

Reciclando el futuro: Manejo de residuos sólidos urbanos

Recycling the future: Solid urban waste management

Jésica Arcangeli ^a, Gloria Delgado ^b

Abstract:

The excessive accumulation of urban solid waste is a serious problem in cities because if they do not have an adequate final disposal, end up contaminating the environment. The Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, published in 2003, establishes the classification, management, and disposal that waste must have. This problem is studied in the Ecology subject taught at high school and can be addressed using the Project-Based Learning approach, since it seeks the development of a set of skills to resolve a problem. Therefore, the objective of this work was to address the topic "Solid urban waste Management" through the manufacturing of a homemade prototype made from waste products, using Project-Based Learning. The present work was carried out with 281 sixth semester students who were studying Ecology at high school in two public schools, COBACH-13 and ESTi. The conceptual contents, waste separation and the 3Rs rule, were reviewed through a video and a text. Subsequently, the students were organized into teams to make the homemade prototype. In total, 71 home prototypes were made, 36 at COBACH-13 and 35 at ESTi. The most used materials in COBACH-13 were cloth and cardboard, while in ESTi it was PET. Among the products are handbags, beds and drinking fountains for pets, moneyboxes, flowerpots, and watering cans. Differences between the two schools were in relation to the materials used and the products obtained, which can be understood by the differences in availability of materials. From the pedagogical point of view, this project has the features of Project-Based Learning since through the manufacturing of a prototype, students develop the skills and competencies set out in the subject's syllabus, laying the background for environmental awareness of waste management.

Keywords:

Ecology, environmental education, inorganic waste, project-based learning, three Rs rule

Resumen:

La acumulación excesiva de residuos sólidos urbanos es un problema grave en las ciudades debido a que éstos al no tener una disposición final adecuada contaminan el medio ambiente. La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos , publicada 2003, establece la clasificación, manejo y disposición que deben tener los residuos. Esta problemática se estudia en la asignatura de Ecología impartida en el nivel educativo medio superior y se puede abordar utilizando el enfoque pedagógico Aprendizaje Basado en Proyectos, ya que éste busca el desarrollo de un conjunto de habilidades para solucionar un problema. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue abordar el tema "Manejo de residuos sólidos urbanos" a través de la elaboración de un prototipo casero hecho a partir de productos de desecho, utilizando el Aprendizaje Basado en Proyectos. El presente trabajo se realizó con estudiantes 281 de sexto semestre del nivel educativo medio superior que cursaban la asignatura de Ecología en dos escuelas públicas, COBACH-13 y ESTi. Los contenidos conceptuales, separación de residuos y regla de las 3 R, se revisaron a través de un vídeo y un texto. Posteriormente, los estudiantes se organizaron en equipos para elaborar el prototipo casero. En total se obtuvieron 71 prototipos, 36 en el COBACH-13 y 35 en la ESTi. Los materiales más utilizados en el COBACH-13 fueron la tela y el cartón, mientras que en la ESTi fue el PET. Entre los productos destacan bolsas de mano, camas y bebederos para mascota, alcancías, macetas y regaderas. Se encontraron diferencias entre las dos escuelas en relación con los materiales utilizados y los productos obtenidos, las cuales se pueden entender por las diferencias en la disponibilidad de materiales. Desde el punto de vista pedagógico este proyecto cumple con las características del Aprendizaje Basado en Proyectos ya que a partir de la elaboración de un prototipo los estudiantes desarrollaron las habilidades y competencias planteadas en el programa de la asignatura, sentando las bases para una conciencia ambiental de manejo de residuos.

Palabras Clave:

Aprendizaje basado en proyectos, Ecología, educación ambiental, regla de las 3 R, residuos inorgánicos.

^a Escuela Superior de Tizayuca, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, <https://orcid.org/0000-0003-4243-0431>, Email: jessica_arcangeli@uaeh.edu.mx

^b Colegio de Bachilleres No. 13 "Xochimilco-Tepepan" <https://orcid.org/0009-0003-0971-8449>, Email: glazudh@hotmail.com

Introducción

El crecimiento poblacional y el consumismo han provocado problemas ecológicos graves en las megalópolis, entre los que destaca la generación excesiva de residuos sólidos urbanos (RSU), los cuales son generados a partir del consumo y utilización de ciertos productos (Fernández, 2017). Por ejemplo, en México se generan 0.866 Kg por persona de RSU diarios, lo que equivale a 39 millones de toneladas anuales (INEGI, 2020). Este problema tiene como principal reto la disposición final que se debe dar a este tipo de residuos, ya que muchos son desechados sin seleccionar aquellos a los que se les puede dar otro uso. De hecho, se estima que solo el 9.6% de los residuos generados por los mexicanos se separa para ser reciclado (INECC, 2012).

Los RSU son los residuos generados en actividades domésticas y comerciales, que el ser humano considera ya no son de utilidad y por lo tanto, son desechados y entregados al camión recolector de la basura (Vázquez, 2017). En lugares donde no existe este servicio, los RSU son arrojados a cuerpos de agua y barrancas, incinerados o dejados al aire libre; sin embargo, muchos de éstos pueden ser seleccionados y llevados a lugares donde se les de otro uso, evitando así su traslado a los rellenos sanitarios, en donde quedarán confinados (Rondón et al., 2016).

Los RSU al no tener una disposición final adecuada pueden llegar a contaminar el suelo, el agua y el aire, debido a que contienen metales pesados, materia orgánica y microorganismos patógenos; además de generar una gran cantidad de gases de efecto invernadero como son el metano y el dióxido de carbono (Ceballos et al., 2022). Adicionalmente, estos desechos traen consigo otros problemas ambientales como son la presencia de plagas y la generación de malos olores, los cuales se convierten en una fuente de infección y transmisión de enfermedades (Joshi & Ahmed, 2016).

Derivado de estos problemas, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó el 8 de octubre de 2003 en el Diario Oficial de la Federación la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR), en la cual se establecen los criterios, especificaciones y técnicas bajo los cuales se debe realizar la separación, clasificación, recolección y almacenamiento de los residuos (SEMARNAT, 2003). Asimismo, tanto en la Ciudad de México (CDMX) como en el Estado de Hidalgo existen normas locales en materia ambiental que regulan el manejo de los residuos. En la CDMX la norma ambiental NADF-024- AMBT- 2013 es la encargada de la gestión de los RSU (SEDEMA, 2015), mientras que en el Estado de Hidalgo, la Ley de

Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Hidalgo es la responsable de su manejo (SEMARNATH, 2021). Sin embargo, sólo la CDMX tiene un programa completo de Economía circular, el cual incluye la separación de residuos, valorización y reciclaje, así como políticas de consumo racional e incentivos fiscales (Ceballos et al., 2022).

De acuerdo con la LGPGIR los RSU se clasifican en: 1) Residuos orgánicos, aquellos que proviene de seres vivos como plantas, animales y sus derivados, los cuales son biodegradables lo que significa que se descomponen en dióxido de carbono, metano, agua y compuestos inorgánicos, por la acción de microorganismos como bacterias y hongos; y 2) Residuos inorgánicos, aquellos que no tienen características de residuo orgánico y que pueden ser susceptibles a un proceso de valorización y reciclaje para su reutilización; adicionalmente, su proceso de descomposición por factores ambientales (sol, lluvia o viento) es muy lento por lo que su presencia en el planeta es permanente (SEMARNAT, 2003; SEDEMA 2015).

Algunas acciones que se pueden realizar para el manejo de los residuos orgánicos incluyen la elaboración de composta o la implementación de un biodigestor. La composta consiste en la degradación controlada de la materia orgánica para generar un producto parecido al humus que sirve de abono a las plantas (Vázquez, 2017). Asimismo, el biodigestor es un contenedor cerrado en el que los residuos orgánicos se descomponen en ausencia de oxígeno mediante la acción de microorganismos anaerobios; este proceso produce un gas que puede sustituir al gas LP en los hogares (SEDEMA, 2015). Por otro lado, para la gestión adecuada de los residuos inorgánicos se puede emplear la regla de las 3R: 1) reducir, consiste en evitar el consumo de ciertos productos y rechazar el embalaje excesivo; 2) reutilizar, es darles un uso nuevo a ciertos productos en lugar de tirarlos; y 3) reciclar, significa crear un producto nuevo a partir de materias primas de tipo residual, por ejemplo, el polietileno tereftalato (PET; Bigues & Martínez, 2013). Entre los residuos inorgánicos que se pueden reciclar o reutilizar se encuentran papel, vidrio, plástico, aluminio, fierro, cobre, periódico, ropa, madera, entre otros (Fernández, 2017).

El manejo adecuado de los RSU es un contenido conceptual que se aborda en la asignatura de Ecología y Desarrollo Sustentable impartida en el sexto semestre de la educación media superior en distintos subsistemas educativos de nuestro país. Por ejemplo, se encuentra en el mapa curricular del Bachillerato general ofertado en el Colegio de Bachilleres y en el programa del

Bachillerato general ofertado por Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH; SEP, 2018; UAEH; 2019).

Desde el punto de vista pedagógico, el manejo de los RSU es un tema que se puede abordar a través de trabajo colaborativo utilizando el enfoque Aprendizaje Basado de Proyectos (ABP). Esta metodología está centrada en el estudiante y busca el desarrollo de un conjunto de habilidades a corto y mediano plazo para la solución de un problema (García-Cruz & Cruz-González, 2021a; Zambrano et al., 2022). El ABP consta de las siguientes etapas: 1) inicio, en donde se definen los temas a incluir y las metas a alcanzar; 2) planeación, incluye la división del proyecto en sus componentes y la asignación de responsabilidades a los miembros del equipo; 3) desarrollo, se cumplen las tareas asignadas, obteniendo la solución colaborativa de los problemas planteados; y 4) resultado, la obtención de un producto final (García-Cruz & Cruz-Hernández, 2021a).

En este contexto se plantea en el presente trabajo abordar el tema “Manejo adecuado de los RSU” a través de la elaboración de un prototipo o modelo casero potencialmente útil generado a partir productos de desecho que normalmente se encuentra en los hogares, utilizando el enfoque Aprendizaje Basado en Proyectos.

Materiales y métodos

Este presente trabajo se realizó con estudiantes de sexto semestre que cursaban la asignatura Ecología y Desarrollo Sustentable durante el semestre enero-junio del 2023, en dos escuelas públicas: 1) Colegio de Bachilleres No. 13 “Xochimilco-Tepepan” (COBACH-13), localizado en la Alcaldía Xochimilco en la CDMX; y 2) Escuela Superior de Tizayuca (ESTi) de la UAEH, ubicada en el municipio del mismo nombre al sur del estado de Hidalgo.

Se revisaron los contenidos conceptuales relacionados con los RSU haciendo énfasis en los residuos inorgánicos y la regla de las 3R, a través del análisis del texto “El problema de no separar” (disponible en http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/no_separar.html) y la visualización del video “Recolección de basura en CDMX” (disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=98r6XAYRmok&t=225s>). Posteriormente, se pidió a los estudiantes que se organizaran en equipos de 4 a 6 integrantes para investigar en fuentes confiables información referente a la elaboración casera de productos hechos a partir de materiales de desecho, por ejemplo, cartón, PET, periódico, tela, madera, entre otros.

Una vez obtenida la información se les solicitó la elaboración de un prototipo casero utilizando el material de desecho de su preferencia. Previo a la construcción de este prototipo se pidió contestaran las siguientes preguntas: ¿qué me gustaría hacer?, ¿qué material ocuparía? ¿cómo elaboraría mi prototipo casero? ¿cuál es la importancia de reutilizar? Por último, se solicitó acudieran al salón de clase con todo el material necesario para elaborar su prototipo en la siguiente sesión de trabajo. Los estudiantes se presentaron en el salón de clase con el material solicitado y trabajaron entre 2 y 4 horas en el diseño, elaboración y acabado estético de sus prototipos caseros.

Los prototipos se evaluaron a través de una lista de cotejo que fue compartida previamente con los estudiantes (Cuadro 1). Adicionalmente, con la información obtenida mediante el cuestionario y la experiencia directa se hizo un listado de los materiales utilizados y los productos obtenidos. Por último, se llevó a cabo un análisis comparativo entre las dos escuelas.

Cuadro 1. Lista de cotejo para la evaluación del prototipo casero.

Aspectos por evaluar	Si	No
El prototipo fue elaborado en el tiempo establecido	2 puntos	0 puntos
El prototipo elaborado es de utilidad en la vida diaria	2 puntos	0 puntos
El prototipo se elaboró con materiales de desecho reutilizables	2 puntos	0 puntos
El prototipo tiene un acabado estético	2 puntos	0 puntos
El prototipo se entregó en la fecha solicitada	2 puntos	0 puntos

Fuente: Elaboración propia

Resultados

COBACH-13

El proyecto fue realizado por un total de 160 estudiantes de cuatro grupos de sexto semestre de bachillerato que cursaban la asignatura de Ecología en el COBACH-13, los cuales estaban organizados en equipos de 4 estudiantes cada uno, obteniendo como resultado un total de 36 prototipos caseros (Fig. 1).



Figura 1. Prototipos caseros elaborados con materiales de desecho realizados por estudiantes de sexto semestre del COBACH-13: en paréntesis se indica el material utilizado. A) Estufa (lata); B) Muñeca (PET y taparroschas); C) Bebederos para perro (madera y plástico); D) Lapicera (cartón); E) Mochila (cartón y tela). Fuente: Elaboración propia.

En total se reutilizaron 12 materiales de desecho en la elaboración de prototipos caseros en el COBACH-13. Los materiales más reutilizados fueron tela y cartón, con 17% de los prototipos caseros elaborados cada uno; mientras que entre los materiales menos utilizados destacan hule espuma, llantas, periódico y plástico, con el 4% de los productos obtenidos cada uno. El 49% restante fueron prototipos elaborados con una variedad de materiales como son Tetrapak, latas, taparroschas, PET, madera y bolsas de frituras, con porcentajes que varían entre 7% y 9% (Fig. 2).

En lo que concierne a los productos elaborados a partir de la tela, que fue el material más utilizado se obtuvieron un total de 10 prototipos caseros, entre los que se encuentran bolsas de mano, monederos, lapiceras y una mochila; mientras que los productos elaborados con base en cartón fueron 8 e incluyen organizadores de escritorio, portalápices y un portacelular con toallero (Cuadro 1). Adicionalmente, se obtuvieron camas y bebederos para mascota a partir de los materiales menos frecuentes (llantas, madera, hule espuma y recipientes de plástico; Cuadro 1).

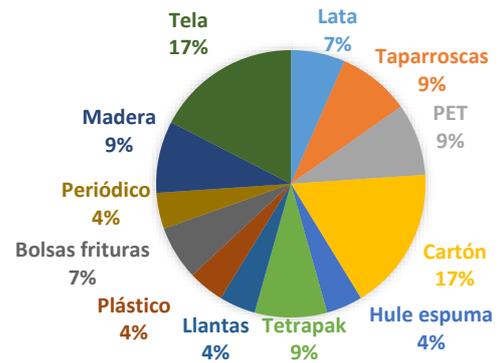


Figura 2. Materiales de desecho utilizados para la elaboración de prototipos caseros en el COBACH-13. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Productos obtenidos en la elaboración de prototipos caseros utilizando material de desecho en el COBACH-13.

Producto	Número	Material utilizado
Alhajero	1	Cartón
Araña de juguete	1	Cartón
Bebederos para mascota	2	Madera y plástico
Bolsa de mano	3	Tela
Cama para mascota	2	Llantas, tela y hule espuma
Cartera	4	Periódico, bolsas de frituras
Estufa	1	Latas
Lampara	1	Madera y lata de metal
Lapicera	2	Tela
Lavadora manual	1	Botellas de PET y madera
Maceta	5	Recipientes plástico, Tetrapak, botellas de PET
Mochila	1	Tela y cartón
Monedero	1	Tela
Muñeca	1	Botella de PET y taparroschas
Organizador de escritorio	2	Cartón
Portacelular con toallero	1	Tela, cartón y periódico
Portalápices	8	Botellas de PET, lata, cartón, taparroscha, Tetrapak,
Riego por goteo para plantas	1	Botella de PET y madera

Fuente: Elaboración propia.

ESTi

En este proyecto participaron un total 121 estudiantes pertenecientes a 4 grupos de sexto semestre de bachillerato que cursaban la asignatura de Ecología y Desarrollo Sustentable en la ESTi, los cuales estaban organizados en 30 equipos de trabajo. Dicho número no coincide con el total de prototipos caseros elaborados por los estudiantes, 35 en total, debido a que algunos equipos elaboraron más de un prototipo (Fig. 3).



Figura 3. Prototipos caseros elaborados con materiales de desecho realizados por estudiantes de sexto semestre de la ESTi; en paréntesis se indica el material utilizado. A) Huevera (cartón); B) Dulcero (PET); C) Regadera (PET); D) Rascador para gato (cartón); E) Organizador artístico (tela); F) Organizador de escritorio (cartón). Fuente: Elaboración propia.

En total se reutilizaron 7 materiales de desecho en la elaboración de prototipos caseros en la ESTi. Los materiales más reutilizados fueron las botellas de PET y el cartón, con 42% y 25% del total de los prototipos obtenidos, respectivamente; mientras que los materiales menos reutilizados fueron las latas de aluminio y la tela, con 4% de los productos elaborados cada uno. El 25% restante fueron prototipos elaborados con madera, taparroschas y envases de tetrapak (Fig. 4).

En cuanto al PET se obtuvieron 11 prototipos caseros entre los destacan alcancías, escobas, macetas y regaderas; mientras que los productos obtenidos con base en el cartón fueron 6 e incluyen un rascador para gato, un banco y un organizador de escritorio, entre otros (Cuadro 3). Asimismo, los prototipos caseros que se obtuvieron de los materiales menos reutilizables (latas de aluminio y tela) fueron 2 organizadores artísticos, uno para cada material utilizado (Cuadro 3).

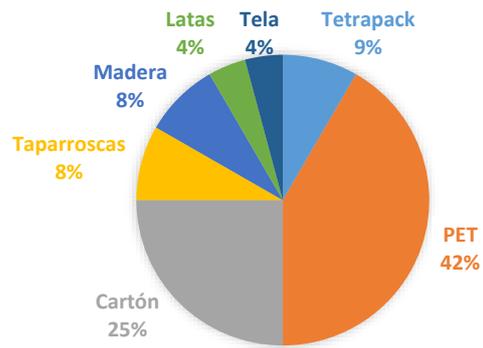


Figura 4. Materiales de desecho utilizados para la elaboración de prototipos caseros en la ESTi. Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 3. Productos obtenidos en la elaboración de prototipos caseros utilizando material de desecho en la ESTi.

Producto	Número	Material reutilizado
Albergue para aves	3	Cajas de Tetrapak, botellas de PET
Alcancía	4	Botellas de PET
Banco	1	Cartón
Billetera	1	Cartón
Bote de basura	2	Taparroschas
Casa para perro	1	Huacal de madera
Cocina de juguete	1	Cartón
Dulcero	1	Botellas de PET
Escoba	2	Botellas de PET
Futbolito	1	Cartón
Huevera	1	Cartón
Juego didáctico	2	Tapas de refresco y catón, botellas de PET
Lapicera	4	Botellas de PET, palitos de madera
Maceta	2	Botellas de PET
Organizador de escritorio	3	Cartón
Organizador artístico	2	Latas de aluminio y mezclilla
Pala de jardinería	1	Botellas de PET
Rascador para gato	1	Cartón
Regadera	3	Botellas de PET
Ventilador	1	Cartón

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

La sobrepoblación humana del planeta y la creciente necesidad de proporcionar a la población todo lo necesario para su subsistencia provoca la sobreexplotación de los recursos naturales y la

generación excesiva de RSU (López, 2016; Fernández, 2017). Por lo tanto, es de suma importancia hacer un manejo adecuado de éstos para reducir el impacto negativo que tienen sobre el medio ambiente y la salud humana, ya que estos residuos al ser mal gestionados pueden llegar a contaminar agua, suelo y aire con metales pesados, materia orgánica, microorganismos patógenos y gases de efecto invernadero (Joshi & Ahmed, 2016; Ceballos et al., 2022).

Por tal motivo, se debe enseñar a la población el manejo y la disposición adecuada de los RSU, así como su clasificación en residuos orgánicos e inorgánicos (SEMARNAT, 2003; SEDEMA, 2015; SEMARNATH, 2021); con el fin de que desde casa se haga la selección y separación adecuada de todos aquellos residuos que puedan reciclarse para que de esta manera sea más eficiente su distribución hacia las plantas recicladoras y se evite su confinamiento en los rellenos sanitarios (Rondón et al., 2016).

Adicionalmente, es importante fomentar la elaboración de productos caseros a partir de materiales de desecho como papel, plástico, tela y madera, entre otros; con el objetivo de que la población aprenda a reciclar y reutilizar los productos que se consideran basura (Bigues & Martínez, 2013; Fernández, 2017). Además, la elaboración de estos productos puede ser una fuente de ingresos económicos debido a que muchos se pueden comercializar e incluso se pueden impartir talleres para fomentar el reciclaje; creando así una nueva conciencia social y ecológica de que el medio ambiente se está deteriorando y que una forma de colaborar con él es el reaprovechamiento de algunos materiales (Ponce & Pluas, 2014).

La asignatura de Ecología y desarrollo sustentable en el nivel educativo medio superior tiene como objetivo concientizar a los estudiantes sobre la importancia de conservar el medio ambiente e incluye en su programa el tema del Manejo adecuado de los RSU (SEP, 2018; UAEH, 2019); con lo que se busca minimizar la generación y acumulación de residuos, reciclar la mayor parte de éstos y así reducir la necesidad de extraer nuevos materiales para crear productos nuevos (Bigues & Martínez, 2013). Sin embargo, esto se debe promover masivamente y en los otros niveles de educación básica, desde jardín de niños hasta la secundaria, ya que el planeta necesita una población informada y comprometida con un medio ambiente libre de contaminantes (Vidarte & Colmenares, 2020).

Por esta razón el proyecto “Reciclando el futuro” implementado en el semestre enero-julio 2023 en dos escuelas públicas es de vital importancia para fomentar la conciencia ambiental en los estudiantes de bachillerato. Al hacer el análisis comparativo de los materiales utilizados y los productos obtenidos se encontraron diferencias importantes entre las dos escuelas.

La primera diferencia que se encontró fue el número de materiales que se reutilizaron en las dos escuelas; en el COBACH-13 se reutilizaron un total de 12 materiales, mientras que en la ESTi fueron solo 7 (Figs. 2 y 4). Esta diferencia puede deberse a la disponibilidad de materiales de reuso en ambos lugares o bien, puede ser consecuencia de la investigación que cada equipo llevo a cabo a partir de la cual realizaron su prototipo. Los materiales que se ocuparon en las dos escuelas fueron madera, tetrapak, tela, cartón, PET, taparrosas y latas de aluminio. Entre los materiales que solo se ocuparon en el COBACH-13 se encuentran periódico, bolsas de frituras, recipientes de plástico, hule espuma y una llanta; mientras que no hubo materiales que fueran reutilizados de forma exclusiva en la ESTi.

La segunda diferencia que se encontró fueron los materiales más reutilizados. En el COBACH la materia prima más reutilizada fue la tela con 18% de los prototipos caseros elaborados, mientras que en la ESTi el material más reutilizable fue el PET con 42% de los productos obtenidos (Fig. 2 y 4). La diferencia en el porcentaje obtenido para el material más reutilizable se puede explicar con base en el total de materiales ocupados en ambas escuelas y la frecuencia con la que fueron reutilizados. Mientras que en el COBACH-13 se reutilizaron 12 materiales en la ESTi solo fueron 7. Asimismo, la tela fue reutilizada en 8 proyectos en el COBACH-13, mientras que el PET fue ocupado en la elaboración de 15 prototipos caseros en el ESTi. Por lo tanto, al ocuparse más materiales en el COBACH-13 la frecuencia con la que la tela se reutilizó fue menor y en consecuencia el porcentaje de reuso disminuyó. En contraste, en la ESTi al haber pocos materiales la frecuencia con la que el PET fue reutilizado fue mayor por lo que aumentó su porcentaje de reuso.

Finalmente, la última diferencia que se encontró fue la variedad de productos que se obtuvieron. En el COBACH-13 se obtuvieron un total de 36 prototipos caseros clasificados en 18 categorías; mientras que en la ESTi se obtuvieron 35 productos ordenados en 20 categorías (Cuadros 2 y 3). Este resultado puede deberse tanto al número de estudiantes que participaron en el proyecto, mayor en el COBACH-13 (160), como al hecho de que en la ESTi (121) hubo equipos que elaboraron más de un

prototipo casero. Entre los productos obtenidos en ambas escuelas se encuentran lapiceras, macetas, juguetes y organizadores de escritorio. Los productos exclusivos del COBACH-13 incluyen bebederos y camas para mascota, carteras, bolsas de mano y portalápices; mientras que entre los productos obtenidos en la ESTi destacan albergues para aves, alcancías, escobas, organizadores artísticos y regaderas.

En lo que concierne a la estrategia didáctica empleada, el proyecto “Reciclando el futuro” cumple con las características del Aprendizaje Basado en Proyectos, ya que a través de la elaboración de un prototipo casero con materiales reutilizables los estudiantes desarrollan las habilidades y competencias planteadas en el programa de la asignatura Ecología y desarrollo sustentable, propiciando un aprendizaje significativo en los estudiantes (SEP, 2018; UAEH, 2019). Por ejemplo, algunas habilidades que se desarrollaron durante el proyecto fueron: 1) la capacidad de identificar problemas ambientales, particularmente la contaminación por la acumulación excesiva de los RSU; 2) la habilidad para proponer alternativas a los problemas ambientales mediante la planeación de un proyecto; y 3) la adquisición de una conciencia sobre el valor y la importancia que tiene el medio ambiente.

Asimismo, este proyecto promueve el trabajo colaborativo para la elaboración del prototipo casero, lo que implica la división del proyecto y la asignación de responsabilidades entre los miembros del equipo, generando la solución cooperativa del problema planteado (García-Cruz & Cruz-Hernández, 2021a). Similarmente, este proyecto permitió que los estudiantes identificaran de manera grupal los problemas ambientales, colaboraran con responsabilidad, expusieran con seguridad sus ideas y valoraran y respetaran la diversidad de opiniones (SEP, 2018; UAEH, 2019).

Este proyecto modifica la concepción tradicional del proceso de enseñanza-aprendizaje, en el que el profesor es el principal protagonista, ya que al plantear la elaboración de un modelo, objetivo alcanzable a corto plazo, el proceso se centra en el estudiante y lo convierte en sujeto activo del mismo (Zambrano et al., 2022). En este contexto, el profesor se convierte en un guía proveyendo de las herramientas y la información necesaria para culminar el proyecto; asimismo, juega un papel central en la retroalimentación y evaluación de los prototipos (Martí et al., 2010). Resultados similares han sido reportados en proyectos realizados por alumnos de bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria No. 8 de la Universidad Nacional Autónoma de México (García-Cruz & Cruz-Hernández, 2021a; 2021b).

Entre las áreas de oportunidad identificadas para este proyecto se encuentran: 1) la elección de los materiales y del prototipo a construir ya que en algunos casos no fueron los más adecuados; 2) el proyecto debe difundirse a toda la comunidad escolar para que ésta conozca la importancia de hacer un manejo adecuado de los RSU; y 3) la difusión del proyecto debe extenderse a otros foros académicos y de otra índole para enriquecer la experiencia y promover la gestión adecuada de los residuos en la población general. No obstante, se logró el objetivo de abordar el tema “Manejo adecuado de los RSU” utilizando el enfoque ABP, a través de la elaboración de un prototipo casero potencialmente útil generado a partir de materiales de desecho como tela, madera, PET y cartón, entre otros.

Referencias

- [1] Bigues, J. & Martínez, S. (2013). El libro de las 3 R: reducir, reutilizar, reciclar. Barcelona: Ned ediciones.
- [2] Ceballos, S. G., Brambila, J. J. & Pérez, V. (2022). Residuos sólidos urbanos y economía circular en Pachuca. *Acta Universitaria*, 32(e3437), 1–16, <https://doi.org/10.15174/au.2022.3437>.
- [3] García-Cruz, K. V. & Cruz-Sánchez, D. (2021a). La enseñanza de endemismos a través del video documental e infografía, un ejemplo de Aprendizaje Basado en Proyectos. *South Florida Journal of Development*, 2(4), 5472–5480, <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n4-036>.
- [4] García-Cruz, K. V. & Cruz-Sánchez, D. (2021b). Proyecto e-Book, una TAC para el aprendizaje centrado en el alumno. *South Florida Journal of Development*, 2(2), 2607–2614, <https://doi.org/10.46932/sfjdv2n2-116>.
- [5] Fernández, D. (2017). *Ecología*. Ciudad de México: Pearson Educación de México.
- [6] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). (2012). Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187440/diagnostico_basico_extenso_2012.pdf.
- [7] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Demarcaciones Municipales de la Ciudad de México 2011-2019. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/residuos/default.html#Informacion_general.
- [8] Joshi, R. & Ahmed, S. (2016). Status and challenges of municipal solid waste management in India: A review. *Cogent Environmental Science*, 2(1), 1139434, <https://doi.org/10.1080/23311843.2016.1139434>.
- [9] López, A. (2012). Deforestación en México: Un análisis preliminar. Ciudad de México: Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C.
- [10] Martí, J. A., Heydrich, M., Rojas, M. & Hernández, A. (2010). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia de innovación docente. *Revista Universidad EAFIT*, 46(148), 11–21.

- [11] Ponce, J. & Pluas, G. (2014). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa de artesanía con material reciclable. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- [12] Rondón, E., Szantó, M., Pacheco, J. F., Contreras, E. & Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas.
- [13] Secretaría de Educación Pública (SEP). Colegio de Bachilleres. Programa de Asignatura Ecología. (2018). Disponible en: https://cbgobmx.cbachilleres.edu.mx/que-hacemos/Programas_de_estudio_vigentes/6to_semestre/basica/04_Ecologia.pdf
- [14] Secretaría de Medio Ambiente, Distrito Federal (SEDEMA). (2015). Norma ambiental NADF-024-AMBT-2013. Periódico Oficial del Distrito Federal, 8 de Julio de 2015. Disponible en: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/images/infografias/NADF-024-AMBT-2013.pdf>.
- [15] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Diario Oficial de la Federación, 8 de octubre 2003. Disponible en: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/lpggir/LPGGIR_orig_08oct03.pdf.
- [16] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de Hidalgo (SEMARNATH). (2021). Ley de Prevención y Gestión Integral de los Residuos del Estado de Hidalgo. Periódico Oficial, 20 enero 2021. Disponible en: http://www.congreso-hidalgo.gob.mx/biblioteca_legislativa/leyes_cintillo/Ley%20de%20Prevencion%20y%20Gestion%20Integral%20de%20Residuos%20del%20Estado.pdf.
- [17] Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Dirección de Educación Media Superior (2019). Programa de asignatura Ecología y desarrollo sustentable. Disponible en: https://www.uaeh.edu.mx/division_academica/educacion-media.
- [18] Vázquez, R. (2017). Ecología y medio ambiente. Ciudad de México: Grupo Editorial Patria.
- [19] Vidarte, A. & Colmenares, M. G. (2020). Basura cero. Gestión de residuos sólidos urbanos en México. RICSH Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas, 9(18), 130–150. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v9i18.217>.
- [20] Zambrano, M. A., Hernández, A. & Mendoza, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. Revista Conrado, 18(84), 172-182.