franco et al., 2020).

Tabla 1: La actividad lombricultora y aprendizaje de la Química Verde.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	7	46.67 %
Casi siempre	4	26.67 %
De vez en cuando	3	20.00 %
Nunca	1	6.66 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿Considera necesario aplicar la educación ambiental, para promover un aprendizaje didáctico?

Al observar la tabla 2 sobre la relación de la educación ambiental y un aprendizaje didáctico, 12 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre es necesario aplicar la educación ambiental, para promover un aprendizaje didáctico. Entonces, el 80 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran necesario aplicar la educación ambiental, para promover un aprendizaje integral, con el mejoramiento de la calidad de vida a estudiantes que provienen de familias con extrema pobreza, mediante actividades que incluyan la conservación y el aprovechamiento de los recursos naturales, mediante el reciclaje que asegure el saneamiento y mejora de la calidad ambiental. Lo expuesto evidencia una toma de conciencia sobre la importancia de cuidar el entorno, para generar cambios en los valores y estilos de vida, así también, ampliar los conocimientos y saberes que impulsen la acción preventiva y la mitigación de los problemas ambientales actuales y futuros (Castro & Rivera, 2018).

Tabla 2: Educación Ambiental y Aprendizaje didáctico.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	8	53.33 %
Casi siempre	4	26.67 %
De vez en cuando	3	20.00 %
Nunca	0	0 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿La actividad lombricultora potencia la educación ambiental?

Al apreciar la tabla 3, sobre la relación de la actividad lombricultora y la educación ambiental, 13 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre, la actividad lombricultora potencia la educación ambiental. Entonces, el 86.66 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, la actividad lombricultora potencia la educación ambiental, porque ayuda a procesar residuos alimenticios, reduce la contaminación por el olor, generando minerales y micronutrientes necesarios para los cultivos; el producto obtenido de la lombricultura, es un abono orgánico de alta calidad que provee de nutrientes de manera soluble y que son absorbidos con facilidad por las plantas; entonces, los estudiantes comprenden que son parte integral del sistema ecológico con deberes que cumplir para un mejor cuidado del entorno donde desarrolla su vida (Yurany, 2018).

Tabla 3: La actividad lombricultora y la educación ambiental.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	10	66.66 %
Casi siempre	3	20.00 %
De vez en cuando	1	6.67 %
Nunca	1	6.67 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿Considera que la actividad lombricultora, desde el ámbito escolar, es una estrategia de aprendizaje de Ciencias Naturales?

Al observar la tabla 4, sobre la actividad lombricultora y estrategia de aprendizaje de Ciencias Naturales, 12 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre la actividad lombricultora, desde el ámbito escolar, es una estrategia de aprendizaje de Ciencias Naturales. Entonces, el 80 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran que se debe tratar a la actividad lombricultora, como una estrategia de aprendizaje de Ciencias Naturales, lo que evidencia que esta parte de la educación ambiental, se debe abordar como un eje transversal de esta ciencia, porque está inmersa en las diferentes áreas del conocimiento. La actividad lombricultora desde el punto de vista didáctico, es una práctica educativa que está con armonía con el entorno natural, ya que recicla y transforma los desechos orgánicos generando abono natural para las plantas, lo que

facilita mejorar la fertilidad natural del suelo convirtiéndolos de áridos en productivos (González et al., 2019).

Tabla 4: La actividad lombricultora y aprendizaje de Ciencias Naturales.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	8	53.33 %
Casi siempre	4	26.67 %
De vez en cuando	2	13.33 %
Nunca	1	6.67 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿Es necesario que se integren contenidos de reciclaje, enfocados desde la Didáctica, para mejorar el conocimiento de la Química Verde?

Al apreciar la tabla 5, la relación de reciclaje y el conocimiento de la Química Verde, 13 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre, es necesario que se integren contenidos de reciclaje, enfocados desde la Didáctica, para mejorar el conocimiento de la Química Verde.

Entonces, el 86.66 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran que es necesario que se integren contenidos de reciclaje, para mejorar el conocimiento de la Química Verde, mediante actividades la recolección de residuos sólidos, respetar el ambiente y valorar cómo se puede preservar la naturaleza, se consigue con estrategias didácticas que los padres de familia y docentes transmiten a sus estudiantes, colaborando en la formación de una cultura ecológica, crítica de la ciencia actual (Marques & Machado, 2018).

Tabla 5: Reciclaje y conocimiento de la Química verde

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	7	46.66 %
Casi siempre	6	40.00 %
De vez en cuando	1	6.67 %

Nunca	1	6.67 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿Considera que la actividad lombricultora, como estrategia didáctica, favorece la enseñanza y aprendizaje de la educación ambiental?

El análisis de la tabla 6, la relación de la actividad lombricultora y el aprendizaje de la educación ambiental, 11 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre, consideran que la actividad lombricultora, como estrategia didáctica, favorece el aprendizaje de la educación ambiental.

Entonces, el 73.33 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran que la actividad lombricultora, como estrategia didáctica, favorece el aprendizaje de la educación ambiental. Se considera un mecanismo de salida de la educación tradicional, que parte de la implementación del desarrollo sostenible, con una educación en valores, fomentando la solidaridad, que permita apreciar la justicia, la equidad y comprensión de la realidad para profundizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando contenidos transversales, que contribuya a la formación integral del estudiante (Medina et al., 2017).

Tabla 6: La actividad lombricultora y el aprendizaje de Educación Ambiental.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	7	46.66 %
Casi siempre	4	26.67 %
De vez en cuando	3	20.00 %
Nunca	1	6.67 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿Está consciente que la actividad del reciclaje de residuos orgánicos, potencia el cuidado del ambiente?

El análisis de la tabla 7, la relación de la actividad del reciclaje de residuos orgánicos y cuidado del ambiente, 13 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre, están conscientes que la práctica del reciclaje de residuos orgánicos, potencia el cuidado del ambiente. Entonces, el 86.66 % de los

educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran que, si están consciente que la actividad del reciclaje de residuos orgánicos, optimiza el cuidado del ambiente. Es indispensable que el educador se fortalezca con herramientas para crear, asimilar y facilitar al educando y a la colectividad con actividades que le permitan interactuar con su entorno, para generar el cambio en la cultura de cuidado al ambiente, con actividades de reciclaje de residuos que conduzcan al compostaje, donde la masa de éstos, es tratada y transformada en un nuevo producto, mediados por microorganismos, en abono orgánico, reduciendo el uso de fertilizantes convencionales (Da Costa et al., 2018).

Tabla 7: Reciclaje de residuos orgánicos y cuidado del ambiente.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	9	60.00 %
Casi siempre	4	26.66 %
De vez en cuando	1	6.67 %
Nunca	1	6.67 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿La educación ambiental, potencia el aprendizaje didáctico de las Ciencias Naturales?

El análisis de la tabla 8, sobre la relación de la educación ambiental y el aprendizaje didáctico, 12 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre, consideran que la educación ambiental, potencia el aprendizaje didáctico de las Ciencias Naturales. Entonces, el 80.00 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran que la educación ambiental potencia el aprendizaje didáctico de las Ciencias Naturales, reorientando los procesos de formación de los futuros docentes, desde las asignaturas interrelacionándolas, para optimizar la interpretación de saberes hacia el desarrollo sostenible. El aprendizaje didáctico, supone un proceso de aprendizaje, donde el ser humano aprende o mejora sus destrezas y sus conductas, procurando establecer conexiones y relaciones de conocimiento, habilidades, sentimientos, valores, que están en permanente cambio, a fin de que sus actividades no se generen en forma aislada, dispersa y fraccionada (Macías et al., 2020).

Tabla 8: Educación Ambiental y Aprendizaje didáctico.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	9	60.00 %
Casi siempre	3	20.00 %
De vez en cuando	2	13.33 %
Nunca	1	6.67 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test.

¿La educación ambiental, mediante la actividad de reciclaje, fortalece la práctica de la Química Verde?

El análisis de la tabla 9 sobre la relación de la educación ambiental y la práctica de la Química Verde, 11 estudiantes contestaron que siempre o casi siempre, la educación ambiental, mediante la actividad de reciclaje, fortalece la práctica de la Química Verde.

Entonces, el 73.34 % de los educandos encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, consideran que la educación ambiental, mediante la actividad de reciclaje, favorece la práctica de la Química Verde, fomentando el interés por los estudiantes con el reaprovechamiento de residuos orgánicos y entender y comprender su importancia en la sociedad actual, para la construcción de un futuro sostenible. Los datos obtenidos sobre trabajar en la educación ambiental, mediante estrategias de aprendizaje para el reciclaje y lombricultura, ayudan al desarrollo sostenible, generando los conocimientos científicos indispensables, en la comprensión de los problemas ambientales y generar una profunda conciencia ambiental, con capacidad para resolver situaciones, en un futuro próximo (Martínez et al., 2017).

Tabla 9: Educación ambiental y práctica de la Química Verde.

Indicador	Frecuencia	Porcentaje %
Siempre	7	46.67 %
Casi siempre	4	26.67 %
De vez en cuando	2	13.33 %
Nunca	2	13.33 %
TOTAL	15	100 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados del Test

Conclusiones

Se concluye que el 80 % de los encuestados, contestaron que siempre o casi siempre, el análisis de las potencialidades de la lombricultura mejora la educación ambiental, a través de herramientas didácticas, para optimizar el aprendizaje de la Química Verde, lo que contribuye al mantenimiento del ambiente y desarrollo de la humanidad, así como su calidad de vida, atenuando los problemas ambientales, como la disminución de la huella ecológica.

Se evidencia una toma de conciencia sobre la importancia de cuidar el entorno, para generar cambios en los valores y estilos de vida, con la ampliación de los conocimientos y saberes que impulsen la acción preventiva, convirtiéndolos en parte integral del sistema ecológico con deberes que cumplir para un mejor cuidado del entorno donde desarrolla su vida.

La lombricultura como una estrategia didáctica, evidencia que la educación ambiental, se aborda como un eje transversal de las Ciencias Naturales, porque está inmersa en el área del conocimiento, donde los padres de familia y docentes transmiten a sus estudiantes, colaborando en la formación de una cultura ecológica crítica de la ciencia actual. Un mecanismo de salida de una educación tradicional, ya que inicia con la implementación de un desarrollo sostenible, con una educación en valores, fomentando la solidaridad, que permite apreciar la justicia, la equidad y comprensión de la realidad para profundizar el proceso de enseñanza y aprendizaje, utilizando contenidos transversales, que contribuyan a la formación integral del estudiante.

El educador se fortalece con herramientas para crear, asimilar y facilitar al educando y a la colectividad, las estrategias que le permitan interactuar con su entorno, para generar el cambio en la cultura de cuidado al ambiente, para mejorar el aprendizaje didáctico, reorientando los procesos de formación de los futuros docentes, desde las asignaturas interrelacionándolas, potenciando la interpretación de saberes hacia el desarrollo sostenible, mediante actividades de reciclaje y lombricultura, que ayudan al desarrollo sostenible, generando los conocimientos científicos indispensables, en la comprensión de los problemas ambientales.

Declaración de conflictos de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Declaración de contribución de los autores y agradecimientos: El primer nombre corresponde al autor principal del artículo, los dos autores siguientes están ordenados, en correspondencia con su participación. A continuación, se menciona la contribución de cada uno, utilizando la Taxonomía CRediT:

- Luis Edison Carrillo Cando: Conceptualización, Análisis formal, Investigación, Metodología, Administración de proyectos, Recursos, Validación, Visualización, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición.
- Saraí Patricia Villa Chafra: Conceptualización, Análisis formal, Metodología, Redacción-revisión y edición.
- Eduardo Fabián Bermeo Gavilánez Investigación, Análisis formal, Metodología, Redacción-revisión.
- Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad Nacional de Chimborazo y el Centro de Investigaciones que brindó asesoría durante el proceso de investigación y revisó críticamente los resultados, pero no es responsable del contenido de este artículo.

Declaración de aprobación del comité de ética: Los autores declaran que la investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la institución responsable, en tanto la misma implicó a seres humanos.

Referencias

1. Cáceres Poma, D. K., Calisaya Vera, G. M., & Bedoya Justo, E. V. (2018). Eficiencia de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-UJCM*, 4(Número Especial), 13-23. https://www.lareferencia.info/vufind/Record/PE_6a38b5daaa538046436e11c0c57edb9c
2. Castro, E., & Rivera, T. (2018). Educación ambiental en la escuela primaria: Una experiencia de aprendizaje socioambiental situado. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (30), 34-59. <https://cpue.uv.mx/index.php/cpue/article/view/2688>
3. Cevallos, A., Muñoz, J., & Freund, K. (2019). Aspectos y principios de la química verde, ingeniería sostenible, sostenibilidad y economía circular. *Revista Carácter*, 7, 1-13. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-quimica-verde-definicion-principios-y-ejemplos-360.html>
4. Chaparro-Montoya, E., Vera-Alcázar, M., Herrera-Córdova, F., & Barahona-Sánchez, J. (2021). Utilización de microorganismos eficientes para la elaboración de compost a partir

- de residuos orgánicos. Sincretismo, 1(1).
<https://revistas.unam.edu.pe/index.php/sincretismo/article/view/15>
5. Da Costa, D., Da Silva, N., Lima, C., & Navarro, M. (2018). Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios, vegetales y estiércol en el crecimiento de la lechuga. *Revista de Ciencias Hortícolas*, 12. <https://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i2.7902>, 1-11.
 6. De-la Peña, G., & Vines-Centeno, M. (2020). Acercamiento a la conceptualización de la educación ambiental para el desarrollo sostenible. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(2), e18. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142020000200018&lng=es&tlng=es.
 7. Franco, R., Reina, J., & Riveros, C. (2020). Concepciones sobre química verde en profesores de química en formación inicial. *Revista Noria Investigación Educativa*, 1(5). <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/NoriaIE/article/view/16507>
 8. González, D., Gómez, J., Martínez, Á., & Sotelo, M. (2019). Lombricultura: proyecto pedagógico para prácticas ecológicas para conservación del planeta. *CITECSA Ciencia tecnología, Sociedad y Ambiente*. 11(17), 1-9. <https://revistas.unipaz.edu.co/index.php/revcitecsa/article/view/192>
 9. Canales, A., Solís, B., Panca, R., & Quispe, B. (2020). Crianza de *Eisenia foetida* (Lombriz Roja) en diferentes sustratos de desarrollo biológico. *Ecología Aplicada*, 19(2), 87-92. <https://dx.doi.org/10.21704/rea.v19i2.1559>
 10. Lozano, S., Bosque, R., & Osorio, A. (2019). Educación ambiental en marco de la revolución científico - técnica: una necesidad actual en contexto educativo. *Revista Científico metodológica*, 12(6), 1-5. <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/download/409/406/>
 11. Macías, A., Aguilera, A., & Águila, O. (2020). El enfoque interdisciplinario en el tratamiento a la educación ambiental en la educación superior. *Conrado*, 16(73), 350-356. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000200350&lng=es&tlng=en.
 12. Marques, C., & Machado, A. (2018). Una visión sobre propuestas de enseñanza de la Química Verde. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 19-43. https://web.archive.org/web/20180410051335id_/http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_1_2_ex1093.pdf

13. Martínez, J., Blasco, J., Lledó, A., & Pellín, N. (2017). Educación en Química Verde para un futuro sostenible: actividades formativas relacionadas con la vida cotidiana del alumnado. *Redes colaborativas en torno a la docencia universitaria.*, 2-12. <https://acortar.link/W1LFvm>
14. Medina, R., Franco, M., Torres, L., Velázquez, K., Vivanco, G., & Medina, R. (2017). Aproximación a la educación ambiental desde los procesos de enseñanza - aprendizaje. *Medisur*, 15(5), 616-622. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=77581>
15. Pulido, V., & Olivera, E. (2018). Aportes pedagógicos a la educación ambiental: una perspectiva teórica. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(3), 1-14. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000300007
16. Rodríguez, L., Borroto, M., Vega, O., Morales, M., & Gutiérrez, I. (2019). Programa la lombricultura para el manejo de residuos comunitarios. *Revista Electrónica de Medio Ambiente*, 20(1), 120-141. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242033>
17. Simoes, A., Yanes, G., & Álvarez, M. (2019). Transversalidad de educación ambiental para desarrollo sostenible. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(5), 25-32. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000500025&lng=es&tlng=es.
18. Tigse, C. (2018). El constructivismo, según bases teóricas de César Coll. *Revista Andina de Educación*, 2(1), 25-28. <https://doi.org/10.32719/26312816.2019.2.1.4>
19. Trujillo, O., & De Armas, D. (2021). Lombricultura: práctica de aprovechamiento a partir de residuos orgánicos. *Revista Ecapma*, 19(3), 1-32. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/46222>
20. Yépez, A., & Viteri, F. (2019). Enfoques innovadores de educación ambiental on el aprovechamiento de residuos orgánicos urbanos. *Revista Cátedra*, 2(2), 1-22. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CATEDRA/article/view/1639>
21. Yurany, Y. (2018). Implementación de un proceso de compostaje que permita el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos. *UNAD Escuela de Ciencias Agrícolas*, 1-19 <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20990>.

© 2024 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).