

**DISEÑO Y ELABORACIÓN DE UNA CARTILLA INTERACTIVA BASADA EN EL
MODELO DIDÁCTICO DE LAS 7E PARA EL FORTALECIMIENTO DE
HABILIDADES INVESTIGATIVAS EN EL CONTEXTO DEL COMPOSTAJE
ESCOLAR**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Licenciada en Química

Autora,

Sofía Quiñones Pérez
2020115038

Director

Yair Alexander Porras Contreras
Doctor en Innovación e Investigación en Didáctica

Codirectora

Nathaly Guerrero
Doctora en Educación

Grupo de Investigación: Educación en Ciencias, Ambiente y Diversidad
Línea de Investigación: Innodilab

Universidad Pedagógica Nacional

Facultad de Ciencia y Tecnología

Departamento de Química

Licenciatura en Química

Bogotá, D. C, 2026

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento, en primer lugar, a Dios, la Virgen María, a los ángeles y arcángeles, por acompañarme, fortalecerme y guiarme a lo largo de este proceso.

A la Universidad Pedagógica Nacional, por abrirme sus puertas y permitirme crecer no solo en el ámbito académico y profesional, sino también en lo personal. Al Departamento de Química y a todos los profesores que hicieron parte de mi formación, por sus enseñanzas, orientaciones y aportes a lo largo de este camino.

A mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión, motivación y por acompañarme durante cada etapa de este proceso. Su presencia ha sido fundamental para llegar hasta aquí.

A mis padrinos, por tanto amor, cariño y apoyo. Gracias por estar presentes, por creer en mí y por acompañarme con tanta generosidad durante este recorrido.

A mi prometido y a mis suegros, por todo el amor, el cariño, la comprensión y el apoyo que me brindaron.

A Erika O., por su apoyo, ayuda y motivación constante. Gracias por estar presente, por brindarme su mano cuando lo necesité y por aportar de tantas maneras a este proceso.

A mis amigos y amigas, quienes estuvieron presentes hasta el final, acompañándome, escuchándome y brindándome su ayuda cuando más la necesité.

A mis estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, por su colaboración, disposición, participación y motivación durante el desarrollo de las actividades. Gracias por permitirme aprender también de ustedes y por aportar significativamente a este proceso académico y a mi formación como docente.

Finalmente, quiero dedicar unas palabras muy especiales a mi ángel, Elvira. Sé cuánto anhelas verme graduada y cuánto deseabas acompañarme en este momento. Hoy estoy aquí, cumpliendo ese sueño que también fue tuyo, con la esperanza de que, desde donde estés, puedas verme y sentirte orgullosa. Gracias por todo tu amor, tu cariño y por todo lo que dejaste en mi vida. Te llevo siempre en mi corazón y este logro también es para ti.

1. RESUMEN

La enseñanza de las ciencias naturales en educación secundaria demanda materiales didácticos que promuevan la participación activa de los estudiantes y favorezcan el acercamiento a prácticas propias de la investigación escolar. En este contexto, el presente trabajo de grado tiene como propósito diseñar una cartilla interactiva basada en el modelo didáctico de las 7E, orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, tomando el compostaje como contexto de aprendizaje en ciencias naturales.

La propuesta se desarrolla desde un enfoque cualitativo de carácter aplicado, centrado en la construcción de un material didáctico derivado de la revisión de referentes académicos, la observación del contexto de práctica pedagógica y la organización de actividades orientadas a la indagación científica. La cartilla se estructura a partir de las fases enganchar, elicitar, explorar, explicar, elaborar, evaluar y extender, e integra actividades como juego de rol, formulación de preguntas, entrevistas familiares, cartografía social, espacios de explicación, actividades experimentales y discusiones colectivas alrededor del compostaje y el manejo de residuos orgánicos.

Como producto académico, la cartilla busca orientar experiencias de aprendizaje que permitan a los estudiantes observar su entorno, formular preguntas, proponer explicaciones, interpretar información y argumentar ideas relacionadas con problemáticas ambientales cercanas al contexto escolar. El alcance del trabajo se centra en la fundamentación y diseño del material didáctico, por lo que no pretende presentar una medición concluyente del impacto de la propuesta, sino aportar un recurso pedagógico coherente con la enseñanza de las ciencias por indagación, el modelo de las 7E y la educación ambiental escolar.

Palabras clave: Cartilla interactiva; modelo 7E; habilidades investigativas; enseñanza de las ciencias; indagación científica; compostaje; educación ambiental.

2. ABSTRACT

Natural science education at the secondary level requires teaching materials that promote students' active participation and support their engagement with school-based research practices. In this context, this undergraduate thesis aims to design an interactive booklet based on the 7E instructional model, oriented toward strengthening research skills in tenth-grade students at Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, using composting as a learning context in natural science education.

The proposal follows a qualitative applied approach focused on the development of a teaching material derived from the review of academic literature, observation of the pedagogical practice context, and organization of inquiry-oriented activities. The booklet is structured according to the phases engage, elicit, explore, explain, elaborate, evaluate, and extend. It integrates activities such as role-playing, question formulation, family interviews, social mapping, explanatory sessions, experimental activities, and collective discussions related to composting and organic waste management.

As an academic product, the booklet seeks to guide learning experiences that allow students to observe their environment, formulate questions, propose explanations, interpret information, and argue ideas related to environmental issues close to the school context. The scope of this study is focused on the theoretical foundation and design of the teaching material; therefore, it does not aim to present a conclusive measurement of the proposal's impact, but rather to provide a pedagogical resource aligned with inquiry-based science education, the 7E instructional model, and school environmental education.

Keywords: Interactive booklet; 7E instructional model; research skills; science education; scientific inquiry; composting; environmental education.

ÍNDICE GENERAL

1. RESUMEN.....	3
2. ABSTRACT.....	4
3. INTRODUCCIÓN.....	9
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
5. JUSTIFICACIÓN.....	13
6. OBJETIVOS.....	15
6.1. Objetivo General.....	15
6.2. Objetivos Específicos.....	15
7. ANTECEDENTES.....	16
7.1. Indagación científica y habilidades investigativas.....	16
7.2. Modelos 5E y 7E en la enseñanza de las ciencias.....	17
7.3. Materiales didácticos y cartillas en educación ambiental.....	17
7.4. Compostaje como contexto de aprendizaje en educación ambiental.....	18
7.5. Aporte de los antecedentes al presente trabajo.....	19
8. MARCO TEÓRICO.....	20
8.1. Enfoque pedagógico y didáctico.....	20
8.1.1 Enseñanza de las ciencias e indagación escolar.....	20
8.1.2 Aprendizaje basado en investigación (ABI).....	21
8.1.3 Habilidades investigativas en la educación científica.....	22
8.1.3.1 Planteamiento de problemas y formulación de preguntas investigativas.....	23
8.1.3.2 Formulación de hipótesis o explicaciones tentativas.....	23
8.1.3.3 Observación, análisis e interpretación de información.....	24
8.1.3.4 Argumentación y comunicación científica escolar.....	24
8.1.4 Modelo didáctico de las 7E.....	25
8.1.5 Recurso didáctico, material didáctico y cartilla interactiva.....	27
8.1.6 Educación ambiental y aprendizaje contextualizado.....	28
8.2. Enfoque químico-ambiental.....	28
8.2.1 Compostaje como proceso biológico y fisicoquímico.....	28
8.2.2 Residuos orgánicos y compostaje.....	29
8.2.3 Microorganismos y transformación de la materia orgánica.....	29
8.2.4 Fases del compostaje.....	30
8.2.5 Parámetros fisicoquímicos del compostaje.....	30
8.2.6 Suelo, compost y crecimiento vegetal.....	31
8.2.7 Fotosíntesis y relación con el compostaje escolar.....	31
8.3. Articulación del marco teórico con la cartilla interactiva.....	32
9. METODOLOGÍA.....	33
9.1. Enfoque y tipo de investigación.....	33
9.2. Contexto de desarrollo de la propuesta.....	33

9.3. Fases metodológicas.....	34
9.4. Categorías orientadoras del diseño.....	36
9.5. Técnicas e instrumentos empleados para el diseño.....	39
9.6. Actividades desarrolladas con los estudiantes como insumo para la cartilla.....	40
9.7. Procedimiento de diseño de la cartilla.....	41
9.8. Criterios de revisión de la cartilla.....	42
9.9. Alcance metodológico y delimitación de estudio.....	44
10. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	45
10.1. Resultados Prueba de entrada.....	45
10.2. Confiabilidad prueba de entrada.....	48
10.3. Actividad 1: Guardianes del Compost.....	49
10.4. Actividad 2: Mural de preguntas.....	50
10.5. Actividad 3: ¿Quién quiere ser científico?.....	51
10.6. Actividad 4: Raíces de mi familia.....	53
10.7. Actividad 5: Cartografía social.....	55
10.8. Análisis en resumen de la prueba de entrada y actividades.....	57
10.9. Valoración de la cartilla por juicio de experto.....	60
11. CONCLUSIONES.....	62
12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
13. ANEXOS.....	68
13.1. ANEXO A. PRUEBA DE ENTRADA APLICADA A LOS ESTUDIANTES.....	68
13.2. ANEXO B. MATRIZ DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ENTRADA.....	70
13.3. ANEXO C. RESULTADOS CONFIABILIDAD INTERNA DE LA PRUEBA DE ENTRADA MEDIANTE EL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH.....	71
13.4. ANEXO D. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 1: GUARDIANES DEL COMPOST..	71
13.5. ANEXO E. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 2: MURAL DE PREGUNTAS.....	72
13.6. ANEXO F. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 3: ¿QUIÉN QUIERE SER CIENTÍFICO?.....	73
13.7. ANEXO G. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 4: RAÍCES DE MI FAMILIA.....	74
13.8. ANEXO H. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 5: APRENDO DE MI ENTORNO, CUIDO DE ÉL.....	74
13.9. ANEXO I. EVIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADA POR LOS ESTUDIANTES.....	75
13.10. ANEXO J. CARTILLA INTERACTIVA “ENTRE RESIDUOS Y PREGUNTAS”.	80
13.11. ANEXO K. RÚBRICA DE VALORACIÓN DE LA CARTILLA.....	128
13.12. ANEXO L. VALORACIÓN DE LA CARTILLA DILIGENCIADA POR JUICIO DE EXPERTO.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Habilidades investigativas articuladas al diseño de la cartilla.....	22
Tabla 2. Relación entre el modelo de las 7E y el diseño de la cartilla interactiva.....	23
Tabla 3. Fases metodológicas para el diseño de la cartilla interactiva.....	30
Tabla 4. Categorías orientadoras para el diseño de la cartilla.....	32
Tabla 5. Técnicas e instrumentos empleados en el proceso metodológico.....	34
Tabla 6. Actividades desarrolladas con los estudiantes e instrumentos asociados.....	34
Tabla 7. Criterios de evaluación de la cartilla mediante rúbrica.....	36
Tabla 8. Distribución porcentual de respuestas en la prueba de entrada.....	39
Tabla 9. Resultados de confiabilidad de la prueba de entrada.....	41
Tabla 10. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 1.....	41
Tabla 11. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 2.....	43
Tabla 12. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 3.....	44
Tabla 13. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 4.....	46
Tabla 14. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 5.....	47
Tabla 15. Síntesis de hallazgos por actividad.....	50
Tabla 16. Resultados de la valoración experta de la cartilla interactiva “Entre residuos y preguntas”.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Articulación del modelo didáctico de las 7E con las actividades de la cartilla interactiva.....	65
Figura 2. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 1: Juego de roles en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	66
Figura 3. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 1: Juego de roles en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	66
Figura 4. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 2: Mural de preguntas en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	67
Figura 5. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 2: Mural de preguntas en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	67
Figura 6. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 3: ¿Quién quiere ser científico? en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	68
Figura 7. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 3: ¿Quién quiere ser científico? en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	68
Figura 8. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 3: ¿Quién quiere ser científico? en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	69
Figura 9. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 4: Raíces de mi familia en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	69
Figura 10. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 4: Raíces de mi familia en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	70
Figura 11. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 5: Cartografía Social en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	71
Figura 12. Registro fotográfico propio tomado durante la actividad 5: Cartografía Social en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.....	71

3. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria enfrenta actualmente el desafío de promover procesos de aprendizaje que permitan a los estudiantes comprender los fenómenos naturales de manera crítica y reflexiva. Varias investigaciones en el área de la didáctica de las ciencias, más específicamente en los enfoques tradicionales centrados en la transmisión de contenidos, presentan limitaciones en el desarrollo del pensamiento científico, reduciendo las oportunidades de los estudiantes en participar activamente en la construcción del conocimiento (Minner, 2010; Osborne, 2014). Por tal motivo, se habla de la necesidad de incorporar nuevas estrategias pedagógicas que puedan favorecer un aprendizaje activo, la indagación científica y el desarrollo de habilidades investigativas.

En la formación científica escolar, el desarrollo de habilidades investigativas constituye un componente esencial porque estas permiten que los estudiantes puedan aproximarse a los diferentes procesos de la actividad científica. Según Bybee (2014) dicha habilidad incluye la formulación de las preguntas, la observación sistemática, la elaboración de hipótesis, la interpretación de información y la argumentación basada en evidencia. Según Minner (2010), las estrategias de enseñanza basadas en la indagación favorecen el desarrollo de estas capacidades al promover que los estudiantes participen activamente en la exploración de fenómenos, la construcción de explicaciones y la discusión de ideas científicas.

En este sentido, diversos modelos didácticos han sido propuestos para orientar procesos de enseñanza-aprendizaje basados en indagación científica. Uno de los modelos más reconocidos en el campo de la educación en especial en el área de las ciencias, es el modelo instruccional de las 5E desarrollado por el Biological Sciences Curriculum Study (BSCS) bajo la dirección de Roger Bybee, el cual propone una secuencia de aprendizaje estructurada en cinco fases: enganchar, explorar, explicar, elaborar y evaluar (Bybee, 2006). Posteriormente, Eisenkraft (2003) amplió el modelo al de las 7E, incorporando las fases de elicitar y extender, con el propósito de fortalecer la recuperación de los conocimientos previos de los estudiantes y facilitar la transferencia de aprendizaje de forma progresiva, favoreciendo la participación activa de los estudiantes en procesos de exploración, análisis y reflexión.

A la vez, la incorporación de problemáticas ambientales dentro de la enseñanza de las ciencias ha sido reconocida como una estrategia pedagógica relevante para promover aprendizajes contextualizados y significativos. La educación ambiental busca no sólo fortalecer la comprensión de fenómenos naturales, sino también fomentar actitudes responsables frente al cuidado del entorno (Sauvé, 2005). En este sentido, el compostaje se presenta como una alternativa pedagógica oportuna para abordar contenidos relacionados con los procesos biológicos, ciclos de la materia y manejo de residuos orgánicos, a su vez permite sensibilizar a los estudiantes sobre la importancia del aprovechamiento de los desechos orgánicos generados en su entorno (Vargas-Pineda, 2019).

Tomando en cuenta el contexto de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, la cual está ubicada en la localidad de Suba, Bogotá D.C., se pudieron evidenciar diversas situaciones durante el periodo de la práctica pedagógica y didáctica, relacionadas con la enseñanza de las ciencias naturales. En este sentido, se hace necesario fortalecer estrategias orientadas a desarrollar las habilidades investigativas, puesto que, dichas situaciones de aula evidenciaron que las dinámicas centrales de la clase estaban enfocadas prioritariamente en la explicación de contenidos conceptuales, lo que limita la participación de los estudiantes en los diferentes procesos de indagación científica. Del mismo modo, se identificó dentro de la institución el espacio y los insumos para una compostera, la cual no estaba siendo utilizada periódicamente en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el contexto de la Educación Ambiental.

Tomando en cuenta esta situación, se optó por aprovechar este recurso con el fin de diseñar estrategias que promuevan el aprendizaje basado en la indagación científica. En este sentido, elaborar una cartilla interactiva que se basa en el modelo didáctico de las 7E, se convierte en una propuesta interesante orientada a desarrollar actividades que contribuyan al aprendizaje y explicación del entorno. Dicho recurso didáctico orienta experiencias de aprendizaje, donde los estudiantes pueden participar en el análisis de problemáticas ambientales directamente relacionadas con el manejo de residuos orgánicos y el proceso de compostaje.

Desde este punto de vista, este trabajo tiene el propósito de diseñar una cartilla interactiva estructurada en el modelo de las 7E, con el objetivo de fortalecer las habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo, empleando como contexto el estudio del compostaje y la reflexión ambiental. Mediante esta propuesta, se busca organizar experiencias de indagación científica que le permitan a los estudiantes conocer y explorar los fenómenos que se relacionan con su entorno, fortaleciendo así su pensamiento crítico escolar y reconocer las diferentes prácticas responsables en el cuidado ambiental.

Es importante afirmar que este trabajo se desarrolla en el campo de la didáctica de las ciencias, más específicamente en el diseño de material didáctico, que va orientado al fortalecimiento de habilidades investigativas del entorno escolar, pretendiendo aportar una cartilla que pueda integrar el aprendizaje científico, los problemas ambientales y actividades interactivas para la comunidad educativa.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la educación secundaria la enseñanza de las ciencias enfrenta el reto de promover procesos de aprendizaje hacia el pensamiento crítico, que permitan a los estudiantes desarrollar habilidades científicas y no solamente la transmisión de contenidos conceptuales. Diversas investigaciones en el marco de la didáctica de las ciencias, señalan que las diferentes prácticas pedagógicas que se centran principalmente en la explicación magistral y en el ejercicio memorístico de información, presentan limitaciones en la participación activa por parte de los estudiantes, lo cual limita el mismo proceso de construcción del conocimiento (Minner, 2010; Osborne, 2014). Bajo este contexto, emerge la necesidad de implementar estrategias que favorezcan la indagación, la reflexión crítica y el desarrollo de habilidades investigativas por parte de los estudiantes.

Un aspecto fundamental para la formación de estudiantes con la capacidad de comprender fenómenos naturales es el desarrollo de habilidades investigativas, particularmente la habilidad de formular preguntas, analizar información y argumentar explicaciones basadas en evidencia. Según Bybee (2014), la enseñanza de las ciencias debe impulsar experiencias de aprendizaje con un rol activo de los estudiantes, similar a la investigación científica, siendo la observación de fenómenos, la formulación de hipótesis, la interpretación de datos y la construcción de explicaciones procesos vitales para la formación científica. Sin embargo, diferentes estudios han evidenciado que en muchos contextos escolares estas habilidades no se desarrollan de manera sistemática dentro de las prácticas de enseñanza, lo que limita la comprensión profunda de los conceptos científicos y la participación activa de los estudiantes en el aprendizaje de las ciencias (National Research Council, 2000).

En el contexto de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, ubicada en la localidad de Suba en Bogotá, durante el desarrollo de la práctica pedagógica se identificaron diversas situaciones relacionadas con la enseñanza de las ciencias naturales que evidencian la necesidad de fortalecer estrategias didácticas orientadas al desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes. A partir de observaciones realizadas en el aula, se evidenció que en algunas clases los procesos de enseñanza se centraban en la explicación de contenidos conceptuales, lo cual limitaba la posibilidad de que los estudiantes participaran en actividades de exploración, formulación de preguntas o análisis de fenómenos relacionados con su entorno.

Del mismo modo, se identificó que la Institución Educativa cuenta con una compostera implementada como parte de las iniciativas ambientales orientadas al aprovechamiento de residuos orgánicos generados por la comunidad educativa. Sin embargo, este recurso no estaba siendo usado de forma constante dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. Del mismo modo, algunos estudiantes manifestaban desconocer el funcionamiento del proceso de compostaje y los tipos de residuos orgánicos que pueden

emplearse en este proceso, lo que evidenciaba una limitada apropiación de este espacio como escenario de aprendizaje.

La incorporación de problemáticas ambientales cercanas al contexto de los estudiantes constituye una posibilidad para relacionar los conceptos científicos con situaciones de su vida cotidiana y favorecer procesos de comprensión y reflexión frente al entorno (Sauvé, 2005; Tuay, Porras y Pérez, 2023). En este marco, el compostaje resulta pertinente para el contexto de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, debido a que permite vincular el manejo de residuos orgánicos con contenidos propios de la enseñanza de las ciencias y, al mismo tiempo, aprovechar un recurso ya presente en la institución que no estaba siendo utilizado de manera sistemática con fines pedagógicos (Vargas-Pineda, 2019).

Para organizar didácticamente este contexto de aprendizaje, el modelo de las 7E ofrece una secuencia que parte del reconocimiento de los conocimientos previos, continúa con la exploración y construcción de explicaciones y posibilita la aplicación y extensión del aprendizaje hacia nuevas situaciones (Eisenkraft, 2003). Esta estructura resulta coherente con la intención de promover experiencias en las que los estudiantes puedan observar, formular preguntas, explorar información, construir explicaciones y argumentar alrededor del compostaje escolar.

A partir de las situaciones identificadas durante la práctica pedagógica y de la necesidad de contar con un material que articule el compostaje escolar, la indagación y las habilidades investigativas, se plantea la elaboración de una cartilla interactiva organizada mediante las fases del modelo didáctico de las 7E. El propósito del material no consiste únicamente en presentar información sobre el compostaje, sino en orientar una secuencia de actividades contextualizadas que favorezca la participación de los estudiantes en prácticas de indagación escolar.

En consecuencia, el presente trabajo de grado se orienta a partir de la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo estructurar una cartilla interactiva basada en el modelo didáctico de las 7E y contextualizada en el compostaje escolar, orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles?

5. JUSTIFICACIÓN

La enseñanza de las ciencias en el contexto escolar contemporáneo requiere el desarrollo de estrategias pedagógicas que permitan a los estudiantes participar activamente en procesos de construcción del conocimiento científico. En este sentido, diferentes investigaciones en didáctica de las ciencias han señalado que el aprendizaje significativo de los conceptos científicos se fortalece cuando los estudiantes tienen la oportunidad de explorar fenómenos, formular preguntas, analizar información y construir explicaciones a partir de experiencias de indagación (Minner, 2010). Por esta razón, el diseño de recursos didácticos que favorezcan la participación activa de los estudiantes en el aula se ha convertido en un aspecto fundamental para promover el desarrollo del pensamiento científico en la educación secundaria.

Desde esta perspectiva, el desarrollo de habilidades investigativas se constituye en uno de los propósitos centrales de la enseñanza, especialmente en las ciencias porque estas permiten que los estudiantes puedan tener una aproximación a los propios procesos de la investigación científica. Habilidades como la formulación de preguntas, la observación sistemática, la interpretación de datos y la argumentación basada en evidencia, favorecen la comprensión de los fenómenos naturales y contribuyen al fortalecimiento del pensamiento crítico (Osborne, 2014). Sin embargo, una gran variedad de estudios muestra que en varios contextos escolares dichas habilidades no se desarrollan dentro de las prácticas propias de la enseñanza, esto porque las clases continúan centrándose principalmente en la explicación de contenidos conceptuales (National Research Council, 2000).

En este sentido, el diseño de materiales didácticos orientados por procesos de indagación constituye una alternativa para organizar experiencias en las que los estudiantes participen activamente en la construcción del conocimiento. Los materiales que responden a un propósito pedagógico definido pueden articular contenidos, actividades, orientaciones y formas de seguimiento, facilitando la participación y la reflexión durante el aprendizaje (Bybee et al., 2006). Desde esta perspectiva, la cartilla interactiva se plantea como un material didáctico destinado a organizar actividades relacionadas con la observación, la formulación de preguntas, la interpretación de información y la construcción de explicaciones en torno al compostaje.

La organización de este material mediante el modelo didáctico de las 7E permite establecer una secuencia que considera las fases de enganchar, elicitación, explorar, explicar, elaborar, evaluar y extender. Esta estructura posibilita articular momentos de recuperación de conocimientos previos, exploración de fenómenos, construcción conceptual, aplicación y valoración del aprendizaje (Eisenkraft, 2003). En el presente trabajo, dichas fases funcionan como criterio de organización de las actividades de la cartilla y no como un procedimiento destinado a medir estadísticamente sus efectos sobre el aprendizaje.

En el contexto de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, la presencia de una compostera representa una oportunidad para relacionar la enseñanza de las ciencias con

situaciones ambientales cercanas a los estudiantes. Durante la práctica pedagógica se identificó que este espacio no era utilizado sistemáticamente en las clases de ciencias naturales, por lo que su incorporación como contexto de aprendizaje permite vincular el manejo de residuos orgánicos con procesos de observación, análisis y explicación. Asimismo, el compostaje permite abordar contenidos asociados con procesos biológicos y químicos y promover reflexiones sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos y el cuidado del entorno (Sauvé, 2005; Vargas-Pineda, 2019).

En síntesis, el presente trabajo se justifica por la necesidad de favorecer la participación de los estudiantes en prácticas de indagación escolar, aprovechar pedagógicamente el compostaje como contexto próximo a la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles y disponer de un material didáctico que organice estas experiencias de manera progresiva mediante el modelo de las 7E. En este contexto, el diseño y la elaboración de la cartilla interactiva busca articular actividades que orienten a los estudiantes hacia la observación de su entorno, la formulación de preguntas, el análisis e interpretación de información y la construcción de explicaciones relacionadas con el compostaje y el manejo de residuos orgánicos. De esta manera, el trabajo aporta al campo de la didáctica de las ciencias mediante la articulación de un material didáctico, un modelo de enseñanza basado en la indagación y una problemática ambiental presente en el contexto escolar; Además, ofrece una posibilidad de vincular la enseñanza de las ciencias con procesos de educación ambiental asociados al aprovechamiento de residuos orgánicos y al cuidado del entorno. Por ende, la cartilla se plantea como un producto pedagógico contextualizado y orientado al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo, sin atribuirle efectos sobre el aprendizaje que no hayan sido evaluados dentro del alcance de este estudio.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Diseñar y elaborar una cartilla interactiva basada en el modelo didáctico de las 7E y contextualizada en el compostaje escolar, orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

6.2. Objetivos Específicos

- 1.** Fundamentar teóricamente el diseño de la cartilla interactiva a partir de referentes sobre enseñanza de las ciencias por indagación, habilidades investigativas, modelo didáctico de las 7E, materiales didácticos, educación ambiental y compostaje escolar.
- 2.** Estructurar las actividades de la cartilla interactiva conforme a las fases del modelo didáctico de las 7E, articulando el compostaje escolar con habilidades investigativas como la formulación de preguntas, el planteamiento de hipótesis, la observación, la interpretación de información y la argumentación científica.
- 3.** Elaborar la cartilla interactiva como producto didáctico a partir de la fundamentación establecida y de los insumos obtenidos mediante la prueba de entrada y las actividades desarrolladas con los estudiantes de grado décimo, incorporando su secuencia didáctica, orientaciones de uso, actividades de aprendizaje e instrumentos de seguimiento.

7. ANTECEDENTES

La revisión de antecedentes se organizó en cuatro ejes relacionados con el propósito del presente trabajo: indagación científica y habilidades investigativas, modelos 5E y 7E en la enseñanza de las ciencias, materiales didácticos y cartillas en educación ambiental, y compostaje como contexto de aprendizaje ambiental. Esta organización permite reconocer estudios previos que fundamentan el diseño de la cartilla interactiva como producto didáctico orientado al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo.

7.1. Indagación científica y habilidades investigativas

En relación con la enseñanza de las ciencias basada en indagación, Minner, Levy y Century (2010), en el artículo “Inquiry-Based Science Instruction—What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984 to 2002”, realizaron una síntesis de investigaciones desarrolladas entre 1984 y 2002 sobre la enseñanza de las ciencias por indagación en el ámbito escolar. Es de mencionar que el estudio examinó investigaciones relacionadas con el aprendizaje de los estudiantes y su participación en procesos como la formulación de preguntas, el análisis de información y la construcción de explicaciones. Este antecedente resulta pertinente para el presente trabajo porque permite fundamentar la incorporación de actividades orientadas a la observación, la formulación de preguntas, la exploración y la argumentación dentro del diseño de la cartilla.

De manera complementaria, Mulyeni, Jamaris y Supriyati (2019), en el artículo “Improving Basic Science Process Skills Through Inquiry-Based Approach in Learning Science for Early Elementary Students”, abordaron el fortalecimiento de habilidades básicas de proceso científico mediante un enfoque basado en la indagación. Aunque el estudio se desarrolló con estudiantes de básica primaria, se toma como antecedente porque considera habilidades como observar, clasificar, comunicar, inferir y formular explicaciones mediante actividades organizadas alrededor de preguntas, exploración y reflexión. Para el presente trabajo, este referente aporta elementos para fundamentar la selección de habilidades investigativas que posteriormente, se articulan con las actividades de la cartilla en el contexto del compostaje escolar.

7.2. Modelos 5E y 7E en la enseñanza de las ciencias

Respecto a los ciclos de aprendizaje, Bybee et al., (2006), señalan en el documento *The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness*, los orígenes y los fundamentos del modelo instruccional de las 5E, compuesto por las fases engage, explore, explain, elaborate y evaluate. Este referente permite comprender la importancia de estructurar las experiencias de enseñanza de manera secuencial, de tal forma que los estudiantes se involucren con un

fenómeno, exploren sus características, construyan explicaciones, apliquen lo aprendido y valoren sus avances. Para el presente trabajo, dicho antecedente es importante porque constituye la base del modelo de las 7E utilizado para organizar la cartilla interactiva.

Posteriormente, Eisenkraft (2003), en el artículo “Expanding the 5E Model”, propuso la ampliación del modelo 5E hacia el modelo 7E, incorporando de manera explícita las fases de elicitación y extender. La fase de elicitación permite recuperar y hacer visibles los conocimientos previos de los estudiantes, mientras que la fase de extender busca favorecer la transferencia del aprendizaje hacia nuevas situaciones. Este antecedente resulta fundamental porque ofrece la estructura didáctica que orienta la secuencia de la cartilla: enganchar, elicitación, explorar, explicar, elaborar, evaluar y extender.

En cuanto a la efectividad del modelo 7E, Balta y Sarac (2016), en el artículo “The Effect of 7E Learning Cycle on Learning in Science Teaching: A Meta-Analysis Study”, realizaron un metaanálisis sobre el uso del ciclo de aprendizaje 7E en la enseñanza de las ciencias. Los autores analizaron estudios experimentales y reportaron que el modelo 7E presenta efectos positivos en el aprendizaje de los estudiantes. Este antecedente aporta al presente trabajo porque respalda la selección del modelo como una estructura pertinente para organizar actividades progresivas de aprendizaje científico, aun cuando el alcance de esta investigación se centre en el diseño de la cartilla como producto didáctico y no en la medición estadística de su impacto.

7.3. Materiales didácticos y cartillas en educación ambiental

En el ámbito del diseño de materiales didácticos, Becerra-Barón y Torres-Merchán (2014), en el artículo “El diseño de material didáctico como aporte al abordaje de los problemas ambientales en entornos educativos y comunitarios”, presentan el proceso de elaboración de un módulo denominado “Reflexionemos sobre los Problemas Ambientales del Municipio de Tunja”. El estudio destaca la importancia de diseñar materiales que permitan abordar problemáticas ambientales cercanas al contexto de los estudiantes y de las comunidades. Este antecedente es pertinente porque muestra que los materiales didácticos pueden funcionar como mediadores entre el conocimiento científico escolar y las situaciones ambientales del entorno, propósito que también orienta la cartilla interactiva sobre compostaje escolar.

Por su parte, Ducuara et al. (2020), en el artículo “Material educativo gamificado para la enseñanza-aprendizaje de conceptos de ecología en estudiantes de educación media”, desarrollaron un material educativo gamificado dirigido a estudiantes de grado décimo. En donde este antecedente resulta pertinente, porque permite reconocer algunos elementos de organización aplicables al diseño de materiales educativos, entre ellos la definición de objetivos, la organización de contenidos, la estructuración de actividades y el establecimiento de criterios de valoración. Aunque la propuesta de estos autores se centra en la gamificación

y no en una cartilla basada en las 7E, dichos elementos sirven como referentes para la organización pedagógica del material desarrollado en el presente trabajo.

De forma más cercana el recurso didáctico planteado por Antolínez, Galeano y Barreto (2023), en el trabajo “Cartilla ambiental para promover la participación estudiantil en los proyectos ambientales escolares”, se orienta en fortalecer la participación de los estudiantes en los Proyectos Ambientales Escolares. Este antecedente permite reconocer la cartilla como un material pedagógico que puede organizar actividades, promover la participación y vincular a los estudiantes con problemáticas ambientales escolares. Para el presente trabajo, este referente es útil porque apoya la pertinencia de diseñar una cartilla interactiva centrada en el compostaje como recurso para orientar experiencias de indagación en el aula de ciencias.

7.4. Compostaje como contexto de aprendizaje en educación ambiental

En relación con el compostaje como estrategia pedagógica, Sánchez, Espitia y Tovar (2023), en su artículo “El compostaje como estrategia pedagógica: Una mirada desde la Educación Ambiental”, abordaron el compostaje en el contexto de la educación ambiental con estudiantes de sexto y séptimo grado de una institución educativa en Córdoba, Colombia. Este antecedente se considera pertinente por situar el compostaje dentro de una experiencia educativa relacionada con el manejo de residuos orgánicos, la educación ambiental y la participación estudiantil. Para el presente trabajo, se retoma principalmente como referente de la incorporación del compostaje en escenarios escolares y de su articulación con actividades relacionadas con el cuidado del entorno.

Desde una perspectiva científica y ambiental, Vargas-Pineda, Trujillo-González y Torres-Mora (2019), en el artículo “El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento”, evaluaron el compostaje como alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos generados en una central de abastecimiento en Colombia. Aunque el estudio no se desarrolla en un contexto escolar, se retoma en el presente trabajo como un referente aplicado sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos mediante compostaje. Su aporte se concentra en sustentar el compostaje como proceso de transformación y aprovechamiento de residuos, conocimiento que posteriormente se contextualiza pedagógicamente dentro de la cartilla.

De igual forma, Bernal, Albuquerque y Moral (2009), en el artículo de revisión “Composting of Animal Manures and Chemical Criteria for Compost Maturity Assessment. A Review”, presentan fundamentos científicos relacionados con la transformación de la materia orgánica, la actividad microbiana, la estabilización del material y criterios químicos asociados con la madurez del compost. En el presente trabajo, este antecedente constituye principalmente un referente conceptual para abordar el compostaje desde dimensiones químicas y biológicas, particularmente en relación con los microorganismos, la temperatura, el pH, la humedad, la oxigenación y la transformación de nutrientes.

7.5. Aporte de los antecedentes al presente trabajo

Los antecedentes revisados aportan referentes para fundamentar los principales componentes que convergen en el presente trabajo: la enseñanza de las ciencias basada en indagación, las habilidades investigativas, los modelos didácticos de las 5E y 7E, el diseño de materiales educativos y el compostaje como contexto científico y ambiental. Los trabajos de Minner et al. (2010) y Mulyeni et al. (2019) aportan elementos relacionados con la participación de los estudiantes en procesos de indagación y con habilidades asociadas a la actividad científica escolar; mientras que Bybee et al. (2006), Eisenkraft (2003) y Balta y Sarac (2016) permiten fundamentar la organización progresiva de las experiencias de aprendizaje mediante los modelos 5E y 7E.

Por otra parte, Becerra-Barón y Torres-Merchán (2014), Ducuara et al. (2020) y Antolínez, Galeano y Barreto (2023) aportan referentes relacionados con el diseño y uso de materiales educativos contextualizados y con la incorporación de problemáticas ambientales en escenarios escolares. Finalmente, los trabajos asociados al compostaje permiten fundamentar su incorporación desde diferentes perspectivas: Sánchez, Espitia y Tovar (2023) lo sitúan dentro de una experiencia de educación ambiental escolar; Vargas-Pineda et al. (2019) aportan un referente aplicado sobre el aprovechamiento de residuos orgánicos; y Bernal et al. (2009) proporcionan fundamentos conceptuales relacionados con los procesos biológicos y fisicoquímicos del compostaje.

En conjunto, estos antecedentes permiten sustentar las decisiones tomadas en el presente trabajo sin asumir que todos aportan el mismo tipo de evidencia. A su vez, la integración proporciona una base para articular el modelo didáctico de las 7E, las habilidades investigativas, el diseño de una cartilla interactiva y el compostaje escolar en un material dirigido a estudiantes de grado décimo. Dicho lo anterior, la articulación constituye el rasgo particular de la propuesta desarrollada, al reunir componentes didácticos, investigativos y químico-ambientales dentro de un mismo producto educativo.

8. MARCO TEÓRICO

El marco teórico se organiza en dos ejes articuladores: El primero corresponde al enfoque pedagógico y didáctico, en el que se fundamentan la enseñanza de las ciencias, la indagación escolar, las habilidades investigativas, el modelo didáctico de las 7E y la cartilla interactiva como material didáctico. El segundo eje corresponde a un enfoque de carácter químico y ambiental, en este se abordan los diferentes conceptos relacionados a residuos orgánicos, compostaje, microorganismos, parámetros fisicoquímicos, suelo y fotosíntesis. La organización de estos ejes corresponde directamente al propósito de diseñar una cartilla interactiva que pueda articular el compostaje con actividades orientadas a fortalecer las habilidades investigativas.

8.1. Enfoque pedagógico y didáctico

8.1.1 Enseñanza de las ciencias e indagación escolar

La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria requiere posibilitar experiencias en las que los estudiantes no se limiten a recibir contenidos conceptuales, sino que participen en prácticas asociadas a la actividad científica. Desde esta perspectiva, aprender ciencias implica formular preguntas, observar fenómenos, proponer explicaciones, analizar información y argumentar con base en evidencias. El National Research Council (2012) plantea que la educación científica debe integrar prácticas científicas, conceptos transversales e ideas centrales de las disciplinas, con el propósito de favorecer una comprensión más profunda de los fenómenos naturales.

En esta misma línea, Osborne (2014) señala la importancia de cambiar el énfasis exclusivo en la acumulación de contenidos hacia la participación del estudiante en prácticas científicas relacionadas con el razonamiento, la construcción de explicaciones y la comunicación del conocimiento. Del mismo modo, Minner, Levy y Century (2010), a partir de una síntesis de investigaciones, relacionan las estrategias de enseñanza basadas en indagación con la participación activa de los estudiantes en procesos de construcción de conocimiento y comprensión conceptual.

En el presente trabajo, la indagación escolar se asume como una orientación didáctica para organizar experiencias en las que los estudiantes se aproximen a fenómenos de su entorno mediante la formulación de preguntas, la observación, la búsqueda y análisis de información, la construcción de explicaciones y la comunicación de sus ideas. Esta perspectiva es importante, puesto que, orienta el diseño de la cartilla interactiva, cuyas actividades se desarrollan alrededor de situaciones relacionadas con los residuos orgánicos, el compostaje, el suelo, la huerta escolar y el cuidado ambiental.

Aunque estas acciones guardan relación con prácticas propias de la investigación científica, en el contexto escolar no se pretende reproducir de manera estricta la investigación científica profesional. En este sentido, la indagación constituye una orientación didáctica que aproxima al estudiante a determinadas formas de preguntar, explorar, analizar y explicar, mientras que el aprendizaje basado en investigación permite profundizar esta aproximación mediante la organización de experiencias educativas alrededor de procesos investigativos adaptados al contexto escolar.

8.1.2 Aprendizaje basado en investigación (ABI)

El aprendizaje basado en investigación (ABI) se comprende en el presente trabajo como un enfoque pedagógico que promueve la participación activa de los estudiantes en procesos relacionados con la búsqueda, el análisis y la construcción de conocimiento. En el contexto escolar, este enfoque no pretende reproducir de manera estricta la investigación científica profesional, sino acercar a los estudiantes a algunas formas de pensamiento y acción propias de la actividad científica, como problematizar una situación, formular preguntas, plantear explicaciones tentativas, recolectar y registrar información, interpretar resultados y comunicar hallazgos.

El ABI mantiene una relación cercana con la indagación escolar desarrollada en el apartado anterior, aunque en este trabajo no se consideran términos equivalentes. La indagación se asume como una orientación didáctica que favorece la exploración de fenómenos a partir de preguntas, observaciones y explicaciones; mientras que el ABI permite organizar estas acciones dentro de experiencias de aprendizaje en las que el estudiante participa de manera más sistemática en procesos relacionados con la investigación. De esta forma, ambos enfoques se articulan en el contexto escolar sin asumir que las actividades realizadas por los estudiantes corresponden a una investigación científica profesional.

Esta relación encuentra sustento en Minner et al. (2010), quienes señalan la importancia de la participación activa de los estudiantes en experiencias de indagación para favorecer la comprensión de conceptos científicos. De manera complementaria, el National Research Council (2012) plantea que la educación científica debe ofrecer oportunidades para que los estudiantes participen en prácticas como formular preguntas, analizar e interpretar información, construir explicaciones y comunicar conocimientos. Desde esta perspectiva, el ABI aporta a la fundamentación pedagógica de la cartilla, ya que sus actividades buscan involucrar al estudiante en acciones como observar, preguntar, explorar, registrar, analizar, construir explicaciones y comunicar lo aprendido alrededor del compostaje escolar.

8. 1.3 Habilidades investigativas en la educación científica

En el presente trabajo, las habilidades investigativas se comprenden como acciones cognitivas, procedimentales y comunicativas que permiten a los estudiantes aproximarse, dentro del contexto escolar, a prácticas relacionadas con la actividad científica. Estas habilidades incluyen observar fenómenos, problematizar situaciones, formular preguntas, plantear hipótesis o explicaciones tentativas, registrar e interpretar información, construir explicaciones y argumentar ideas con base en evidencias. Esta perspectiva se relaciona con las prácticas científicas planteadas por el National Research Council (2012), desde las cuales se reconoce la importancia de que los estudiantes participen activamente en procesos de formulación de preguntas, análisis e interpretación de información, construcción de explicaciones y comunicación del conocimiento científico.

Desde la enseñanza de las ciencias, el desarrollo de estas habilidades requiere situaciones didácticas que permitan a los estudiantes participar progresivamente en procesos de indagación y construcción de conocimiento. Mulyeni, Jamaris y Supriyati (2019) abordan las habilidades de proceso científico y destacan acciones como la observación, la clasificación, la inferencia y la comunicación dentro de experiencias de aprendizaje basadas en indagación. Aunque los autores emplean la denominación de habilidades de proceso científico, este referente resulta pertinente para el presente trabajo por su relación con acciones que también intervienen en los procesos investigativos desarrollados en el ámbito escolar.

En coherencia con la indagación escolar y el aprendizaje basado en investigación desarrollados en los apartados anteriores, la presente cartilla interactiva se orienta al trabajo de habilidades investigativas mediante actividades relacionadas con el compostaje, el suelo, la huerta escolar y el manejo de residuos orgánicos. De acuerdo con los propósitos del trabajo, se priorizan cinco habilidades: la observación, la formulación de preguntas, el planteamiento de hipótesis, la interpretación de información y la argumentación. Su selección permite establecer una relación directa entre la fundamentación teórica, las actividades propuestas en la cartilla y las experiencias desarrolladas con los estudiantes.

La Tabla 1 presenta las habilidades investigativas priorizadas en el trabajo, el sentido dentro de la educación científica y la manera en que se articulan con las actividades de la cartilla interactiva.

8.1.3.1 Planteamiento de problemas y formulación de preguntas investigativas

La formulación de preguntas constituye una acción central en los procesos de indagación escolar, ya que permite delimitar situaciones que requieren ser observadas, analizadas o explicadas. En el contexto de la educación científica, las preguntas orientan la exploración y la búsqueda de información, y favorecen que los estudiantes transformen situaciones de su entorno en problemas susceptibles de ser abordados desde las ciencias. Esta perspectiva se relaciona con el National Research Council (2012), que reconoce la formulación de preguntas como una de las prácticas científicas escolares, y con Minner et al. (2010), quienes destacan

la participación activa de los estudiantes en procesos de indagación que involucren preguntas, análisis de información y construcción de explicaciones.

En la cartilla, esta habilidad investigativa se desarrolla en actividades como el mural de preguntas y la cartografía social, en las que los estudiantes identifican situaciones vinculadas con los residuos orgánicos, el compostaje, el suelo, la vegetación y diferentes espacios de la institución educativa. De esta manera, la problematización se construye a partir de la observación y discusión del entorno escolar, favoreciendo la formulación de preguntas relacionadas con situaciones cercanas a los estudiantes.

8.1.3.2 Formulación de hipótesis o explicaciones tentativas

La formulación de hipótesis o explicaciones tentativas permite proponer respuestas iniciales frente a un fenómeno o problema, las cuales posteriormente pueden ser contrastadas mediante observaciones, búsqueda de información o análisis de evidencias. En el contexto escolar, esta habilidad no se limita al planteamiento de una respuesta inicial, sino que ofrece la posibilidad de establecer relaciones entre las condiciones de un fenómeno, expresar ideas previas y revisarlas a partir de la información disponible. Bybee (2014) relaciona la formulación de hipótesis con la participación de los estudiantes en prácticas propias de la actividad científica, mientras que Osborne (2014) destaca la importancia de construir explicaciones y razonamientos que puedan ser discutidos y mejorados en el aula.

En la cartilla presente, esta habilidad se promueve mediante preguntas orientadoras relacionadas con las condiciones que intervienen en el compostaje, entre ellas la disponibilidad de oxígeno, la humedad y la temperatura. A partir de estas preguntas, se busca que los estudiantes formulen explicaciones iniciales y posteriormente puedan contrastarlas con la información científica desarrollada durante las actividades.

8.1.3.3 Observación, análisis e interpretación de información

La observación constituye una habilidad investigativa que permite reconocer características, cambios y relaciones presentes en los fenómenos del entorno. Su valor dentro de la educación científica se amplía cuando se articula con el registro, el análisis y la interpretación de la información obtenida. El National Research Council (2012) reconoce el análisis y la interpretación de datos como prácticas relevantes para la educación científica, mientras que Mulyeni, Jamaris y Supriyati (2019) incluyen la observación entre las habilidades de proceso científico desarrolladas mediante experiencias de aprendizaje basadas en indagación.

En el contexto del compostaje, la observación puede orientarse al reconocimiento de los residuos utilizados, las condiciones de temperatura y humedad, las características del material

y las condiciones del suelo. En la cartilla presente, esta habilidad se articula con actividades como las entrevistas familiares, la cartografía social y la revisión de información relacionada con residuos orgánicos, microorganismos, fases del compostaje y parámetros fisicoquímicos. De esta manera, se busca que el estudiante no solo recopile información, sino que pueda relacionarla con contenidos químicos, biológicos y ambientales vinculados con el proceso de compostaje.

8.1.3.4 Argumentación y comunicación científica escolar

La argumentación científica escolar implica justificar ideas mediante razones, evidencias y relaciones conceptuales. Para Osborne (2014), la argumentación constituye una práctica importante en la enseñanza de las ciencias porque permite explicar fenómenos, confrontar puntos de vista y construir conocimiento mediante la discusión de evidencias. De manera complementaria, el National Research Council (2012) reconoce la argumentación a partir de evidencias como una de las prácticas que deben promoverse en la educación científica. En el presente trabajo, la argumentación se entiende como una habilidad investigativa que puede ser promovida cuando los estudiantes comunican sus hallazgos, justifican sus propuestas y explican sus ideas relacionadas con el compostaje en el contexto escolar.

La cartilla incorpora esta habilidad mediante actividades de discusión, juego de roles, socialización de preguntas, podcast, propuestas de compostaje y criterios de evaluación. Estas actividades buscan favorecer el paso de respuestas iniciales hacia explicaciones y argumentos más elaborados sobre el manejo de residuos orgánicos y las prácticas ambientales desarrolladas en la institución educativa.

La Tabla 1 presenta las habilidades investigativas priorizadas en el trabajo, su sentido dentro de la educación científica y la manera en que se articulan con las actividades de la cartilla interactiva.

Tabla 1. Habilidades investigativas articuladas al diseño de la cartilla.

Habilidad investigativa	Sentido en la educación científica	Relación con la cartilla interactiva
Observación	Reconocer fenómenos, situaciones o condiciones del entorno que pueden ser analizadas científicamente.	Reconocimiento de residuos, compostera, zonas verdes y espacios de la institución.
Formulación de preguntas	Transformar una situación cotidiana en un interrogante investigable o discutible desde las ciencias.	Mural de preguntas y problematización sobre compostaje, suelo, plantas y huerta escolar.
Planteamiento de hipótesis	Proponer explicaciones tentativas frente a	Preguntas orientadoras sobre condiciones del compostaje

	fenómenos o problemas.	y transformación de residuos.
Interpretación de información	Relacionar datos, observaciones y conceptos para construir explicaciones.	Análisis de entrevistas, cartografía social y contenidos sobre compostaje.
Argumentación	Justificar ideas mediante razones, evidencias y relaciones conceptuales.	Socialización de actividades, juego de roles, podcast y presentación de propuestas.

Tabla 1. Elaboración propia con base en National Research Council (2012), Osborne (2014), Minner et al. (2010), Mulyeni et al. (2019).

Como se observa en la Tabla 1, las habilidades investigativas seleccionadas se concretan en acciones vinculadas con las actividades de la cartilla, desde la observación y problematización del entorno hasta la interpretación de información y la argumentación de ideas relacionadas con el compostaje escolar.

8.1.4 Modelo didáctico de las 7E

El modelo didáctico de las 7E constituye una ampliación del modelo de las 5E, el cual fue desarrollado por el *Biological Sciences Curriculum Study* y organizado en las fases de enganchar, explorar, explicar, elaborar y evaluar (Bybee et al., 2006). Eisenkraft (2003) propuso ampliar este ciclo mediante la incorporación explícita de las fases de elicitación y extender, con el propósito de fortalecer el reconocimiento de los conocimientos previos y favorecer la transferencia del aprendizaje a nuevos contextos.

El aporte del modelo de las 7E al presente trabajo radica en que ofrece una estructura progresiva para el diseño de actividades. Esta estructura permite iniciar con situaciones motivadoras, recuperar ideas previas, promover la exploración del entorno, construir explicaciones científicas, aplicar lo aprendido, valorar el proceso y proyectar los aprendizajes hacia nuevas situaciones. Balta y Sarac (2016), a partir de un metaanálisis sobre el ciclo 7E en la enseñanza de las ciencias, reportan que este modelo ha sido utilizado como una estrategia favorable para el aprendizaje en ciencias, especialmente por su organización secuencial y participativa.

En la cartilla interactiva, el modelo de las 7E funciona como criterio de organización didáctica. Cada fase permite vincular el compostaje con una acción formativa: motivar, recuperar saberes, explorar el entorno, explicar conceptos, elaborar propuestas, evaluar avances y extender los aprendizajes hacia prácticas ambientales escolares. La relación entre la función didáctica de cada una de las fases del modelo y su aplicación específica en la cartilla interactiva se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2. Relación entre el modelo de las 7E y el diseño de la cartilla interactiva.

Fase del modelo 7E	Función didáctica	Aplicación en la cartilla
Enganchar	Despertar el interés y situar al estudiante frente a una problemática cercana.	Situaciones iniciales sobre residuos orgánicos y compostaje escolar.
Elicitar	Reconocer ideas previas, preguntas e interpretaciones iniciales.	Mural de preguntas y diálogo sobre saberes relacionados con compostaje, suelo y plantas.
Explorar	Promover observación, búsqueda de información y reconocimiento del contexto.	Entrevistas familiares, cartografía social y exploración de espacios institucionales.
Explicar	Construir comprensiones conceptuales a partir de la información científica.	Apartados sobre residuos, microorganismos, fases del compostaje, parámetros fisicoquímicos, suelo y fotosíntesis.
Elaborar	Aplicar lo aprendido en una propuesta o actividad práctica.	Diseño de una propuesta de compostaje y uso orientado de la compostera escolar.
Evaluar	Valorar procesos, producciones y avances en las habilidades trabajadas.	Rúbrica y criterios de seguimiento asociados a la comprensión del compostaje y las habilidades investigativas.
Extender	Transferir lo aprendido a nuevas situaciones o acciones en el contexto escolar.	Proyección de prácticas ambientales y propuestas de continuidad para el manejo de residuos orgánicos.

Tabla 2. Elaboración propia con base en Eisenkraft (2003), Bybee et al. (2006).

Como se observa en la Tabla 2, las fases del modelo de las 7E se articulan con acciones concretas dentro de la cartilla, permitiendo organizar progresivamente las actividades relacionadas con el compostaje escolar, desde el reconocimiento de ideas previas y la exploración del entorno hasta la elaboración, evaluación y extensión de los aprendizajes.

8.1.5 Recurso didáctico, material didáctico y cartilla interactiva

Los recursos didácticos comprenden el conjunto de medios, herramientas, ambientes, estrategias y soportes que el docente utiliza para favorecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. Desde esta perspectiva, un recurso didáctico puede ser un objeto físico, un espacio del entorno, una herramienta digital, una guía, una actividad o incluso una situación contextual que se aprovecha pedagógicamente. Area Moreira (2010) destaca que los medios y materiales de enseñanza cumplen una función mediadora, pues permiten representar contenidos, organizar interacciones y facilitar la comunicación educativa.

El material didáctico, por su parte, es un recurso creado especialmente con fines educativos. Esto quiere decir que no solo apoya la enseñanza, sino que integra propósitos, contenidos, actividades, orientaciones, criterios de evaluación y formas de interacción con los estudiantes. Así, todo material didáctico puede considerarse un recurso didáctico, pero no todo recurso didáctico constituye un material didáctico. Esta diferencia es importante para el presente trabajo, ya que la compostera escolar funciona como un recurso del entorno, mientras que la cartilla interactiva corresponde a un material didáctico diseñado intencionalmente para orientar experiencias de aprendizaje.

Para efectos del presente trabajo, la cartilla interactiva se entiende como un material didáctico que organiza contenidos científicos, preguntas orientadoras y actividades en una secuencia que requiere la participación activa del estudiante. Su carácter interactivo no depende exclusivamente de la incorporación de componentes digitales, sino de la interacción que propone entre el estudiante, el material y su contexto mediante acciones como observar, formular preguntas, explorar, registrar información, analizar, elaborar producciones y comunicar ideas. De acuerdo con Becerra-Barón y Torres-Merchán (2014), los materiales didácticos pueden contribuir al abordaje de problemáticas ambientales cuando permiten contextualizar el aprendizaje y promover la participación. De manera complementaria, Ducuara Amado et al. (2020) aportan elementos relacionados con la organización de materiales educativos mediante actividades estructuradas y pertinentes para el contexto escolar. En la presente cartilla, estos elementos se articulan con las fases del modelo didáctico de las 7E y con actividades relacionadas con el compostaje escolar.

8.1.6 Educación ambiental y aprendizaje contextualizado

La educación ambiental proporciona una oportunidad de vincular la enseñanza de las ciencias con la comprensión de problemáticas presentes en el entorno. Sauvé (2005) plantea que este campo educativo es amplio y diverso, pues no se limita a transmitir información sobre el ambiente, sino que busca promover formas de comprensión, reflexión y acción frente a las relaciones entre sociedad y naturaleza. Desde esta perspectiva, el aprendizaje contextualizado favorece que los estudiantes relacionen los conceptos científicos con situaciones cotidianas y con problemáticas ambientales cercanas.

El compostaje se convierte en un contexto pertinente para la educación ambiental porque permite reflexionar sobre el manejo de residuos orgánicos, la transformación de la materia, la fertilidad del suelo y la sostenibilidad en el espacio escolar. Por ello, la cartilla articula educación ambiental y enseñanza de las ciencias mediante actividades que invitan a reconocer problemas, formular preguntas y proponer alternativas de acción en torno al aprovechamiento de residuos orgánicos.

8.2. Enfoque químico-ambiental

8.2.1 Compostaje como proceso biológico y fisicoquímico

El compostaje es un proceso biológico y fisicoquímico mediante el cual los residuos orgánicos se transforman en un material estabilizado, rico en materia orgánica y con potencial de uso en el suelo. Este proceso ocurre principalmente bajo condiciones aeróbicas y es mediado por microorganismos que degradan compuestos orgánicos complejos, como carbohidratos, proteínas y lípidos, hasta formar sustancias más simples y estables (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

Desde el componente químico, el compostaje involucra transformaciones de la materia orgánica asociadas a procesos de oxidación biológica, liberación de dióxido de carbono, producción de agua y generación de calor. Durante estas transformaciones también se presentan cambios en condiciones fisicoquímicas como el pH, la temperatura, la humedad y la disponibilidad de nutrientes, las cuales permiten analizar la evolución del sistema de compostaje (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007). Desde el componente biológico, estas transformaciones se relacionan con la actividad de comunidades microbianas que utilizan la materia orgánica como fuente de energía y nutrientes.

En el presente trabajo, estos procesos permiten abordar el compostaje como un contexto para relacionar contenidos propios de la química con fenómenos observables en el entorno escolar. De esta manera, conceptos como transformación de la materia, oxidación, pH, relación entre condiciones del sistema y disponibilidad de nutrientes se articulan con las actividades de la cartilla y con la formulación de preguntas investigativas alrededor del proceso de compostaje.

8.2.2 Residuos orgánicos y compostaje

Los residuos orgánicos son materiales de origen biológico que pueden ser transformados mediante procesos de degradación en los que intervienen microorganismos. Entre ellos se encuentran restos de frutas, verduras, hojas, residuos vegetales y otros materiales biodegradables. Estos residuos constituyen la materia prima del compostaje, proceso que permite su transformación en un material estabilizado y rico en materia orgánica conocido como compost (Bernal, Albuquerque, & Moral, 2009).

El compostaje es un proceso biológico y fisicoquímico de descomposición de la materia orgánica bajo condiciones principalmente aeróbicas. Durante este proceso, los microorganismos degradan compuestos orgánicos complejos y generan transformaciones que producen dióxido de carbono, agua, calor y compuestos más estables. Bernal et al. (2009) explican que la calidad del compost depende de factores relacionados con la naturaleza de los residuos, la evolución de la materia orgánica, la madurez del producto y las condiciones del proceso.

Desde el componente disciplinar de química, el estudio de los residuos orgánicos y su transformación durante el compostaje permite abordar conceptos relacionados con la transformación de la materia, la relación Carbono/Nitrógeno, el pH y la disponibilidad de nutrientes, así como su relación con condiciones fisicoquímicas como la temperatura, la humedad y la aireación (Bernal et al., 2009). Estos contenidos permiten vincular el proceso de compostaje con fenómenos que pueden ser observados, analizados e interpretados por los estudiantes, lo que sustenta su incorporación en la cartilla como contexto de aprendizaje para grado décimo.

8.2.3 Microorganismos y transformación de la materia orgánica

Los microorganismos cumplen un papel central en el compostaje, ya que son responsables de la degradación de la materia orgánica. Bacterias, hongos y otros organismos participan en la transformación de los residuos, utilizando los compuestos orgánicos como fuente de energía y nutrientes. Insam y de Bertoldi (2007) explican que la microbiología del compostaje está asociada a la sucesión de comunidades microbianas y a las condiciones ambientales del sistema, especialmente temperatura, humedad, oxígeno y disponibilidad de nutrientes.

La relación carbono/nitrógeno constituye uno de los factores que influye en la actividad microbiana durante el compostaje. El carbono actúa como fuente de energía, mientras que el nitrógeno es necesario para la síntesis de proteínas y otros componentes celulares. Un desequilibrio en esta relación puede afectar la velocidad del proceso, favorecer pérdidas de nitrógeno o generar condiciones poco adecuadas para la degradación de la materia orgánica (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007). Desde el componente disciplinar de química, esta relación permite abordar la función del carbono y el nitrógeno dentro de la transformación de la materia orgánica y comprender su importancia en las condiciones que favorecen el desarrollo del proceso de compostaje.

8.2.4 Fases del compostaje

El proceso de compostaje se desarrolla mediante fases que reflejan cambios en la temperatura, la actividad microbiana y el grado de transformación de los residuos. Aunque la duración de cada fase puede variar según el tipo de material y las condiciones del sistema, la literatura suele reconocer una fase mesofílica inicial, una fase termofílica, una fase de enfriamiento y una fase de maduración (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

- Fase mesofílica: corresponde al inicio del proceso, cuando microorganismos mesófilos degradan compuestos fácilmente disponibles y la temperatura comienza a aumentar.
- Fase termofílica: se caracteriza por temperaturas elevadas asociadas a una intensa actividad microbiana y a la degradación de compuestos más complejos.
- Fase de enfriamiento: la temperatura disminuye progresivamente y continúan procesos de degradación de materiales más resistentes.
- Fase de maduración: el material se estabiliza, se forman sustancias húmicas y el compost adquiere características más adecuadas para su uso en el suelo.

Desde el componente disciplinar de química, el reconocimiento de estas fases permite comprender que la transformación de la materia orgánica ocurre de manera progresiva y se relaciona con cambios en la temperatura y en el grado de estabilidad del material durante el proceso de compostaje (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

8.2.5 Parámetros fisicoquímicos del compostaje

El seguimiento de parámetros fisicoquímicos permite comprender el desarrollo del compostaje y reconocer condiciones que favorecen o dificultan la degradación de los residuos orgánicos. Entre los parámetros más relevantes se encuentran la temperatura, el pH, la humedad y la oxigenación (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

- Temperatura: es un indicador de la actividad microbiana y permite reconocer las fases del proceso.
- pH: influye en la actividad de los microorganismos y en la disponibilidad de nutrientes durante el proceso.
- Humedad: es necesaria para el metabolismo microbiano, aunque su exceso puede limitar la aireación.
- Oxigenación: es fundamental porque el compostaje es principalmente aeróbico; la falta de oxígeno puede favorecer procesos anaeróbicos y malos olores.

Estos parámetros se incorporan en la cartilla porque permiten comprender el compostaje como un sistema en transformación y reconocer la relación entre sus condiciones fisicoquímicas y el desarrollo del proceso. Desde el componente disciplinar de química, su estudio permite vincular el pH, la temperatura, la disponibilidad de nutrientes y las condiciones de oxigenación con la transformación de la materia orgánica durante el compostaje (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007). Asimismo, estos parámetros ofrecen elementos para formular preguntas, realizar observaciones e interpretar las condiciones necesarias para el desarrollo del proceso en el contexto escolar.

8.2.6 Suelo, compost y crecimiento vegetal

El suelo es un sistema dinámico compuesto por minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Sus propiedades físicas y químicas influyen en la retención de agua, la disponibilidad de nutrientes, la aireación y el crecimiento de las plantas. La incorporación de compost puede contribuir al aporte de materia orgánica y nutrientes, así como a la mejora de algunas propiedades del suelo, dependiendo de la calidad del compost y de las condiciones del sistema (Bernal et al., 2009).

En la cartilla presente, el suelo se articula con el compostaje porque permite relacionar el aprovechamiento de residuos orgánicos con procesos de cultivo, huerta escolar y cuidado del entorno. Desde el componente disciplinar de química, esta relación permite abordar aspectos como la materia orgánica, la disponibilidad de nutrientes y algunas propiedades del suelo que pueden verse relacionadas con la incorporación del compost (Bernal et al., 2009). De esta manera, el estudiante puede reconocer que la transformación de los residuos orgánicos no termina con la obtención del compost, sino que el material resultante puede vincularse con las condiciones del suelo y el crecimiento vegetal.

8.2.7 Fotosíntesis y relación con el compostaje escolar

La fotosíntesis es un proceso biológico mediante el cual las plantas, algas y algunos microorganismos convierten energía luminosa en energía química, utilizando dióxido de carbono y agua para producir compuestos orgánicos y liberar oxígeno. Taiz, Zeiger, Møller y Murphy (2015) explican que este proceso es fundamental para el crecimiento vegetal y para la producción de biomasa.

Aunque el compostaje no participa directamente en la reacción fotosintética, ambos procesos pueden relacionarse dentro del sistema suelo-planta. La incorporación de compost puede contribuir al aporte de materia orgánica y nutrientes y a algunas condiciones del suelo relacionadas con el crecimiento vegetal, dependiendo de la calidad del compost y de las características del sistema (Bernal et al., 2009). Por esta razón, la cartilla incorpora la fotosíntesis como un concepto complementario que permite vincular el aprovechamiento de residuos orgánicos, las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas en la huerta escolar, sin asumir que el compostaje interviene directamente en el proceso fotosintético.

Desde el componente disciplinar de química, la fotosíntesis permite reconocer la transformación de energía y la participación de sustancias como el dióxido de carbono y el agua en la formación de compuestos orgánicos. Su incorporación complementa los conceptos químicos desarrollados alrededor del compostaje y permite establecer relaciones entre la transformación de la materia orgánica, el suelo y el crecimiento vegetal (Taiz et al., 2015).

8.3. Articulación del marco teórico con la cartilla interactiva

Los referentes desarrollados en este marco teórico permiten sustentar la estructura de la cartilla interactiva. Desde el enfoque didáctico-pedagógico, la enseñanza de las ciencias por indagación y el aprendizaje basado en investigación orientan la participación del estudiante en acciones como formular preguntas, observar, analizar información, construir explicaciones y comunicar ideas (Minner et al., 2010; National Research Council, 2012). A su vez, el modelo didáctico de las 7E proporciona una estructura progresiva para organizar estas experiencias mediante las fases de enganchar, elicitar, explorar, explicar, elaborar, evaluar y extender (Bybee et al., 2006; Eisenkraft, 2003). De esta manera, las habilidades investigativas priorizadas en el trabajo se articulan con las actividades propuestas en la cartilla y con el contexto del compostaje escolar.

Desde el enfoque químico-ambiental, el compostaje permite abordar contenidos relacionados con la transformación de la materia orgánica, la actividad microbiana, la relación carbono/nitrógeno y parámetros fisicoquímicos como la temperatura, el pH, la humedad y la oxigenación, así como su relación con el suelo y el crecimiento vegetal (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007). De manera complementaria, la fotosíntesis permite establecer relaciones con la transformación de energía y el desarrollo vegetal en el contexto de la huerta escolar (Taiz et al., 2015).

En consecuencia, la cartilla se comprende como un producto didáctico que articula fundamentos pedagógicos, habilidades investigativas y contenidos científico-ambientales alrededor del compostaje escolar. Su propósito no es únicamente presentar información sobre este proceso, sino organizar experiencias de aprendizaje orientadas al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo, sin asumir que dicho fortalecimiento constituye un efecto medido dentro del alcance del presente trabajo.

9. METODOLOGÍA

9.1. Enfoque y tipo de investigación

El presente trabajo se orienta desde un enfoque cualitativo, en la medida en que busca comprender y organizar una experiencia pedagógica situada, vinculada con la enseñanza de las ciencias naturales, el compostaje escolar y el fortalecimiento de habilidades investigativas, a través de la elaboración de un recurso didáctico centrado en la cartilla interactiva. Desde esta perspectiva, el interés no se centra en la medición estadística del impacto de una intervención, sino en la construcción fundamentada de un producto didáctico que responda a una necesidad identificada en el contexto de práctica pedagógica. La investigación cualitativa permite interpretar procesos educativos en escenarios reales y atender a los significados, condiciones y dinámicas que configuran la experiencia escolar (Hernández Sampieri et al., 2014; Creswell y Poth, 2018).

En coherencia con lo anterior, el trabajo se asume como una investigación de carácter aplicado y de diseño educativo, debido a que su propósito principal es diseñar y elaborar una cartilla interactiva orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas en el contexto del compostaje escolar. La investigación de diseño educativo se caracteriza por articular la indagación sistemática con el desarrollo de soluciones pedagógicas para problemas o necesidades presentes en contextos educativos reales (McKenney y Reeves, 2018; Plomp, 2013). En este caso, la solución didáctica propuesta corresponde a la cartilla interactiva *Entre residuos y preguntas: una experiencia de indagación a partir del compostaje, fundamentada en el modelo didáctico de las 7E y en el compostaje como contexto químico-ambiental de aprendizaje*.

9.2. Contexto de desarrollo de la propuesta

La propuesta se sitúa en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles, ubicada en la localidad de Suba, en Bogotá D. C., en el marco de la práctica pedagógica realizada en el área de ciencias naturales. A partir de este contexto se reconoció la necesidad de diseñar un material didáctico que permitiera articular el estudio del compostaje con actividades de indagación científica escolar. En particular, la presencia de una compostera en la institución constituyó una oportunidad pedagógica para relacionar contenidos de química, biología y educación ambiental con situaciones cercanas al entorno de los estudiantes.

La población de referencia de la propuesta corresponde a estudiantes de grado décimo, para quienes se diseñó y elaboró la cartilla interactiva. No obstante, el alcance del presente trabajo no consiste en presentar resultados generalizables sobre el desempeño de los estudiantes, sino en fundamentar, estructurar y elaborar el material didáctico como producto final. Por esta razón, la metodología se concentra en el proceso de diseño y elaboración de la cartilla, así

como en la articulación entre sus actividades, el modelo didáctico de las 7E, el compostaje escolar y las habilidades investigativas hacia cuyo fortalecimiento se orienta el material.

9.3. Fases metodológicas

El desarrollo metodológico se organizó en fases que permitieron avanzar desde la identificación de una necesidad pedagógica hasta el diseño, elaboración y revisión del producto didáctico final. Estas fases se estructuraron de acuerdo con la lógica de la investigación de diseño educativo, la cual contempla procesos de análisis, diseño, construcción y reflexión sobre productos o intervenciones educativas (McKenney y Reeves, 2018; Plomp, 2013). La Tabla 3 presenta las cinco fases desarrolladas, sus propósitos, las acciones realizadas, los principales insumos utilizados y los productos asociados a cada momento del proceso.

Tabla 3. Fases metodológicas para el diseño y elaboración de la cartilla interactiva.

Fase	Propósito	Acciones desarrolladas	Insumos principales	Producto asociado
1.Reconocimiento del contexto	Identificar necesidades pedagógicas relacionadas con la enseñanza de las ciencias y el aprovechamiento de la compostera escolar.	Observación del contexto institucional, revisión de la problemática escolar y delimitación del propósito didáctico.	Práctica pedagógica, observaciones del entorno escolar y revisión inicial del problema.	Delimitación de la necesidad de diseñar una cartilla interactiva.
2.Fundamentación teórica	Sustentar el diseño desde referentes de enseñanza de las ciencias, indagación, ABI, modelo 7E, materiales didácticos y compostaje.	Revisión y selección de fuentes académicas pertinentes para orientar la estructura pedagógica y conceptual de la cartilla.	Artículos académicos, libros e informes especializados.	Marco teórico y criterios de diseño del material didáctico.
3. Diseño didáctico	Organizar la secuencia de actividades de acuerdo con las fases del modelo de las 7E.	Definición de actividades, propósitos, preguntas orientadoras, iconografía, roles del estudiante y	Modelo 7E, habilidades investigativas y contenidos sobre compostaje.	Estructura pedagógica de la cartilla interactiva.

		momentos de trabajo.		
4. Elaboración conceptual y gráfica	Integrar contenidos químicos, biológicos y ambientales sobre compostaje con actividades de indagación.	Redacción de contenidos, selección de conceptos clave y articulación con actividades como juego de roles, mural de preguntas, entrevistas, cartografía social y práctica de compostaje.	Referentes sobre compostaje, residuos orgánicos, microorganismos, suelo y fotosíntesis.	Versión diseñada de la cartilla Entre residuos y preguntas.
5. Revisión de coherencia y valoración del producto didáctico	Verificar la articulación entre los objetivos, el modelo didáctico de las 7E, las actividades, las habilidades investigativas y los criterios establecidos para la revisión de la cartilla.	Revisión de la secuencia didáctica, relación entre fases y actividades, claridad de las instrucciones y pertinencia de los criterios de seguimiento. Posteriormente, valoración de la cartilla mediante una rúbrica diligenciada por juicio de experto.	Cartilla elaborada, objetivos del trabajo, categorías orientadoras del diseño y rúbrica de valoración del material didáctico.	Cartilla interactiva elaborada y valoración pedagógica y didáctica del producto mediante juicio de experto.

Tabla 3. Elaboración propia con base en McKenney y Reeves (2018), Plomp (2013).

Como se observa en la Tabla 3, las fases metodológicas establecen una secuencia que parte del reconocimiento del contexto y la fundamentación teórica, continúa con la estructuración y elaboración de la cartilla y finaliza con la revisión y valoración del producto didáctico. Esta organización permite relacionar el proceso metodológico con los objetivos propuestos y con el alcance de la investigación de diseño educativo.

9.4. Categorías orientadoras del diseño

A partir del esquema orientador proporcionado por el director del trabajo de grado, la secuencia didáctica de la cartilla se organizó visualmente en relación con las fases del modelo de las 7E. Como se presenta en la Figura 1, esta representación permite observar cómo cada fase se vincula con una acción pedagógica concreta y con habilidades investigativas asociadas al proceso de indagación sobre el compostaje escolar.

Figura 1. Articulación del modelo didáctico de las 7E con las actividades de la cartilla interactiva.

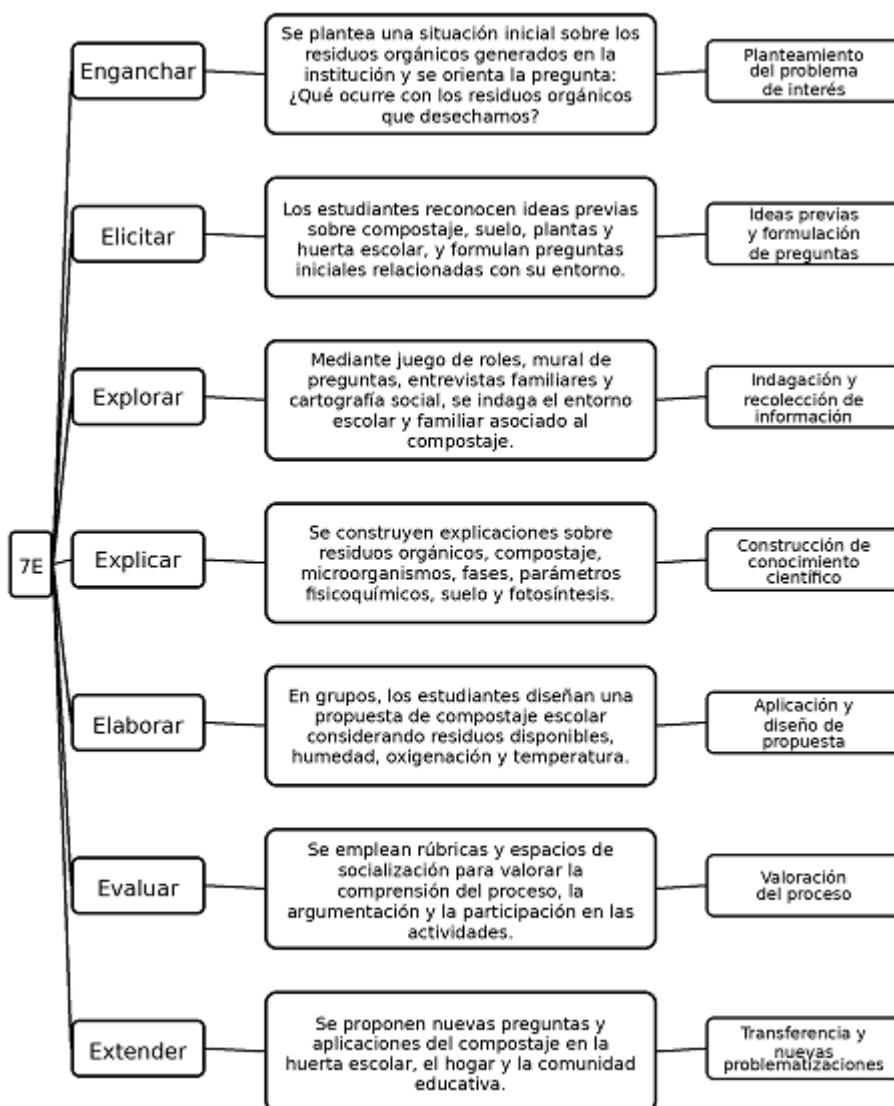


Figura 1. Adaptado de Guzman-Lenis, A.R., Perez-Mesa, M.R., & Porras-Contreras, Y.A. (2025).

Para diseñar la cartilla como producto didáctico, se definieron categorías orientadoras que permitieron articular la fundamentación teórica con las actividades propuestas. Estas categorías no se asumen como variables de medición experimental, sino como criterios de organización pedagógica y de coherencia interna del material. Como se presenta en la Tabla

4, las categorías corresponden al modelo didáctico de las 7E, las habilidades investigativas, el compostaje escolar y el material didáctico interactivo, componentes que orientan la estructura y las actividades de la cartilla.

Tabla 4. Categorías orientadoras para el diseño de la cartilla.

Categoría	Definición en el trabajo	Criterio del diseño	Evidencia en la cartilla
Modelo didáctico de las 7E	Secuencia pedagógica que orienta el avance desde la motivación y la recuperación de ideas previas hasta la aplicación y extensión del aprendizaje.	Cada actividad debe ubicarse en una fase y cumplir una función didáctica definida.	Enganchar, elicitar, explorar, explicar, elaborar, evaluar y extender.
Habilidades investigativas	Acciones asociadas a observar, formular preguntas, plantear hipótesis o explicaciones tentativas, registrar e interpretar información y argumentar ideas con base en evidencias.	Las actividades deben promover participación activa y producción de preguntas, explicaciones o registros.	Mural de preguntas, entrevistas, cartografía social, práctica de compostaje y socialización.
Compostaje escolar	Contexto químico-ambiental que permite abordar residuos orgánicos, microorganismos, parámetros fisicoquímicos, suelo y crecimiento vegetal.	El contenido conceptual debe estar relacionado con situaciones observables del entorno escolar.	Secciones sobre residuos, compostaje, fases, parámetros, suelo y fotosíntesis.
Material didáctico interactivo	Producto pedagógico que integra contenidos, instrucciones, actividades, preguntas y criterios de seguimiento.	La cartilla debe orientar el trabajo del estudiante y facilitar el rol activo en la construcción de conocimiento.	Iconografía, actividades por fases, instrucciones, preguntas orientadoras y rúbrica.

Tabla 4. Elaboración propia con base en National Research Council (2012), Osborne (2014), Eisenkraft (2003), Bybee et al. (2006), Becerra-Barón y Torres-Merchán (2014) y Bernal et al. (2009).

Como se observa en la Tabla 4, las categorías orientadoras permiten relacionar los fundamentos desarrollados en el marco teórico con decisiones concretas del diseño de la cartilla. El modelo de las 7E orienta la secuencia didáctica; las habilidades investigativas definen las acciones que se busca promover; por ende, el compostaje escolar proporciona el contexto químico-ambiental; y el material didáctico interactivo integra estos componentes mediante contenidos, actividades, preguntas y criterios de seguimiento.

9.5. Técnicas e instrumentos empleados para el diseño

Dado que el propósito del trabajo es diseñar y elaborar una cartilla interactiva como producto didáctico, las técnicas e instrumentos empleados se dirigieron a recoger, organizar y estructurar información pedagógica y conceptual pertinente para su construcción. En este sentido, se recurrió a la observación del contexto de práctica, la revisión documental de fuentes académicas y la matriz de diseño didáctico como elementos centrales del proceso metodológico.

La revisión documental permitió seleccionar referentes relacionados con la enseñanza de las ciencias por indagación, el aprendizaje basado en investigación, las habilidades investigativas, el modelo didáctico de las 7E, los materiales didácticos, la educación ambiental y el compostaje escolar. La observación del contexto permitió reconocer la relevancia de vincular la compostera escolar con actividades de aprendizaje. Por su parte, la matriz de diseño didáctico permitió organizar la relación entre las fases del modelo de las 7E, las habilidades investigativas, las actividades de la cartilla y los contenidos químico-ambientales. La Tabla 5 sintetiza las técnicas, instrumentos e insumos empleados, su finalidad y el uso que tuvieron dentro del proceso de diseño y elaboración de la cartilla.

Tabla 5. Técnicas e instrumentos empleados en el proceso metodológico.

Técnica	Instrumento o insumo	Finalidad	Uso en el trabajo
Observación del contexto	Registro de situaciones identificadas durante la práctica pedagógica	Reconocer necesidades y oportunidades pedagógicas del entorno escolar.	Delimitación del compostaje escolar como contexto de aprendizaje.
Revisión documental	Fuentes académicas, artículos, libros e informes especializados	Fundamentar el diseño de la cartilla desde referentes teóricos y	Construcción de antecedentes, marco teórico y criterios de diseño.

		científicos.	
Matriz de diseño didáctico	Relación entre fases 7E, actividades, habilidades investigativas y contenidos	Organizar la coherencia interna de la cartilla.	Organización de la secuencia didáctica y del producto final.

Tabla 5. Elaboración propia a partir del diseño metodológico del presente trabajo.

Como se observa en la Tabla 5, los elementos metodológicos empleados cumplen funciones complementarias dentro del proceso: la observación del contexto permitió reconocer necesidades y oportunidades pedagógicas; la revisión documental sustentó teórica y científicamente el diseño; y la matriz de diseño didáctico permitió organizar la coherencia entre las fases del modelo de las 7E, las habilidades investigativas, los contenidos y las actividades de la cartilla.

9.6. Actividades desarrolladas con los estudiantes como insumo para la cartilla

Las actividades desarrolladas con los estudiantes se asumieron como parte del proceso diagnóstico y exploratorio que orientó el diseño y elaboración de la cartilla interactiva. Su propósito no fue medir el impacto de la cartilla, sino reconocer saberes previos, intereses, dificultades y formas de participación frente al compostaje como contexto de aprendizaje. En consecuencia, los productos elaborados por los estudiantes, las observaciones de clase y las rúbricas de desempeño se constituyeron en insumos para la estructuración del material didáctico según las fases del modelo de las 7E. La Tabla 6 presenta las cinco actividades desarrolladas, su relación con las fases iniciales del modelo de las 7E, el propósito de cada una y las evidencias e instrumentos empleados para su valoración.

Tabla 6. Actividades desarrolladas con los estudiantes e instrumentos asociados.

Actividad	Fases del modelo 7E	Propósito	Evidencia e instrumento
Actividad 1. Guardianes del compost	Enganchar	Reconocer ideas iniciales sobre compostaje mediante un juego de roles y promover la participación frente a una problemática ambiental cercana.	Desempeño oral y rúbrica de valoración.
Actividad 2. Mural de preguntas	Elicitar	Identificar preguntas, intereses y formas de iniciales de	Mural de preguntas y rúbrica de valoración.

		problematización sobre compostaje, suelo, plantas, residuos y huerta escolar.	
Actividad 3. ¿Quién quiere ser científico?	Elicitar/Explorar	Reconocer saberes previos sobre compostaje, residuos, suelo, fotosíntesis y huerta escolar mediante una dinámica grupal de preguntas.	Respuestas grupales y rúbrica de valoración.
Actividad 4. Raíces de mi familia	Explorar	Vincular saberes familiares con prácticas de siembra, cuidado de plantas, compostaje y manejo de residuos orgánicos.	Registro de entrevista, producto oral o audiovisual y rúbrica de valoración.
Actividad 5. Aprendo de mi entorno, cuido de él	Explorar	Reconocer el espacio escolar mediante cartografía social e identificar posibles lugares para ubicar una huerta o compostera.	Croquis o cartografía social y rúbrica de valoración.

Tabla 6. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 6, las actividades desarrolladas con los estudiantes se relacionaron principalmente con las fases de enganchar, elicitar y explorar. Estas experiencias permitieron reconocer elementos del contexto, saberes previos, formas de participación y aspectos por fortalecer que posteriormente fueron considerados en la estructuración de la cartilla. Por ende, estas actividades se entienden como insumos del proceso de diseño y elaboración del material y no como una implementación completa de la cartilla ni como una medición de su impacto sobre las habilidades investigativas.

Las rúbricas empleadas en las actividades se organizaron en cuatro niveles de desempeño: Excelente (4), Satisfactorio (3), Básico (2) e Inicial (1). Cada nivel incluyó descriptores específicos según los criterios evaluados en cada actividad. Para el análisis de resultados se calcularon porcentajes de estudiantes ubicados en cada nivel de desempeño por criterio. Cabe mencionar que los registros con valor 0 correspondieron a inasistencia, por ende no fueron considerados como nivel de desempeño.

9.7. Procedimiento de diseño de la cartilla

El procedimiento inició con la delimitación del problema pedagógico y la identificación del compostaje como contexto de aprendizaje. Posteriormente, se realizó la revisión de fuentes académicas que permitieron fundamentar los componentes didácticos y conceptuales del material. En base a esta revisión, se establecieron las habilidades investigativas hacia cuyo fortalecimiento se orienta la propuesta y se seleccionó el modelo didáctico de las 7E como estructura organizadora de las actividades.

Posterior a ello, se estructuraron actividades orientadas a la observación, la formulación de preguntas, el diálogo de saberes, la exploración del entorno, la explicación conceptual, la elaboración de una propuesta de compostaje y la evaluación mediante criterios de seguimiento. Estas actividades se organizaron en una secuencia progresiva orientada a acompañar al estudiante desde el reconocimiento de sus ideas iniciales hacia la construcción de explicaciones más elaboradas sobre el compostaje y su relación con el entorno escolar.

Finalmente, se elaboró la cartilla como producto didáctico, integrando la fundamentación teórica, la secuencia organizada mediante las fases del modelo de las 7E y los insumos obtenidos a partir de las actividades desarrolladas con los estudiantes. Durante este proceso se revisaron aspectos relacionados con la estructura del material, la coherencia entre las fases y las actividades, la claridad de las instrucciones, la pertinencia de los contenidos y su articulación con las habilidades investigativas. De esta forma, la cartilla se consolidó como un material didáctico estructurado para orientar experiencias de aprendizaje basadas en la indagación científica escolar.

9.8. Criterios de revisión de la cartilla

Como parte del proceso de revisión del producto didáctico elaborado, la cartilla interactiva *Entre residuos y preguntas* fue sometida a una valoración mediante juicio de experto. Proceso en el cual, se empleó una rúbrica diseñada para el presente trabajo con el propósito de revisar diferentes aspectos pedagógicos, didácticos y científicos del material.

La valoración fue realizada por una experta con formación doctoral en Educación, maestría en Educación con énfasis en Educación Ambiental, especialización en Educación Ambiental y licenciatura en Biología. Para preservar la confidencialidad de la evaluadora, en el desarrollo del documento se presenta únicamente su perfil académico. La experta recibió la cartilla elaborada y la rúbrica de valoración, mediante la cual examinó el material de acuerdo con los criterios establecidos.

La rúbrica se organizó en cuatro niveles de valoración: Excelente (4), Bueno (3), Básico (2) y Bajo (1), y contempló nueve criterios: coherencia pedagógica, rigor científico, habilidades científicas, implementación del modelo de las 7E, diseño visual, lenguaje, actividades, autonomía de aprendizaje y contextualización. Cada criterio tuvo un puntaje máximo de

cuatro puntos, para un total posible de 36 puntos. La Tabla 7 sintetiza los criterios considerados en el instrumento, el aspecto valorado en cada uno y su puntaje máximo. La rúbrica completa y el instrumento diligenciado por la experta se presentan en los anexos correspondientes.

Tabla 7. Criterios de evaluación de la cartilla mediante rúbrica.

Criterio de la rúbrica	Aspecto evaluado	Puntaje máximo
Coherencia pedagógica	Intención pedagógica, coherencia con el enfoque constructivista y orientación del aprendizaje.	4
Rigor científico	Corrección, actualización y articulación de los contenidos con el contexto del compostaje.	4
Habilidades científicas	Promoción de observación, análisis, formulación de preguntas y construcción de explicaciones.	4
Implementación del modelo de las 7E	Evidencia y articulación de las fases del modelo didáctico de las 7E en la cartilla.	4
Diseño visual	Organización, jerarquía visual y manejo de la carga cognitiva del material.	4
Lenguaje	Claridad, accesibilidad y adecuación académica del lenguaje empleado.	4
Actividades	Pertinencia, contextualización y promoción del pensamiento crítico en las actividades.	4
Autonomía de aprendizaje	Posibilidad de uso del material por parte del estudiante sin acompañamiento constante del docente.	4
Contextualización	Integración del contexto del estudiante y de problemáticas reales asociadas al compostaje escolar.	4

Tabla 7. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 7, la valoración no se centró en un único componente del material, sino que consideró aspectos relacionados con su coherencia pedagógica, contenido científico, estructura didáctica, actividades, lenguaje, diseño, autonomía y relación con el contexto. De esta manera, el juicio de experto permitió realizar una revisión sistemática de la cartilla a partir de criterios previamente establecidos.

Dentro del alcance del presente trabajo, este procedimiento se comprende como una valoración pedagógica, didáctica y científica del material mediante juicio de experto. Por tanto, sus resultados permiten analizar la pertinencia y coherencia de la cartilla de acuerdo con los criterios incluidos en la rúbrica, pero no se interpretan como una medición de su impacto sobre el aprendizaje de los estudiantes ni como evidencia del fortalecimiento efectivo de las habilidades investigativas. Los resultados obtenidos mediante esta valoración se presentan posteriormente en el apartado correspondiente.

9.9. Alcance metodológico y delimitación de estudio

El alcance del presente trabajo se centra en el diseño y elaboración de una cartilla interactiva basada en el modelo didáctico de las 7E y contextualizada en el compostaje escolar. En coherencia con este propósito, las actividades desarrolladas con los estudiantes se asumieron como insumos diagnósticos y exploratorios para orientar la construcción del material, mientras que la cartilla elaborada fue sometida posteriormente a una valoración pedagógica, didáctica y científica mediante juicio de experto. Por tanto, el estudio no comprende una evaluación de impacto de la cartilla sobre el aprendizaje ni una medición del fortalecimiento efectivo de las habilidades investigativas.

Por lo tanto, los resultados obtenidos permiten analizar los insumos que orientaron el diseño y elaboración del material y la pertinencia de la cartilla de acuerdo con los criterios considerados en la valoración experta. La posible incidencia de su implementación completa en el aprendizaje y en el fortalecimiento de habilidades investigativas queda fuera del alcance del presente trabajo y podrá ser abordada en futuras investigaciones o experiencias pedagógicas que realicen su aplicación y evaluación con estudiantes.

10. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados presentados se derivan de los instrumentos y actividades desarrollados durante el proceso de diseño y elaboración de la cartilla interactiva. En coherencia con el alcance del trabajo, estos resultados no se interpretan como una medición del impacto de la cartilla, sino como insumos pedagógicos que permitieron reconocer saberes previos, identificar características del desempeño de los estudiantes en las actividades iniciales y orientar decisiones relacionadas con la estructuración del material didáctico basado en el modelo de las 7E.

El análisis se organiza en cinco momentos: en primer lugar, se presentan los resultados de la prueba de entrada; en segundo lugar, se reporta la confiabilidad interna de este instrumento mediante el coeficiente alfa de Cronbach; en tercer lugar, se analizan los resultados de las actividades desarrolladas con los estudiantes; en cuarto lugar, se realiza una lectura integrada de los hallazgos en relación con el diseño de la cartilla; y, finalmente, se presenta la valoración del material mediante juicio de experto. La interpretación de estos resultados se relaciona con referentes sobre indagación escolar, habilidades investigativas, educación ambiental, evaluación formativa y diseño de materiales didácticos, entre ellos Minner et al. (2010), National Research Council (2012), Osborne (2014) y Panadero y Jönsson (2013).

10.1. Resultados Prueba de entrada

La prueba de entrada fue aplicada a 40 estudiantes con el propósito de reconocer conocimientos, percepciones e intereses iniciales frente al compostaje, el manejo de residuos orgánicos, la observación de fenómenos naturales y algunas habilidades asociadas a la indagación escolar. El instrumento estuvo conformado por 15 ítems tipo Likert, con cinco opciones de respuesta: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo y totalmente de acuerdo. Los resultados obtenidos se presentan de manera agrupada en la Tabla 8.

Como se observa en la Tabla 8, los resultados muestran inicialmente una disposición favorable hacia el compostaje y el cuidado ambiental. En el ítem 1, el 100 % de los estudiantes estuvo de acuerdo o totalmente de acuerdo con que el compostaje transforma residuos orgánicos en abono útil para las plantas. Este resultado se interpreta principalmente como un reconocimiento conceptual inicial del proceso y no como uno de los hallazgos centrales de la prueba. De manera complementaria, el 80 % estuvo de acuerdo con la pertinencia de enseñar compostaje en la escuela y el 77,5 % manifestó motivación por cuidar el ambiente mediante acciones como compostar. En los ítems formulados en sentido inverso también se observaron tendencias favorables: el 87,5 % estuvo en desacuerdo con que el compostaje sea una pérdida de tiempo y el mismo porcentaje rechazó la idea de disponer todos los residuos orgánicos como basura sin separación; además, el 85 % estuvo en

desacuerdo con que el compostaje solo pueda desarrollarse en el campo. Estas tendencias pueden relacionarse con los planteamientos de Sauvé (2005) sobre la educación ambiental como un proceso de comprensión y reflexión frente a las relaciones con el entorno, y con Jensen y Schnack (1997), quienes resaltan la participación y la acción frente a problemáticas ambientales.

No obstante, los ítems relacionados con habilidades de indagación presentaron una distribución más heterogénea. En el ítem 3, referido a la formulación de preguntas para investigar un tema ambiental, el 45 % se ubicó en acuerdo, mientras que el 40 % permaneció en una posición neutral. De manera similar, el 65 % manifestó poder registrar datos y elaborar conclusiones a partir de una observación, mientras que otros ítems relacionados con observación, trabajo en grupo y búsqueda de información presentaron porcentajes de neutralidad o ausencia de registro. Estos resultados permiten identificar aspectos que requieren mayor orientación didáctica, especialmente en la formulación de preguntas, el registro, la observación, el análisis y la construcción de explicaciones. Esta interpretación se relaciona con Minner et al. (2010) y el National Research Council (2012), quienes plantean que la indagación escolar requiere oportunidades para que los estudiantes participen de manera progresiva en la formulación de preguntas, el análisis de información y la construcción de explicaciones.

En el marco del presente trabajo, estos hallazgos no permiten afirmar que la cartilla sea el único recurso mediante el cual puedan abordarse dichas necesidades. Su aporte consistió en orientar decisiones para el diseño y elaboración del material seleccionado, especialmente en la incorporación de actividades que promovieran la formulación de preguntas, la observación, la interpretación de información y la argumentación dentro del contexto del compostaje escolar.

Tabla 8. Distribución porcentual de respuestas en la prueba de entrada.

��tem	Aspecto evaluado	Desacuerdo	Neutral	Acuerdo
1	Compostaje como transformación de residuos orgánicos	0%	0%	100%
2	Compostaje como pérdida de tiempo	87,5 %	12,5 %	0 %
3	Formulación de preguntas sobre temas ambientales	15 %	40 %	45 %

4	Interés por aprender compostaje en colegio o casa	0 %	25 %	72,5 %
5	Identificación de residuos que contribuyen al compostaje	62,5 %	17,5 %	20 %
6	Motivación por cuidar el ambiente mediante compostaje	2,5 %	20 %	77,5 %
7	Desinterés por actividades de compostaje	67,5 %	32,5 %	0 %
8	Residuos orgánicos como basura sin separación	87,5 %	5 %	5 %
9	Pertinencia de enseñar compostaje en la escuela	2,5 %	17,5 %	80 %
10	Compostaje limitado al campo	85 %	7,5 %	7,5 %
11	Compostaje y reducción de contaminación del suelo	2,5 %	15 %	75 %
12	Dificultad para observar procesos naturales	52,5 %	25 %	15 %
13	Registro de datos y elaboración de conclusiones	10 %	17,5 %	65 %
14	Dificultad para trabajar en	62,5 %	20 %	10 %

	grupo en actividades investigativas			
15	Búsqueda de información sobre fenómenos del entorno	7,5 %	32,5 %	52,5 %

Tabla 8. Elaboración propia.

10.2. Confiabilidad prueba de entrada

Los resultados de la prueba de entrada fueron analizados mediante el coeficiente alfa de Cronbach en el programa IBM SPSS Statistics. El análisis incluyó 40 casos válidos y 15 ítems, sin casos excluidos. El resultado obtenido fue $\alpha = 0,786$.

El coeficiente presentado en la Tabla 9 se interpreta como un indicador de la consistencia interna del instrumento y no como un porcentaje de desempeño de los estudiantes. En el presente trabajo, el valor obtenido aporta evidencia de consistencia entre los ítems de la prueba y respalda su utilización con el propósito diagnóstico para el cual fue aplicada: reconocer tendencias iniciales relacionadas con el compostaje, el cuidado ambiental y algunas habilidades asociadas a la indagación escolar. En este sentido, el nivel de confiabilidad obtenido se considera suficiente para los propósitos del estudio, debido a que la prueba se utilizó como un insumo diagnóstico y exploratorio para orientar el diseño de la cartilla, y no como un instrumento destinado a establecer efectos, realizar generalizaciones o medir el impacto de una intervención.

Esta interpretación debe mantenerse dentro de los alcances del coeficiente. El alfa de Cronbach permite valorar la consistencia interna de los ítems, pero no constituye por sí mismo una prueba de validez del instrumento ni permite establecer el impacto de la cartilla sobre el aprendizaje de los estudiantes (Cronbach, 1951; Tavakol & Dennick, 2011). Por tanto, el resultado obtenido se utiliza exclusivamente como apoyo para sustentar la consistencia interna de la prueba de entrada dentro de su función diagnóstica.

Tabla 9. Resultados de confiabilidad de la prueba de entrada.

Elemento analizado	Resultado
Casos válidos	40
Casos excluidos	0
Número de ítems	15

Alfa de Cronbach	0,786
------------------	-------

Tabla 9. Elaboración propia.

10.3. Actividad 1: Guardianes del Compost

La primera actividad, se denomina *Guardianes del compost*, la cual fue orientada a introducir la temática del compostaje mediante un juego de roles. La rúbrica valoró cuatro criterios: comprensión del compostaje, desempeño del rol asignado, argumentación con evidencia, comunicación oral y creatividad. Los resultados se presentan en la Tabla 10 como distribución porcentual de los registros evaluados, donde el uso de rúbricas permitió organizar criterios explícitos de valoración, aspecto que se relaciona con la evaluación formativa y con la necesidad de hacer visibles los criterios de desempeño durante las actividades de aprendizaje tal como lo señalan los autores Andrade & Du (2007) y Panadero & Jönsson (2013).

Tabla 10. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 1.

Criterio Evaluado	Excelente	Satisfactorio	Básico	Inicial
Comprensión del compostaje	72,2 %	27,8 %	0 %	0 %
Desempeño del rol asignado	86,1 %	0 %	13,9 %	0 %
Argumentación con evidencia	30,6 %	69,4 %	0 %	0 %
Comunicación oral y creatividad	41,7 %	33,3 %	25,0 %	0 %

Tabla 10. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 10, los resultados de la Actividad 1 muestran una tendencia favorable en los criterios de comprensión del compostaje y desempeño del rol asignado. En comprensión del compostaje, el 72,2 % de los registros evaluados se ubicó en nivel Excelente y el 27,8 % en Satisfactorio. En el desempeño del rol, el 86,1 % alcanzó el nivel Excelente y el 13,9 % se ubicó en Básico. Estos resultados muestran una participación favorable de los estudiantes en la dinámica propuesta y son coherentes con la fase de enganchar del modelo de las 7E planteada por Eisenkraft (2003), cuya función consiste en generar interés inicial y

aproximar al estudiante a una situación o problemática que sirva como punto de partida para el aprendizaje.

Por otro lado, la argumentación con evidencia mostró una distribución no pareja, pues el 69,4 % se ubicó en nivel satisfactorio y el 30,6 % en excelente. Esto indica que los estudiantes lograron justificar ideas, pero en varios casos lo hicieron con evidencia limitada o con explicaciones que requerían mayor profundidad. En comunicación oral y creatividad, el 41,7 % se ubicó en nivel Excelente, el 33,3 % en Satisfactorio y el 25,0 % en Básico. Estos resultados permiten reconocer distintos niveles en la organización y comunicación de las ideas durante la actividad, por lo que este aspecto se consideró dentro de las decisiones posteriores de estructuración de la cartilla. En conjunto, los hallazgos de la actividad aportaron elementos para incluir experiencias de participación, argumentación y comunicación en el material didáctico, en coherencia con la organización progresiva del aprendizaje propuesta por Bybee et al. (2006) y Eisenkraft (2003).

10.4. Actividad 2: Mural de preguntas

La segunda actividad, denominada *Mural de preguntas*, estuvo orientada a promover la formulación de preguntas relacionadas con el compostaje, el suelo, las plantas, los residuos y la huerta escolar. La rúbrica consideró cinco criterios: formulación de preguntas, carácter investigativo de la pregunta, relación con el contexto escolar, clasificación y organización en el mural y participación en la socialización. Los resultados se presentan como distribución porcentual de los registros evaluados en la Tabla 11.

Tabla 11. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 2.

Criterio Evaluado	Excelente	Satisfactorio	Básico	Inicial
Formulación de preguntas	27,8 %	30,6 %	30,6 %	11,1 %
Carácter investigativo de la pregunta	20,0 %	34,3 %	37,1 %	8,6 %
Relación con el contexto escolar	17,1 %	17,1 %	57,1 %	8,6 %
Clasificación y organización en el mural	8,6 %	31,4 %	48,6 %	11,4 %
Participación en la socialización	0 %	0 %	2,8 %	97,2 %

Tabla 11. Elaboración propia.

Como se presenta en la Tabla 11, los resultados de la Actividad 2 muestran que la formulación de preguntas requiere mayor mediación didáctica. En este criterio, el 27,8 % se ubicó en nivel excelente, el 30,6 % en satisfactorio, el 30,6 % en básico y el 11,1 % en inicial. Esta distribución indica que aunque una parte del grupo logró formular preguntas pertinentes, otro porcentaje planteó preguntas generales, poco precisas relacionadas con el tema. Sin embargo, el carácter investigativo de la pregunta también presentó una distribución amplia del 20,0 % en excelente, 34,3 % en satisfactorio, 37,1 % en básico y 8,6 % en inicial. Esto sugiere que no todas las preguntas formuladas permitían explorar, comparar, observar o analizar un fenómeno del contexto escolar. Del mismo modo, en relación con el contexto escolar, el 57,1 % se ubicó en nivel básico, lo que evidencia la necesidad de orientar con mayor claridad la relación entre las preguntas y situaciones reales de la institución, la compostera, la huerta o el manejo de residuos. Sin embargo, en el criterio de participación en la socialización, el 97,2 % de los registros aparece en nivel Inicial. Sin embargo, este porcentaje no se interpreta como evidencia de un bajo desempeño de los estudiantes en la habilidad de socialización, debido a que el tiempo disponible para el desarrollo de la actividad no permitió realizar completamente este momento. Por tanto, este resultado corresponde principalmente a una limitación en la aplicación de la actividad y no permite establecer conclusiones sobre la capacidad de los estudiantes para comunicar o socializar sus preguntas.

Esta actividad se relaciona con la fase de elicitar del modelo didáctico de las 7E, en la medida en que permitió reconocer ideas iniciales, intereses y formas de problematización frente al compostaje escolar, función asociada a esta fase por Eisenkraft (2003). Los resultados relacionados con la formulación y el carácter investigativo de las preguntas muestran que el paso de inquietudes generales hacia preguntas investigables requiere orientación, criterios y oportunidades de discusión. Esta interpretación se relaciona con Minner et al. (2010) y el National Research Council (2000, 2012), quienes reconocen la formulación de preguntas como parte de los procesos de indagación escolar, y con Bybee (2014), quien destaca la participación de los estudiantes en prácticas relacionadas con la actividad científica.

En relación con el diseño de la cartilla, estos hallazgos aportaron elementos para incorporar orientaciones que apoyaran la formulación de preguntas más precisas y relacionadas con situaciones del contexto escolar. De esta manera, la actividad funcionó como un insumo para la estructuración del material didáctico, sin que sus resultados se interpreten como una medición del impacto de la cartilla sobre esta habilidad investigativa.

10.5. Actividad 3: ¿Quién quiere ser científico?

La tercera actividad, denominada *¿Quién quiere ser científico?*, se desarrolló como una estrategia de participación grupal orientada a reconocer saberes previos y abordar la

comprensión conceptual sobre compostaje, residuos, suelo, fotosíntesis y huerta escolar. La rúbrica valoró cinco criterios: comprensión conceptual, justificación de respuestas, reconocimiento de saberes previos, trabajo en equipo y actitud investigativa. Los resultados de esta actividad se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 3.

Criterio Evaluado	Excelente	Satisfactorio	Básico	Inicial
Comprensión conceptual	25,6 %	74,4 %	0 %	0 %
Justificación de respuestas	12,8 %	64,1 %	23,1 %	0 %
Reconocimiento de saberes previos	12,8 %	87,2 %	0 %	0 %
Trabajo en grupo	25,6 %	66,7 %	7,7 %	0 %
Actitud investigativa	25,6 %	66,7 %	7,7 %	0 %

Tabla 12. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 12, los resultados evidencian un desempeño favorable en la Actividad 3 inicialmente en comprensión conceptual, el 25,6 % de los registros evaluados se ubicó en nivel Excelente y el 74,4 % en Satisfactorio. Esto permite señalar que la dinámica de concurso favoreció la recuperación de conceptos relacionados con el compostaje, el suelo, la fotosíntesis y el cuidado ambiental. Por otro lado, el reconocimiento de saberes previos fue uno de los criterios con mayor concentración en nivel Satisfactorio, con el 87,2 %, mientras que el 12,8 % alcanzó el nivel Excelente. Este resultado muestra que la actividad permitió identificar ideas iniciales y activar conocimientos relacionados con la temática, lo cual es coherente con la fase de elicitar del modelo 7E propuesta por Eisenkraft (2003). En cuanto al trabajo en equipo y la actitud investigativa, ambos criterios presentaron una distribución similar: 25,6 % en nivel Excelente, 66,7 % en Satisfactorio y 7,7 % en Básico. Estos resultados permiten reconocer una disposición favorable hacia la participación grupal y la revisión conjunta de las respuestas durante la actividad. Dentro del proceso de diseño, este tipo de participación aportó elementos para considerar actividades colectivas en la estructuración de la cartilla.

Por otro lado, la justificación de respuestas se mantiene como un aspecto que requiere mayor orientación didáctica. En este criterio, el 12,8 % se ubicó en nivel Excelente, el 64,1 % en Satisfactorio y el 23,1 % en Básico. Esta distribución guarda relación con lo observado en la Actividad 1 respecto a la argumentación con evidencia y permite reconocer que, aunque una

parte importante de los estudiantes logró justificar sus respuestas, también se presentaron explicaciones que requerían mayor elaboración y sustento conceptual. En este sentido, Osborne (2014) y el National Research Council (2012) reconocen la construcción y justificación de explicaciones con base en evidencias como una práctica relevante dentro de la educación científica. De manera complementaria, Mulyeni et al. (2019) señalan que habilidades de proceso científico relacionadas con la comunicación, la inferencia y la construcción de explicaciones requieren un trabajo progresivo mediante experiencias de indagación.

Finalmente, en relación con el diseño de la cartilla, los resultados de esta actividad aportaron elementos para incorporar actividades dirigidas a la recuperación de saberes previos, la participación grupal y, especialmente, la construcción y justificación de respuestas con mayor apoyo conceptual. De esta manera, los hallazgos se asumieron como insumos para la estructuración del material y no como evidencia de un fortalecimiento producido por la cartilla.

10.6. Actividad 4: Raíces de mi familia

La cuarta actividad, denominada *Raíces de mi familia*, se desarrolló con el propósito de relacionar los saberes familiares de los estudiantes con el aprendizaje del compostaje, la huerta escolar y el cuidado ambiental. La actividad consistió en la realización de una entrevista a un familiar de cada estudiante, donde a partir de preguntas orientadoras relacionadas con prácticas de siembra, cuidado de plantas, manejo de residuos orgánicos, compostaje y experiencias asociadas al cultivo o aprovechamiento del suelo.

Esta actividad se ubicó en la fase de explorar del modelo de las 7E, debido a que permitió que los estudiantes se aproximaran al fenómeno desde su contexto cercano y establecieran relaciones entre el conocimiento escolar y los saberes cotidianos presentes en sus familias. En este sentido, la entrevista funcionó para reconocer experiencias previas, recuperar conocimientos del entorno familiar y generar conexiones entre la vida cotidiana y los contenidos abordados en la cartilla. Esta orientación se relaciona con los planteamientos de Moll et al. (1992), quienes proponen el enfoque de fondos de conocimiento, desde el cual los saberes presentes en los hogares se reconocen como recursos culturales y pedagógicos que pueden enriquecer los procesos escolares. Asimismo, la exploración de información procedente del contexto cercano resulta coherente con la función de esta fase dentro del modelo de las 7E (Eisenkraft, 2003).

Para valorar esta actividad se empleó una rúbrica compuesta por cinco criterios: aplicación de la entrevista, registro de información, interpretación de saberes familiares, comunicación del producto y reflexión investigativa. Cada criterio fue evaluado según los niveles establecidos por la rúbrica: Excelente (4), Satisfactorio (3), Básico (2) e Inicial (1). En el cual, hubo un total de 33 estudiantes participantes; los 7 registros con valor de 0 correspondieron a estudiantes que no asistieron durante la aplicación de la actividad y, por tanto, no fueron

interpretados como un nivel de desempeño. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 4.

Criterio evaluado	Excelente	Satisfactorio	Básico	Inicial
Aplicación de la entrevista	90,9%	9,1%	0%	0%
Registro de la información	63,6%	36,4%	0%	0%
Interpretación de saberes familiares	63,6%	36,4%	0%	0%
Comunicación del producto	63,6%	36,4%	0%	0%
Reflexión investigativa	42,4%	48,5%	9,1%	0%

Tabla 13. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 13, los resultados muestran un desempeño favorable en la aplicación de la entrevista, criterio en el cual el 90,9 % de los estudiantes se ubicó en el nivel Excelente, mientras que el 9,1 % se ubicó en Satisfactorio. Este resultado indica que la mayoría realizó la entrevista completa, siguió las preguntas guía y obtuvo respuestas amplias por parte de sus familiares. Desde el punto de vista pedagógico, esto evidencia que la actividad favoreció la participación de los estudiantes fuera del aula y permitió ampliar el escenario de aprendizaje hacia el contexto familiar. Sin embargo, referente a los criterios de registro de información, interpretación de saberes familiares y comunicación del producto, el 63,6 % de los estudiantes alcanzó el nivel Excelente y el 36,4 % se ubicó en el nivel Satisfactorio. Esta distribución permite señalar que la mayoría logró registrar con claridad la información obtenida, identificar ideas relevantes y comunicar los hallazgos mediante el producto solicitado. Es importante mencionar que el resultado es coherente con lo expuesto por Sauvé (2005), cuando afirma que la educación ambiental se fortalece cuando el aprendizaje se vincula con experiencias cotidianas y problemáticas cercanas al contexto de los estudiantes.

Por otro lado, el criterio con mayor dispersión fue la reflexión investigativa. En este caso se muestra que el 42,4 % de los estudiantes se ubicó en Excelente, el 48,5 % en Satisfactorio y el 9,1 % en Básico. Este resultado muestra que, aunque la mayor   reconoció la importancia de los saberes familiares, no todos profundizaron de la misma manera en la relación entre dichos saberes y el proyecto escolar. Por tanto, se identifica la necesidad de fortalecer espacios de reflexión que permitan a los estudiantes no solo recopilar información, sino

también analizarla, relacionarla con el problema de estudio y reconocer su aporte para la comprensión del compostaje, pues esta necesidad de avanzar de la experiencia hacia la reflexión y la acción ambiental se relaciona con Jensen y Schnack (1997), quienes resaltan la importancia de que la educación ambiental promueve la participación y toma de postura frente a situaciones reales.

Finalmente, en relación con el diseño de la cartilla, los resultados de esta actividad aportaron elementos relevantes para integrar el contexto familiar como fuente de conocimiento y para incluir orientaciones dirigidas no solo a recopilar experiencias, sino también a interpretarlas y relacionarlas con el compostaje escolar. De esta manera, la actividad se asumió como un insumo para la estructuración del material didáctico y no como evidencia de un fortalecimiento producido por la cartilla (Moll et al., 1992).

10.7. Actividad 5: Cartografía social

La quinta actividad, denominada “*Aprendo de mi entorno, cuido de él*”, consistió en la elaboración de una cartografía social del espacio escolar. Su propósito consistió en reconocer las zonas verdes, espacios sociales, áreas recreativas y posibles lugares para ubicar una huerta o compostera dentro de la institución. Esta actividad permitió observar cómo los estudiantes interpretan su entorno escolar, qué lugares consideran significativos y qué criterios emplean para justificar el uso de determinados espacios en relación con el compostaje y el cuidado ambiental.

La actividad se ubicó en la fase “explorar” del modelo de las 7E, porque permitió que los estudiantes analizaran directamente su contexto, identificaran problemáticas o posibilidades del espacio escolar y construyeran representaciones colectivas del territorio institucional. De esta manera, la cartografía social funcionó como una estrategia para promover la observación, la organización de información espacial, el trabajo colaborativo y la argumentación sobre decisiones ambientales. Esta comprensión es coherente con Barragán Giraldo (2016), quien reconoce la cartografía social pedagógica como una estrategia cualitativa para representar y reflexionar sobre los territorios desde la participación de los sujetos, y con Bustamante Toro y López Castaño (2024), quienes relacionan la cartografía social con la comprensión de la escuela-territorio en clave de educación ambiental.

La actividad fue valorada mediante una rúbrica conformada por cinco criterios: reconocimiento del espacio escolar, uso de convenciones cartográficas, observación ambiental del entorno, justificación de la elección y trabajo colaborativo y socialización. En esta actividad participaron 38 estudiantes, donde los dos registros con valor 0 corresponde a estudiantes que no asistieron durante la aplicación y no fueron incluidos en el cálculo porcentual de los niveles de desempeño. Los resultados se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14. Distribución porcentual de niveles de desempeño en la Actividad 5.

Criterio evaluado	Excelente	Satisfactorio	Básico	Inicial
Reconocimiento del espacio escolar	50%	39,5%	10,5%	0%
Uso de convenciones cartográficas	36,8%	63,2%	0%	0%
Observación ambiental del entorno	15,8%	68,4%	15,8%	0%
Justificación de la elección	28,9%	55,3%	15,8%	0%
Trabajo colaborativo y socialización	65,8%	23,7%	10,5%	0%

Tabla 14. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 14, el criterio con mayor porcentaje en nivel Excelente fue trabajo colaborativo y socialización, con un 65,8 %. Esto indica que la mayoría de los estudiantes logró participar en la construcción colectiva del croquis, distribuir tareas y socializar las decisiones tomadas durante la actividad. Además, este resultado muestra que la cartografía social favoreció el trabajo grupal y la comunicación de ideas en torno al espacio escolar. Por otra parte, en el criterio de reconocimiento del espacio escolar, fue del 50 % de los estudiantes que se ubicaron en Excelente y el 39,5 % en Satisfactorio. Esto sugiere que la mayoría logró identificar zonas verdes, espacios recreativos y lugares posibles para la huerta o la compostera. Sin embargo, el 10,5 % en nivel Básico muestra que algunos estudiantes reconocieron pocos espacios o los representaron de manera incompleta. Este aspecto evidencia la necesidad de fortalecer la observación sistemática del entorno escolar como parte de las habilidades investigativas, en correspondencia con el National Research Council (2012), que destaca la observación y el análisis de fenómenos como prácticas centrales de la educación científica.

Por otro lado, en cuanto al uso de convenciones cartográficas, la Tabla 14 muestra que el 36,8 % se ubicó en Excelente y el 63,2 % en Satisfactorio. Este resultado indica que los estudiantes utilizaron símbolos, colores o convenciones comprensibles, aunque en varios casos pudieron estar mejor organizados o explicados. Además, los criterios de observación ambiental del entorno y justificación de la elección presentaron mayores desafíos. En observación ambiental, el 15,8 % alcanzó el nivel Excelente, el 68,4 % se ubicó en Satisfactorio y el 15,8 % en Básico. De forma similar, en la justificación de la elección, el 28,9 % se ubicó en Excelente, el 55,3 % en Satisfactorio y el 15,8 % en Básico. Estos

resultados permiten afirmar que los estudiantes identificaron espacios posibles para la huerta o la compostera, pero no siempre argumentaron con claridad por qué dichos espacios eran adecuados o no desde criterios ambientales. Esta dificultad se relaciona con lo planteado por Osborne (2014), en cuanto a la argumentación científica escolar que requiere justificar ideas mediante razones y evidencias.

En relación a el diseño de la cartilla, esta actividad permitió reconocer la importancia de incluir orientaciones que ayuden a los estudiantes a observar el entorno con mayor detalle, justificar sus decisiones y relacionar las condiciones del espacio escolar con el compostaje. Además, la cartografía social aportó información contextual para que el material didáctico se diseñara en conexión con las condiciones reales de la institución, y no como una propuesta aislada del contexto. Esta interpretación se articula con los planteamientos de Barragán Giraldo (2016), quien comprende la cartografía social pedagógica como una estrategia cualitativa que permite representar y reflexionar sobre los territorios desde la participación de los sujetos que los habitan. Así mismo, se relaciona con Sauvé (2005), al reconocer que la educación ambiental escolar debe conectar las problemáticas del entorno con procesos de comprensión, reflexión y acción. De esta manera, la actividad se asumió como un insumo para el diseño y elaboración de la cartilla y no como evidencia del impacto del material sobre las habilidades investigativas.

10.8. Análisis en resumen de la prueba de entrada y actividades

La lectura integrada de la prueba de entrada y de las cinco actividades permitió reconocer tendencias relacionadas con los conocimientos iniciales sobre el compostaje, la participación de los estudiantes y algunos aspectos asociados con las habilidades investigativas consideradas en el trabajo. En términos generales, se identificó una disposición favorable hacia el compostaje y su incorporación en el contexto escolar, mientras que en las actividades se observaron diferentes niveles de desempeño en la formulación de preguntas, la justificación de respuestas, la observación del entorno y la interpretación de información. Estos hallazgos permiten reconocer la necesidad de una mediación didáctica progresiva en dichas acciones. Esta interpretación se relaciona con Minner et al. (2010), Mulyeni et al. (2019) y el National Research Council (2012), quienes destacan la importancia de ofrecer experiencias de indagación orientadas en las que los estudiantes participen en procesos de observación, formulación de preguntas, análisis de información, construcción de explicaciones y comunicación.

En un principio, referente a la prueba de entrada, los porcentajes más altos se concentraron en actitudes favorables hacia el compostaje, su enseñanza en la escuela y su pertinencia en contextos urbanos. No obstante, los ítems relacionados con la formulación de preguntas, el registro de información y la búsqueda de explicaciones mostraron una distribución más heterogénea. Estos resultados aportaron criterios para que la cartilla no se limitara a presentar información conceptual sobre el compostaje, sino que incorporara actividades orientadas a observar, formular preguntas, registrar, interpretar, comunicar y justificar ideas.

Por otro lado, en la Actividad 1, se observaron desempeños favorables principalmente en la comprensión del compostaje y el desempeño del rol, mientras que la argumentación con evidencia y la comunicación oral presentaron mayores posibilidades de profundización. Ahora bien, en la Actividad 2 se identificaron diferentes niveles en la formulación y el carácter investigativo de las preguntas, así como en su relación con situaciones del contexto escolar. El resultado correspondiente a la socialización no se considera concluyente, debido a que este momento no pudo desarrollarse completamente por limitaciones de tiempo. Por otra parte, en la Actividad 3 se observaron desempeños principalmente satisfactorios y excelentes en comprensión conceptual, reconocimiento de saberes previos y trabajo grupal, mientras que la justificación de respuestas presentó una mayor concentración en el nivel Satisfactorio y algunos registros en Básico. En conjunto, estos hallazgos permitieron reconocer la necesidad de incorporar en el diseño orientaciones que acompañaran el paso desde la participación inicial hacia procesos más estructurados de formulación, explicación y argumentación. Esta lectura se relaciona con Osborne (2014), quien destaca la importancia de construir y comunicar explicaciones sustentadas en evidencias dentro de la educación científica.

Finalmente, Las Actividades 4 y 5 permitieron ampliar el reconocimiento del contexto hacia los ámbitos familiar y escolar. En la Actividad 4, la entrevista permitió recuperar información relacionada con prácticas familiares de siembra, compostaje, huerta y cuidado ambiental; sin embargo, los resultados de reflexión investigativa mostraron diferencias en la profundidad con que los estudiantes relacionaron e interpretaron la información recolectada. Este hallazgo se relaciona con Moll et al. (1992), al reconocer los saberes presentes en las familias como recursos que pueden incorporarse a los procesos escolares. Por su parte, la Actividad 5 permitió identificar elementos del espacio escolar mediante la cartografía social, mientras que los resultados de observación ambiental y justificación mostraron diferentes niveles en la profundidad con que se analizaron las condiciones del entorno. Esta interpretación se relaciona con Barragán Giraldo (2016) y Bustamante Toro y López Castaño (2024), desde el uso de la cartografía social para representar y comprender el territorio escolar.

La Tabla 15 sintetiza los principales aportes de cada una de las actividades al proceso de diseño y elaboración de la cartilla, así como los aspectos identificados para orientar su estructuración.

Tabla 15. Síntesis de hallazgos por actividad.

Actividad	Estudiantes considerados	Fase de 7E relacionada	Aporte al diseño de la cartilla	Aspecto por fortalecer
1). Guardianes del compost	36	Enganchar	Introducción motivadora al compostaje como problemática ambiental cercana.	Argumentación con evidencia y comunicación oral más estructurada.

2). Mural de preguntas	35 a 36	Elicitar	Identificación de intereses, preguntas iniciales y dificultades para problematizar.	Formulación de preguntas investigativas y vinculación de las preguntas con el contexto escolar.
3). ¿Quién quiere ser científico?	39	Elicitar/explorar	Reconocimiento de saberes previos sobre compostaje, residuos, suelo, fotosíntesis y huerta.	Justificación de respuestas con conceptos científicos.
4). Raíces de mi familia	33	Explorar	Integración de saberes familiares como fuente de conocimiento para el diseño.	Reflexión investigativa e interpretación más profunda de la información recolectada.
5). Aprendo de mi entorno, cuido de él	38	Explorar	Reconocimiento del espacio escolar como escenario para huerta, compostera y observación ambiental.	Observación ambiental detallada y justificación de decisiones desde criterios ambientales.

Tabla 15. Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 15, las actividades desarrolladas se relacionaron principalmente con las fases iniciales del modelo de las 7E —enganchar, elicitar y explorar— y aportaron información para definir necesidades de mediación relacionadas con la formulación de preguntas, la interpretación de información, la observación del entorno y la argumentación. Estos hallazgos fueron considerados posteriormente en la estructuración de la secuencia completa de la cartilla, que incorpora las siete fases del modelo didáctico.

En conjunto, los resultados de la prueba de entrada y de las actividades se asumieron como insumos para el diseño y elaboración de la cartilla, y no como evidencia del impacto del material sobre el aprendizaje o sobre el fortalecimiento efectivo de las habilidades investigativas. A partir de estos insumos, la cartilla se estructuró para articular el compostaje escolar con acciones de observación, formulación de preguntas, interpretación de información, construcción de explicaciones y argumentación, dentro de una secuencia organizada mediante el modelo de las 7E. Esta organización es coherente con Bybee et al. (2006) y Eisenkraft (2003), en cuanto a la estructuración progresiva de experiencias de aprendizaje desde la recuperación de ideas iniciales y la exploración hasta momentos posteriores de explicación, elaboración, evaluación y extensión.

10.9. Valoración de la cartilla por juicio de experto

Como parte del proceso de revisión del producto didáctico, la cartilla “Entre residuos y preguntas” fue sometida a una valoración mediante juicio de experto, empleando una rúbrica organizada en nueve criterios relacionados con aspectos pedagógicos, didácticos y científicos del material. La valoración fue realizada por una experta con formación doctoral en Educación, maestría en Educación con énfasis en Educación Ambiental, especialización en Educación Ambiental y licenciatura en Biología. En atención a criterios de confidencialidad, en el análisis se presenta únicamente su perfil académico.

Los resultados obtenidos mediante la rúbrica se presentan en la Tabla 16.

Tabla 16. Resultados de la valoración experta de la presente cartilla.

Criterio evaluado	Nivel asignado	Puntaje
Coherencia pedagógica	Excelente	4
Rigor científico	Excelente	4
Habilidades científicas	Excelente	4
Implementación del modelo de las 7E	Excelente	4
Diseño visual	Excelente	4
Lenguaje	Excelente	4
Actividades	Excelente	4
Autonomía de aprendizaje	Bueno	3
Contextualización	Excelente	4
Total	35/36	

Tabla 16. Elaboración propia a partir de la rúbrica diligenciada por juicio de experto.

Como se observa en la Tabla 16, la cartilla obtuvo un puntaje total de 35 sobre 36, equivalente al 97,2 % del puntaje máximo posible, lo que corresponde a una valoración altamente favorable del material por parte de la experta. Por otra parte, los criterios de coherencia pedagógica, rigor científico, habilidades científicas, implementación del modelo de las 7E, diseño visual, lenguaje, actividades y contextualización fueron ubicados en nivel Excelente, con cuatro puntos cada uno. Desde la perspectiva de la valoración realizada, estos resultados permiten reconocer una apreciación favorable de la estructura didáctica del material, de sus contenidos y de la articulación entre las actividades, el modelo de las 7E y el contexto del compostaje escolar.

Sin embargo, la valoración obtenida en estos criterios se relaciona con Área Moreira (2010), quien plantea la función mediadora de los materiales didácticos en la organización de contenidos e interacciones, y con Becerra-Barón y Torres-Merchán (2014), desde la pertinencia de materiales contextualizados para abordar problemáticas ambientales en escenarios educativos. Del mismo modo, la valoración Excelente asignada a la implementación del modelo de las 7E resulta coherente con la estructura didáctica fundamentada en Bybee et al. (2006) y Eisenkraft (2003), referentes empleados para organizar la secuencia de actividades de la cartilla.

Es importante mencionar que el único criterio ubicado en nivel Bueno fue autonomía de aprendizaje, con tres puntos. De acuerdo con el indicador establecido en la propia rúbrica, esta valoración indica que el material permite cierta autonomía en su utilización. Por tanto, este criterio puede reconocerse como un aspecto susceptible de revisión en futuras versiones del material, particularmente en relación con las condiciones necesarias para favorecer un uso progresivamente más independiente por parte del estudiante. En este sentido, los planteamientos de Black y Wiliam (1998), Hattie y Timperley (2007) y Panadero y Jönsson (2013), ya considerados en el trabajo presente, permiten relacionar la claridad de los criterios, la orientación durante las actividades y la retroalimentación con procesos mediante los cuales el estudiante puede reconocer su desempeño y avanzar en su aprendizaje. No obstante, la valoración realizada no permite establecer empíricamente el nivel de autonomía alcanzado por los estudiantes durante el uso de la cartilla.

En consiguiente, en cuanto a la observación general consignada en la rúbrica, la experta destacó la articulación entre aspectos pedagógicos y didácticos orientados hacia las habilidades investigativas en estudiantes de educación media, así como la profundidad conceptual y metodológica del recurso y su diseño. Esta apreciación complementa los resultados cuantitativos de la rúbrica y permite reconocer una valoración favorable de la cartilla como producto didáctico orientado a experiencias de indagación escolar en el contexto del compostaje.

A modo de cierre, los resultados del juicio de experto deben interpretarse dentro del alcance metodológico del presente trabajo. La valoración aporta elementos sobre la pertinencia, coherencia y calidad del producto didáctico de acuerdo con los criterios establecidos en la rúbrica, pero no constituye una medición de su impacto sobre el aprendizaje ni demuestra el fortalecimiento efectivo de las habilidades investigativas en los estudiantes. Del mismo modo, al corresponder a la valoración de una experta, sus resultados se limitan a este procedimiento de revisión y no se presentan como una validación estadística o generalizable del material. Esta delimitación mantiene coherencia con McKenney y Reeves (2018) y Plomp (2013), desde la investigación de diseño educativo orientada a la construcción, revisión y análisis de productos pedagógicos.

11. CONCLUSIONES

A partir del proceso desarrollado, se concluye que el objetivo general del trabajo se cumplió mediante el diseño y elaboración de la cartilla interactiva *Entre residuos y preguntas*, basada en el modelo didáctico de las 7E y contextualizada en el compostaje escolar, orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles. La cartilla permitió articular referentes pedagógicos, didácticos y científico-ambientales con una secuencia de actividades que propone al estudiante observar, formular preguntas, plantear explicaciones, registrar e interpretar información y argumentar ideas alrededor del compostaje y del manejo de residuos orgánicos. En coherencia con el alcance metodológico del trabajo, esta conclusión se refiere al cumplimiento del proceso de diseño y elaboración del material y no a la demostración de un efecto sobre el aprendizaje o sobre el fortalecimiento efectivo de las habilidades investigativas.

En relación con el primer objetivo específico, orientado a fundamentar el diseño de la cartilla a partir de referentes teóricos y metodológicos, se concluye que la enseñanza de las ciencias por indagación, el aprendizaje basado en investigación, las habilidades investigativas, el modelo didáctico de las 7E, los materiales didácticos, la educación ambiental y el compostaje escolar permitieron establecer una base conceptual coherente para la construcción del material. Por otro lado, los aportes de Minner et al. (2010), el National Research Council (2012) y Osborne (2014) permitieron sustentar la participación del estudiante en prácticas de indagación y en acciones asociadas con las habilidades investigativas, mientras que Bybee et al. (2006) y Eisenkraft (2003) aportaron la estructura didáctica para organizar progresivamente las actividades. De igual manera, los referentes relacionados con materiales didácticos y educación ambiental permitieron comprender la cartilla como un recurso contextualizado y no únicamente como un medio para presentar información sobre compostaje (Área Moreira, 2010; Sauvé, 2005). Ahora bien, desde el componente científico y ambiental, la fundamentación del compostaje permitió integrar contenidos relacionados con la transformación de la materia orgánica, la actividad microbiana y parámetros fisicoquímicos como la temperatura, el pH, la humedad y la oxigenación, además de establecer relaciones con el suelo y el crecimiento vegetal (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007). De esta manera, el compostaje no se asumió solamente como una problemática ambiental cercana a la institución, sino también como un contexto desde el cual es posible organizar contenidos científicos y actividades de indagación vinculadas con situaciones del entorno escolar.

En consecuencia, frente al segundo objetivo específico, relacionado con la estructuración de las actividades de la cartilla conforme a las fases del modelo didáctico de las 7E, se concluye que la secuencia permitió establecer una relación entre cada fase del modelo, el compostaje escolar y las habilidades investigativas priorizadas. Las actividades desarrolladas previamente con los estudiantes aportaron insumos para reconocer saberes iniciales, formas de participación y aspectos que requerían mayor orientación, especialmente en la formulación de preguntas investigativas, la justificación de respuestas, la observación del entorno y la

interpretación de información. Estos hallazgos fueron considerados en la organización posterior de la cartilla, cuya secuencia completa incorpora las fases de enganchar, elicitar, explorar, explicar, elaborar, evaluar y extender. Por tanto, las actividades realizadas con los estudiantes se entienden como insumos que orientaron la estructuración del material y no como evidencia de que la cartilla ya hubiera fortalecido dichas habilidades.

Seguidamente, en relación con el tercer objetivo específico, orientado a elaborar la cartilla interactiva a partir de la fundamentación establecida y de los insumos obtenidos mediante la prueba de entrada y las actividades desarrolladas con los estudiantes, se concluye que se consolidó un producto didáctico que integra una secuencia de aprendizaje, orientaciones de uso, actividades, contenidos científico-ambientales, espacios de registro y criterios de seguimiento. Los resultados de la prueba de entrada y de las cinco actividades permitieron considerar necesidades concretas del contexto y establecer relaciones entre el aula, los saberes familiares, el espacio escolar y el compostaje. En este sentido, la cartilla Entre residuos y preguntas se configura como un material didáctico estructurado para orientar experiencias de indagación escolar y no únicamente como un recurso informativo sobre residuos orgánicos y compostaje.

Como complemento al proceso de elaboración, la valoración mediante juicio de experto permitió realizar una revisión pedagógica, didáctica y científica del producto final. La cartilla obtuvo 35 de 36 puntos, equivalente al 97,2 % del puntaje máximo posible, con valoración Excelente en coherencia pedagógica, rigor científico, habilidades científicas, implementación del modelo de las 7E, diseño visual, lenguaje, actividades y contextualización. El criterio de autonomía de aprendizaje fue valorado en nivel Bueno, lo que permite reconocer este aspecto como una posibilidad de revisión en futuras versiones del material. Entonces, estos resultados muestran una valoración favorable de la cartilla por parte de la experta; sin embargo, no constituyen una medición de su impacto sobre el aprendizaje de los estudiantes.

Finalmente, los resultados obtenidos permiten responder a la pregunta de investigación en la medida en que muestran cómo se estructuró y elaboró la cartilla interactiva mediante la articulación del modelo didáctico de las 7E, las habilidades investigativas y el compostaje escolar. La prueba de entrada y las actividades desarrolladas aportaron información para orientar decisiones de diseño, mientras que la valoración experta permitió revisar el producto terminado desde criterios previamente establecidos. En este sentido, el principal aporte del trabajo corresponde a la elaboración de un material didáctico fundamentado y contextualizado para estudiantes de grado décimo. Su implementación completa y la evaluación de su incidencia sobre el aprendizaje y el fortalecimiento de las habilidades investigativas constituyen una posibilidad para futuros procesos de investigación.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, H., & Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(2), 159–181. <https://doi.org/10.1080/02602930600801928>
- Antolínez Rodríguez, M. A., Galeano Martínez, J., & Barreto Tovar, C. H. (2023). Cartilla ambiental para promover la participación estudiantil en los proyectos ambientales escolares. *Revista Electrónica EDUCyT*, 14(Extra), 1347–1356. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/436>
- Area Moreira, M. (2010). Introducción a la tecnología educativa. *Didáctica, Innovación y Multimedia*, (19), 1–78. <https://ddd.uab.cat/record/70683>
- Balta, N., & Sarac, H. (2016). The effect of 7E learning cycle on learning in science teaching: A meta-analysis study. *European Journal of Educational Research*, 5(2), 61–72. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.5.2.61>
- Barragán Giraldo, D. F. (2016). Cartografía social pedagógica: entre teoría y metodología. *Revista Colombiana de Educación*, (70), 247–285. <https://doi.org/10.17227/01203916.70rce247.285>
- Becerra-Barón, J. D., & Torres-Merchán, N. Y. (2014). El diseño de material didáctico como aporte al abordaje de los problemas ambientales en entornos educativos y comunitarios. *Revista Educación*, 38(2), 1–18. <https://doi.org/10.15517/revedu.v38i2.15258>
- Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. *Bioresource Technology*, 100(22), 5444–5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 5(1), 7–74. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>

- Bustamante Toro, C. A., & López Castaño, C. E. (2024). La cartografía social en clave de educación ambiental para comprender la escuela-territorio. *Territorios*, 50, 1–17. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.11660>
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211–221. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9381-4>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins, effectiveness, and applications*. BSCS.
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry & research design: Choosing among five approaches* (4th ed.). SAGE Publications.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Ducuara Amado, L. Y., Rodríguez Hernández, A. A., Niño Vega, J. A., & Fernández Morales, F. H. (2020). Material educativo gamificado para la enseñanza-aprendizaje de conceptos de ecología en estudiantes de educación media. *Revista Boletín Redipe*, 9(6), 144–156. <https://doi.org/10.36260/rbr.v9i6.1008>
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes transfer of learning and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.
- Guzman-Lenis, A.R., Perez-Mesa, M.R., & Porras-Contreras, Y.A. (2025). The impact of learning approaches and performance levels on pro-environmental behavior in inquiry contexts. *International Journal of Education in Mathematics, Science, and Technology (IJEMST)*, 13(5), 1064-1082. <https://doi.org/10.46328/ijemst.5697>
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.

- Insam, H., & de Bertoldi, M. (2007). Microbiology of the composting process. En L. F. Diaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, & E. Stentiford (Eds.), *Compost science and technology* (Waste Management Series, Vol. 8, pp. 25–48). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1478-7482\(07\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80006-6)
- Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163–178. <https://doi.org/10.1080/1350462970030205>
- McKenney, S., & Reeves, T. C. (2018). *Conducting educational design research* (2nd ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315105642>
- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Moll, L. C., Amanti, C., Neff, D., & Gonzalez, N. (1992). Funds of knowledge for teaching: Using a qualitative approach to connect homes and classrooms. *Theory Into Practice*, 31(2), 132–141. <https://doi.org/10.1080/00405849209543534>
- Mulyeni, T., Jamaris, M., & Supriyati, Y. (2019). Improving basic science process skills through inquiry-based approach in learning science for early elementary students. *Journal of Turkish Science Education*, 16(2), 187–201. <https://doi.org/10.12973/tused.10274a>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A guide for teaching and learning*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/9596>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

- Panadero, E., & Jönsson, A. (2013). The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review. *Educational Research Review*, 9, 129–144. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.002>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: An introduction. En T. Plomp & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research: Part A: An introduction* (pp. 10–51). SLO.
- Sánchez Alean, A. R., Espitia Lozano, M. R., & Tovar Rua, D. C. (2023). El compostaje como estrategia pedagógica: Una mirada desde la educación ambiental. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 4568–4588. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5671
- Sauvé, L. (2005). Currents in environmental education: Mapping a complex and evolving pedagogical field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10, 11–37.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making sense of Cronbach's alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Tuay-Sigua, R.N.; Pérez-Mesa, M.R.; Porras-Contreras, Y.A. (2023). Teachers' Ideas and Educational Experiences Regarding Urban Environmental Sustainability in Bogotá, Colombia. *Sustainability*, 15, 11882. <https://doi.org/10.3390/su151511882>
- Vargas-Pineda, O. I., Trujillo-González, J. M., & Torres-Mora, M. A. (2019). El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de abastecimiento. *Orinoquia*, 23(2), 123–129. <https://doi.org/10.22579/20112629.575>

13. ANEXOS

13.1. ANEXO A. PRUEBA DE ENTRADA APLICADA A LOS ESTUDIANTES

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
LICENCIATURA EN QUÍMICA
SOFIA QUIÑONES PÉREZ**

PRUEBA DIAGNÓSTICA DE ENTRADA

La presente tiene como propósito aplicar una prueba tipo Likert, con el fin de identificar los conocimientos previos, actitudes y nivel de interés por parte de los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa 21 Ángeles I.E.D referente al compostaje y el desarrollo de habilidades investigativas, las cuales serán claves para el diseño de la cartilla interactiva basada en el modelo de las 7E.

Fecha: _____

Grado: _____

Nombre(s) y Apellido(s): _____

Edad: _____

Indicación: Marque con una “X” la opción que considere más adecuada.

AFIRMACIONES	ALTERNATIVAS DE RESPUESTA				
	Totalmente en desacuerdo 1	En desacuerdo 2	Ni de acuerdo ni desacuerdo 3	De acuerdo 4	Totalmente de acuerdo 5
1. El compostaje es un proceso natural que transforma residuos orgánicos en abono útil para las plantas.					
2. Considero que el compostaje es una pérdida de tiempo.					
3. Sé cómo formular preguntas para investigar sobre un tema ambiental.					
4. Me gustaría aprender a hacer compostaje en el colegio o en mi casa.					
5. Sé cuáles desechos se pueden compostar y cuáles no.					
6. Me motiva cuidar el medio ambiente a través de pequeñas acciones como compostar.					
7. No me interesa participar en actividades relacionadas con el compostaje.					
8. Creo que los residuos orgánicos deben ir todos a la basura, no sirve separarlos para hacer abono.					
9. El compostaje es algo que deberían enseñar en todas las escuelas.					
10. El compostaje solo se puede hacer en el campo, no en la ciudad o en la escuela.					

AFIRMACIONES	ALTERNATIVAS DE RESPUESTA				
	Totalmente en desacuerdo 1	En desacuerdo 2	Ni de acuerdo ni desacuerdo 3	De acuerdo 4	Totalmente de acuerdo 5
11. El compostaje ayuda a reducir la contaminación del suelo.					
12. Me cuesta observar con atención los procesos que ocurren en la naturaleza.					
13. Puedo registrar datos y sacar conclusiones cuando hago una observación.					
14. Me resulta difícil trabajar en grupo cuando hacemos actividades investigativas.					
15. Disfruto buscar información para resolver dudas sobre fenómenos del entorno.					

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Elena, O. R. B., De Jesús Sandoval, J., Andrés, A. B. C., & Cecilia, R. G. M. (s. f.). *La escala de Likert en la valoración de los conocimientos y las actitudes de los profesionales de enfermería en el cuidado de la salud*. Antioquia, 2003.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072005000100002

INFOGAIN PUBLICATION. (s. f.). *Ijaems apr-2016-26 Development and Validation of Responsible Environmental Behavior Scale towards Solid Waste Management (REBS-SWM) in School Setting*. SlideShare.

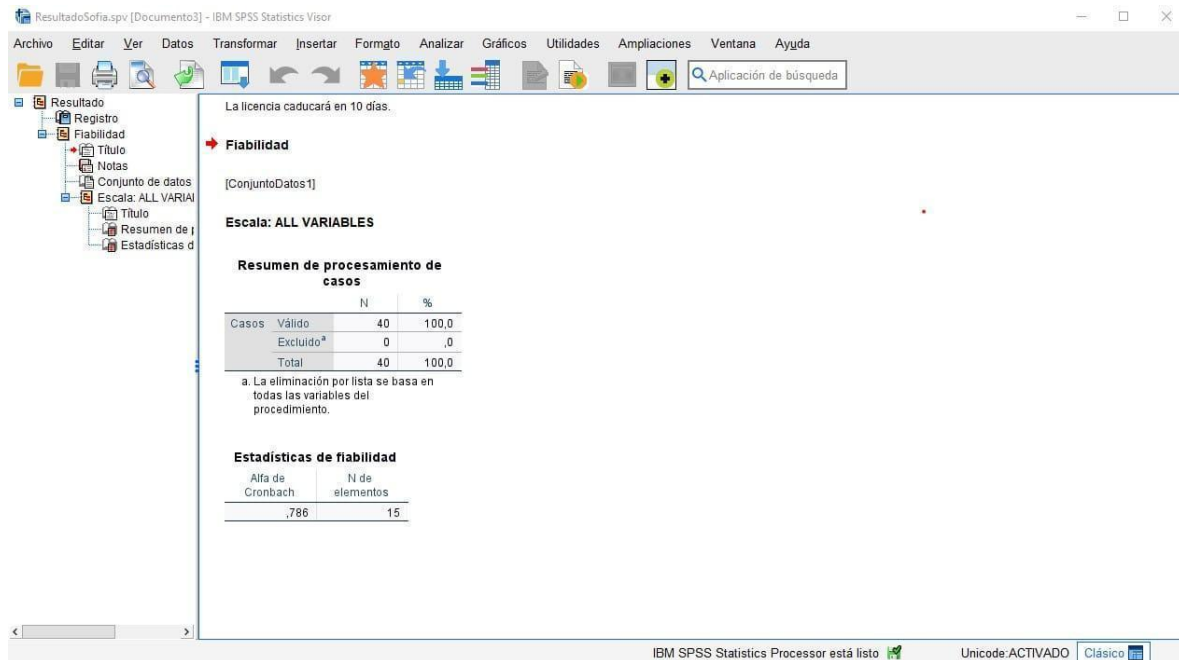
<https://es.slideshare.net/slideshow/ijaems-apr201626-development-and-validation-of-responsible-environmental-behavior-scale-towards-solid-waste-management-rebsswm-in-school-setting/61546005>

13.2. ANEXO B. MATRIZ DE RESULTADOS DE LA PRUEBA DE ENTRADA

AFIRMACIONES							
1. El compostaje es un proceso natural que transforma residuos orgánicos en abono útil para las plantas.	2. Considero que el compostaje es una pérdida de tiempo.	3. Sé cómo formular preguntas para investigar sobre un tema ambiental.	4. Me gustaría aprender a hacer compostaje en el colegio o en mi casa.	5. Las cascaras de huevo, el icopor, las toallas de papel y el plástico, contribuyen al compostaje.	6. Me motiva cuidar el medio ambiente a través de pequeñas acciones como compostar.	7. No me interesa participar en actividades relacionadas con el compostaje.	8. Creo que los residuos orgánicos deben ir todos a la basura, no sirve separarlos para hacer abono.
5	2	2	3	3	3	3	2
4	3	2	4	2	4	1	1
5	1	3	5	1	4	1	1
5	1	4	4	2	4	2	2
5	2	3	4	1	4	2	2
5	2	3	4	4	3	3	1
5	1	3	4	3	4	2	1
4	3	4	3	2	3	2	3
5	1	1	3	3	5	3	5
5	1	4	5	3	5	1	1
5	1	2	4	4	4	3	2
5	3	4	5	2	4	2	2
5	1	3	0	1	5	1	1
5	2	3	3	1	3	3	2
5	1	4	5	1	5	1	1
5	2	4	3	1	4	3	1
5	3	1	4	2	3	2	2
-	-	-	-	-	-	-	-
AFIRMACIONES							
8. Creo que los residuos orgánicos deben ir todos a la basura, no sirve separarlos para hacer abono.	9. El compostaje es algo que deberían enseñar en todas las escuelas.	10. El compostaje solo se puede hacer en el campo, no en la ciudad o en la escuela.	11. El compostaje ayuda a reducir la contaminación del suelo.	12. Me cuesta observar con atención los procesos que ocurren en la naturaleza.	13. Puedo registrar datos y sacar conclusiones cuando hago una observación.	14. Me resulta difícil trabajar en grupo cuando hacemos actividades investigativas.	15. Disfruto buscar información para resolver dudas sobre fenómenos del entorno.
2	3	2	3	2	5	3	2
1	4	1	4	2	3	2	4
1	5	1	3	1	4	1	3
2	5	2	4	3	4	2	3
2	4	1	4	2	4	2	3
1	5	2	4	3	2	4	3
1	4	1	3	3	2	2	2
3	3	4	0	0	0	0	0
5	5	1	5	5	3	3	3
1	5	1	5	2	4	1	4
2	4	2	5	4	3	3	3
2	5	1	4	4	4	2	4
1	5	5	5	1	3	1	5
2	3	2	4	3	5	4	3
1	5	1	5	1	4	1	4
1	3	3	4	3	4	1	4
2	4	2	4	5	2	3	3

Anexo B. Elaboración propia.

13.3. ANEXO C. RESULTADOS CONFIABILIDAD INTERNA DE LA PRUEBA DE ENTRADA MEDIANTE EL COEFICIENTE ALFA DE CRONBACH.



13.4. ANEXO D. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 1: GUARDIANES DEL COMPOST

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Comprensión del compostaje	Explica con claridad qué es el compostaje, qué residuos pueden usarse, sus beneficios y su relación con la compostera o huerta escolar.	Explica adecuadamente el compostaje y algunos beneficios, aunque omite detalles sobre residuos, proceso o contexto escolar.	Menciona el compostaje, pero con ideas incompletas, confusas o poco relacionadas con el colegio.	No logra explicar qué es el compostaje ni su relación con el ambiente escolar.
Desempeño del rol asignado	Representa su rol con coherencia, seguridad y relación clara con la problemática ambiental del colegio.	Cumple el rol de manera adecuada, aunque con poca profundidad o expresividad.	Cumple parcialmente el rol, pero sus intervenciones son breves o poco relacionadas con el tema.	No asume el rol asignado o participa de forma mínima.
Argumentación con evidencia	Usa al menos un dato, ejemplo, fuente, observación o experiencia para justificar la importancia del compostaje.	Presenta una justificación general sobre la importancia del compostaje, aunque con poca evidencia.	Da opiniones sobre el compostaje, pero sin sustentarlas con razones claras.	No justifica sus ideas o sus afirmaciones no se relacionan con el tema.
Comunicación oral y creatividad	Comunica las ideas de forma clara, ordenada y creativa; usa ejemplos, lenguaje apropiado y recursos expresivos.	Comunica las ideas con claridad general, aunque con algunos problemas de organización o expresividad.	La presentación es poco clara, monótona o desordenada, pero se comprende parcialmente el mensaje.	La presentación no permite comprender las ideas principales.

Puntaje: ____/16

Anexo D. Elaboración propia, basada en Eisenkraft (2003), Minner et al. (2010), Osborne (2014) y Sauvé (2005).

13.5. ANEXO E. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 2: MURAL DE PREGUNTAS

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Formulación de preguntas	Formula una o dos preguntas claras, pertinentes y relacionadas con compostaje, suelo, plantas, residuos o huerta escolar.	Formula preguntas relacionadas con el tema, aunque podrían ser más precisas o profundas.	Formula preguntas generales, poco claras o parcialmente relacionadas con el tema.	No formula preguntas o las preguntas no se relacionan con la actividad.
Carácter investigativo de la pregunta	La pregunta permite explorar, comparar, observar o analizar un fenómeno del contexto escolar.	La pregunta muestra intención de indagar, aunque requiere ajustes para poder investigarse.	La pregunta es principalmente informativa o cerrada, con poca posibilidad de investigación.	La pregunta no permite identificar un problema o interés investigativo.
Relación con el contexto escolar	Conecta la pregunta con situaciones reales del colegio, la compostera, la huerta o el manejo de residuos.	Relaciona la pregunta con el ambiente escolar, aunque de manera general.	La relación con el contexto escolar es débil o poco explícita.	No establece relación con el colegio ni con problemáticas ambientales cercanas.
Clasificación y organización en el mural	Ubica la pregunta en una categoría adecuada y explica brevemente por qué pertenece a esa temática.	Ubica la pregunta en una categoría pertinente, aunque con poca justificación.	Ubica la pregunta en una categoría poco precisa o sin explicación.	No ubica la pregunta correctamente o no participa en la organización del mural.
Participación en la socialización	Explica su pregunta, escucha las de sus compañeros y aporta ideas para retomarlas en fases posteriores.	Participa en la socialización, aunque sus aportes son breves.	Participa poco o se limita a leer su pregunta sin profundizar.	No participa en la socialización.

Puntaje: ____/20

Anexo E. Elaboración propia, basada en Eisenkraft (2003), Hernández Sampieri et al. (2014) y National Research Council (2012).

13.6. ANEXO F. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 3: ¿QUIÉN QUIERE SER CIENTÍFICO?

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Comprensión conceptual	Responde correctamente la mayoría de preguntas y demuestra comprensión de compostaje, residuos, suelo, fotosíntesis y huerta.	Responde correctamente varias preguntas, aunque presenta algunas dudas conceptuales.	Responde pocas preguntas correctamente o muestra confusión en conceptos clave.	Presenta muchas respuestas incorrectas y poca comprensión de los temas.
Justificación de respuestas	Justifica las respuestas usando conceptos científicos o ejemplos del contexto escolar.	Justifica algunas respuestas, aunque con explicaciones generales o incompletas.	Da justificaciones superficiales, repetitivas o poco relacionadas con la pregunta.	No justifica las respuestas o las justificaciones son incorrectas.
Reconocimiento de saberes previos	Expresa ideas iniciales sobre compostaje y ambiente, identificando lo que sabe y lo que necesita aprender.	Reconoce algunos saberes previos, aunque no identifica claramente sus dudas.	Presenta saberes previos fragmentados o poco organizados.	No evidencia reconocimiento de saberes previos.
Trabajo en equipo	El grupo discute las respuestas, respeta turnos y permite la participación de todos los integrantes.	El grupo trabaja de manera colaborativa, aunque algunos integrantes participan más que otros.	La participación es desigual y la toma de decisiones se concentra en pocos estudiantes.	No hay cooperación efectiva o el grupo no logra organizarse.
Actitud investigativa	Muestra interés por comprender los errores, hacer preguntas y contrastar ideas con sus compañeros.	Muestra interés general por la actividad, aunque con poca profundización.	Participa principalmente por el puntaje, sin reflexionar sobre los aprendizajes.	No muestra disposición para revisar, preguntar o aprender de la actividad.

Puntaje: ____/20

Anexo F. Elaboración propia, basada en Eisenkraft (2003), Minner et al. (2010) y el National Research Council (2012)-

13.7. ANEXO G. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 4: RAÍCES DE MI FAMILIA

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Aplicación de la entrevista	Realiza la entrevista completa, siguiendo las preguntas guía y permitiendo respuestas amplias del familiar.	Realiza la mayoría de preguntas, aunque algunas respuestas quedan poco desarrolladas.	Realiza la entrevista de forma incompleta o con respuestas muy breves.	No realiza la entrevista o no presenta evidencia suficiente.
Registro de información	Registra con claridad las respuestas, identifica ideas clave y conserva información relevante sobre siembra, plantas o compostaje.	Registra la información principal, aunque con algunos vacíos o desorden.	El registro es incompleto, confuso o poco detallado.	No registra adecuadamente la información obtenida.
Interpretación de saberes familiares	Relaciona las respuestas del familiar con conocimientos sobre huerta, compostaje, residuos o cuidado ambiental.	Establece algunas relaciones entre la entrevista y los temas del proyecto.	Menciona respuestas del familiar, pero sin analizarlas ni relacionarlas claramente.	No interpreta la información recolectada.
Comunicación del producto	Presenta un video, podcast o socialización clara, organizada y ajustada al tiempo propuesto.	Presenta el producto de forma comprensible, aunque con algunos problemas de organización o tiempo.	El producto es poco claro, incompleto o excede/no cumple significativamente el tiempo.	No presenta el producto o este no permite comprender la entrevista.
Reflexión investigativa	Reconoce cómo los saberes familiares pueden aportar a la huerta escolar, al compostaje o al cuidado del entorno.	Presenta una reflexión general sobre la importancia de los saberes familiares.	La reflexión es superficial o poco conectada con el proyecto.	No presenta reflexión sobre la información obtenida.

Puntaje: ____/20

Anexo G. Elaboración propia, basada en Hernández Sampieri et al. (2014), Minner et al. (2010) y Sauvé (2005).

13.8. ANEXO H. RÚBRICA DE LA ACTIVIDAD 5: APRENDO DE MI ENTORNO, CUIDO DE ÉL

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Reconocimiento del espacio escolar	Identifica con claridad zonas verdes, sociales, recreativas y posibles espacios para huerta o compostera.	Identifica la mayoría de espacios relevantes, aunque omite algunos elementos importantes.	Identifica pocos espacios o los representa de forma incompleta.	No reconoce adecuadamente los espacios del colegio.
Uso de convenciones cartográficas	Usa colores, símbolos o figuras de manera ordenada, coherente y explicada mediante un cuadro de convenciones.	Usa convenciones comprensibles, aunque podrían estar mejor organizadas o explicadas.	Usa convenciones poco claras, incompletas o difíciles de interpretar.	No usa convenciones o estas no permiten comprender el croquis.
Observación ambiental del entorno	Reconoce condiciones ambientales relevantes como zonas verdes, luz, circulación, cercanía a residuos, agua o posibles riesgos.	Reconoce algunas condiciones ambientales, aunque con poca profundidad.	Menciona condiciones del entorno de forma superficial o poco precisa.	No presenta evidencia de la observación ambiental del espacio.
Justificación de la elección	Argumenta con claridad por qué ciertos espacios son adecuados o no para la huerta y/o compostera.	Justifica la elección de espacios, aunque con argumentos generales.	Presenta una justificación débil o poco relacionada con criterios ambientales.	No justifica la elección de espacios.
Trabajo colaborativo y socialización	El grupo construye colectivamente el croquis, distribuye tareas y explica sus decisiones con claridad.	El grupo trabaja de forma organizada, aunque con participación desigual.	El trabajo grupal es poco coordinado o la socialización es incompleta.	No hay cooperación efectiva o no se socializa el producto.

Puntaje: ____/20

Anexo H. Elaboración propia, basada en Sauvé (2005), Bustamante Toro y López Castaño (2024), Padilla (1990) y el National Research Council (2012).

13.9. ANEXO I. EVIDENCIA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADA POR LOS ESTUDIANTES

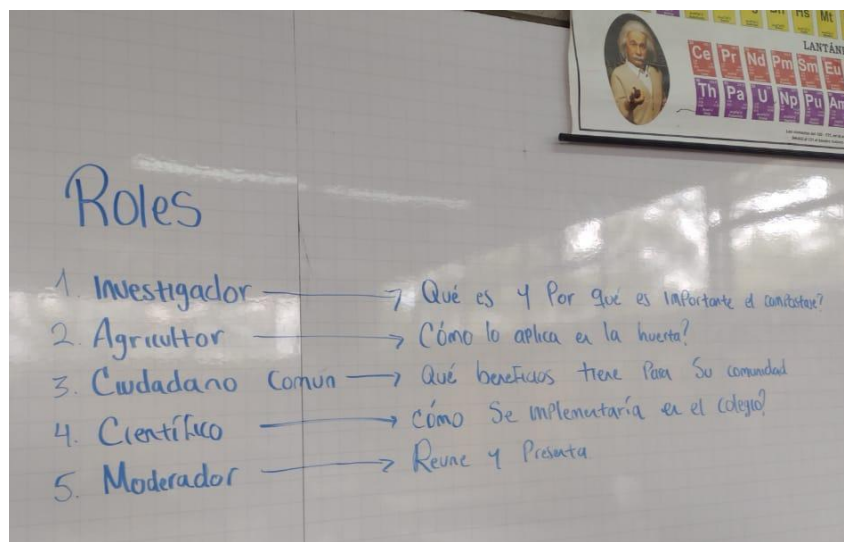


Figura 1. Registro fotográfico propio tomado durante la aplicación de la Actividad 1: Juego de roles en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

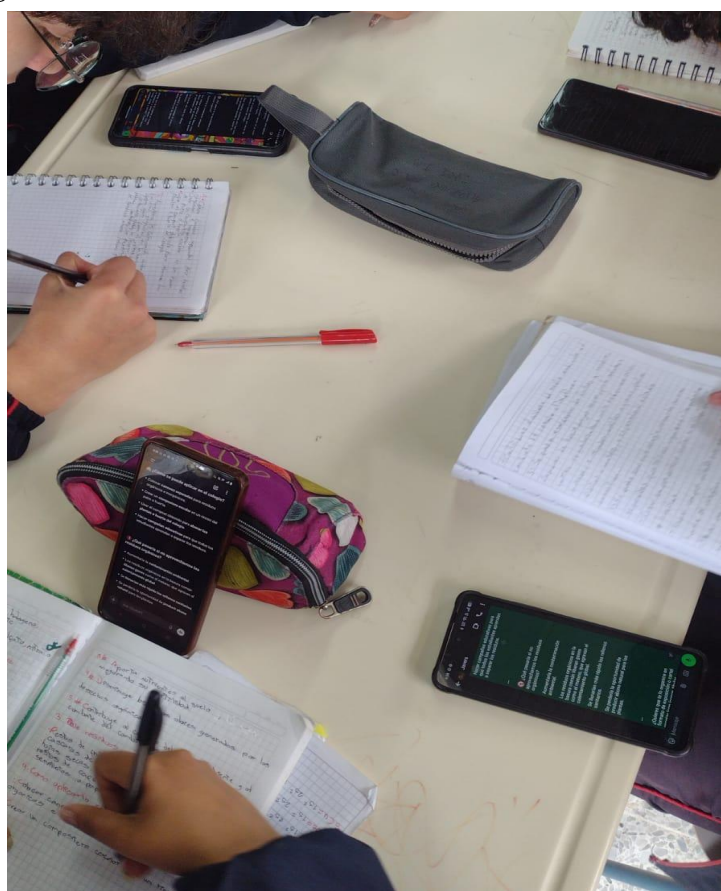


Figura 2. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 1: juego de roles en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.



Figura 3. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 2: mural de preguntas en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

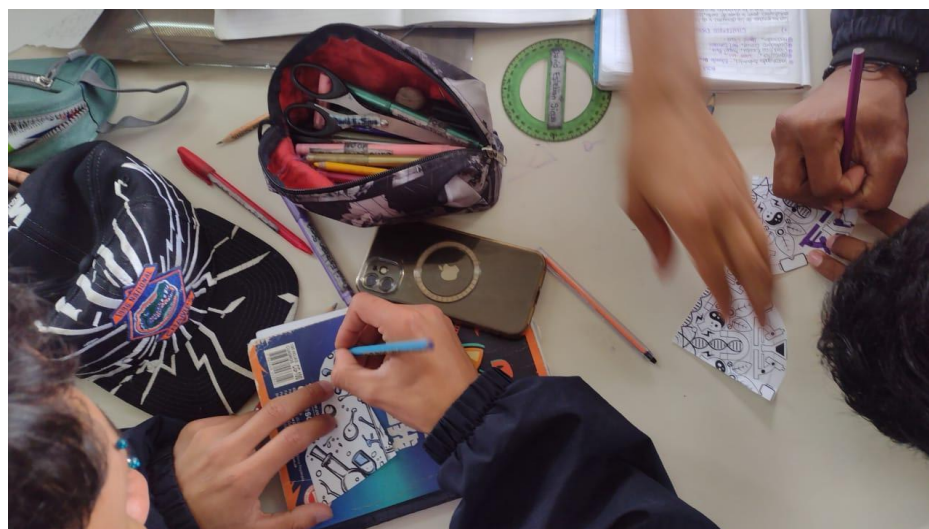


Figura 4. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 2: mural de preguntas en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

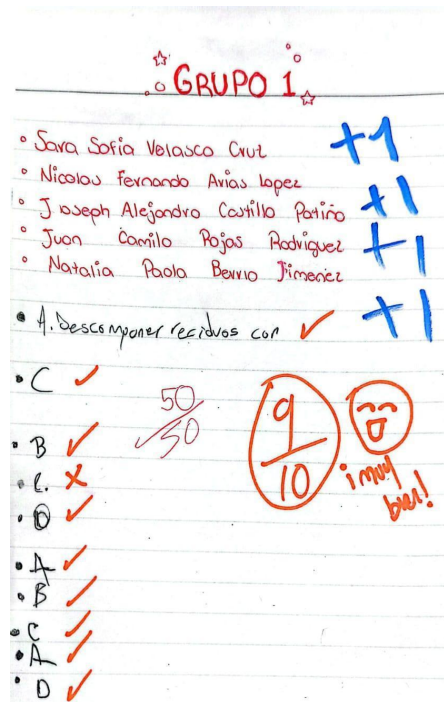


Figura 5. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 3: ¿Quién quiere ser científico? en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

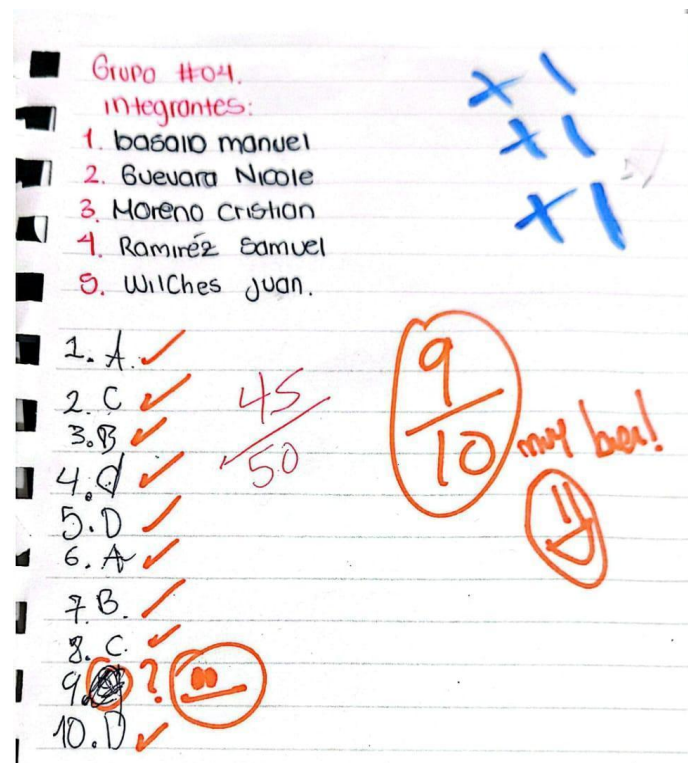


Figura 6. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 3: ¿Quién quiere ser científico? en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

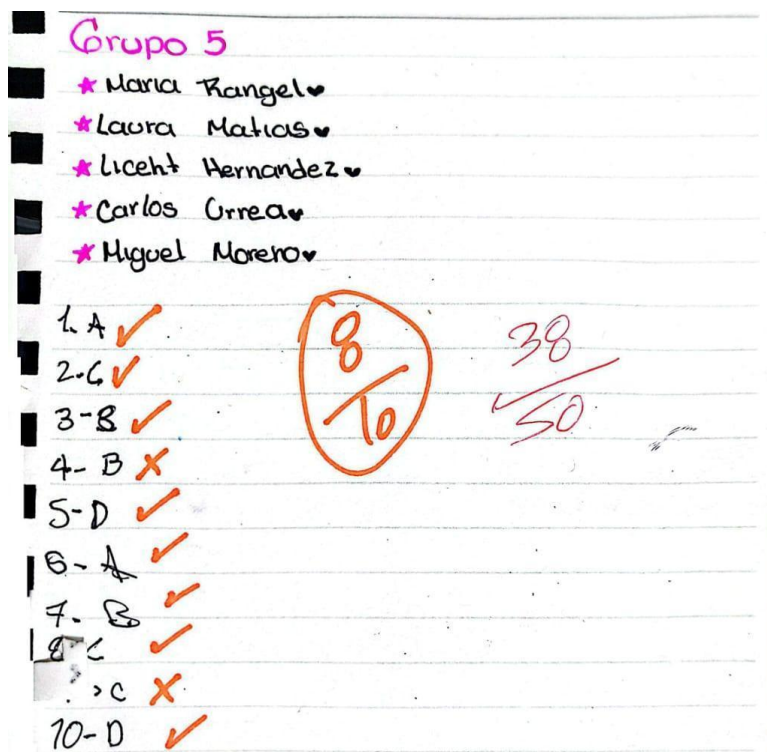


Figura 7. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 3: ¿Quién quiere ser científico? en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

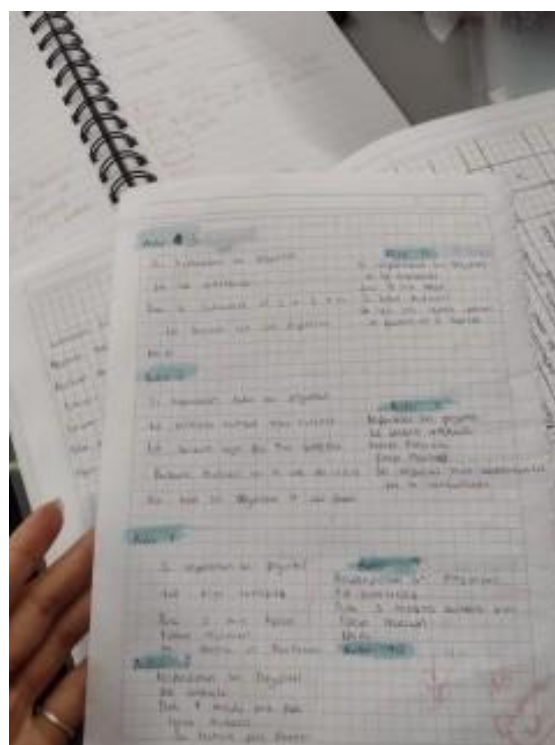
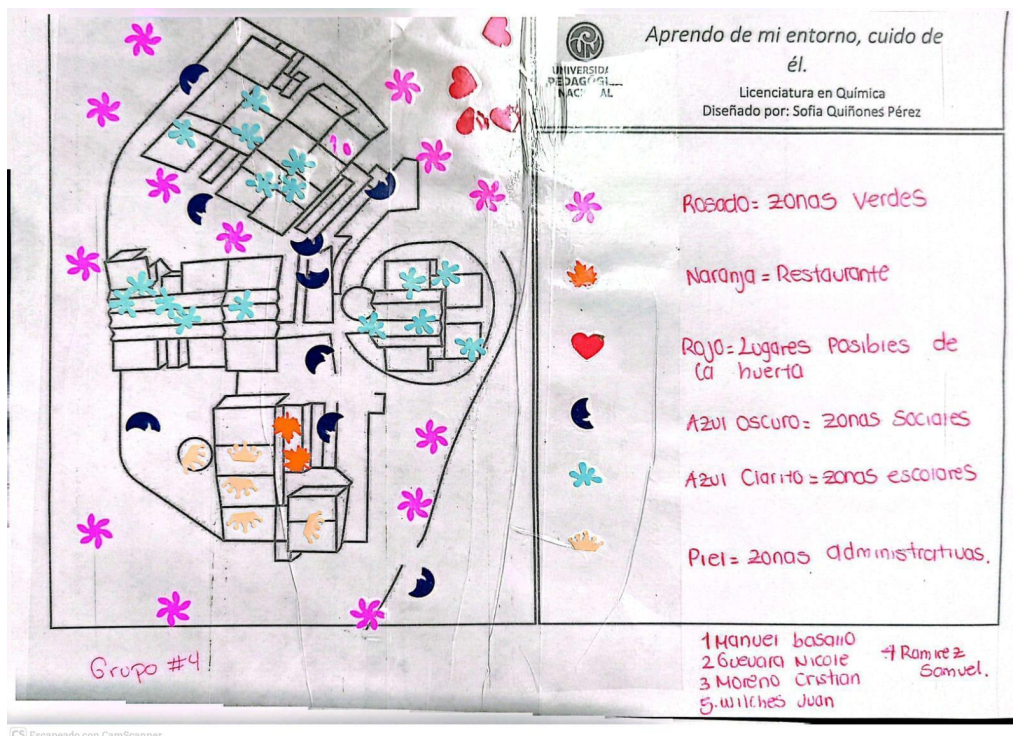


Figura 8. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 4: Raíces de mi familia en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.



**Figura 9. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 4:
Raíces de mi familia en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.**



**Figura 10. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 5:
Cartografía social en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.**

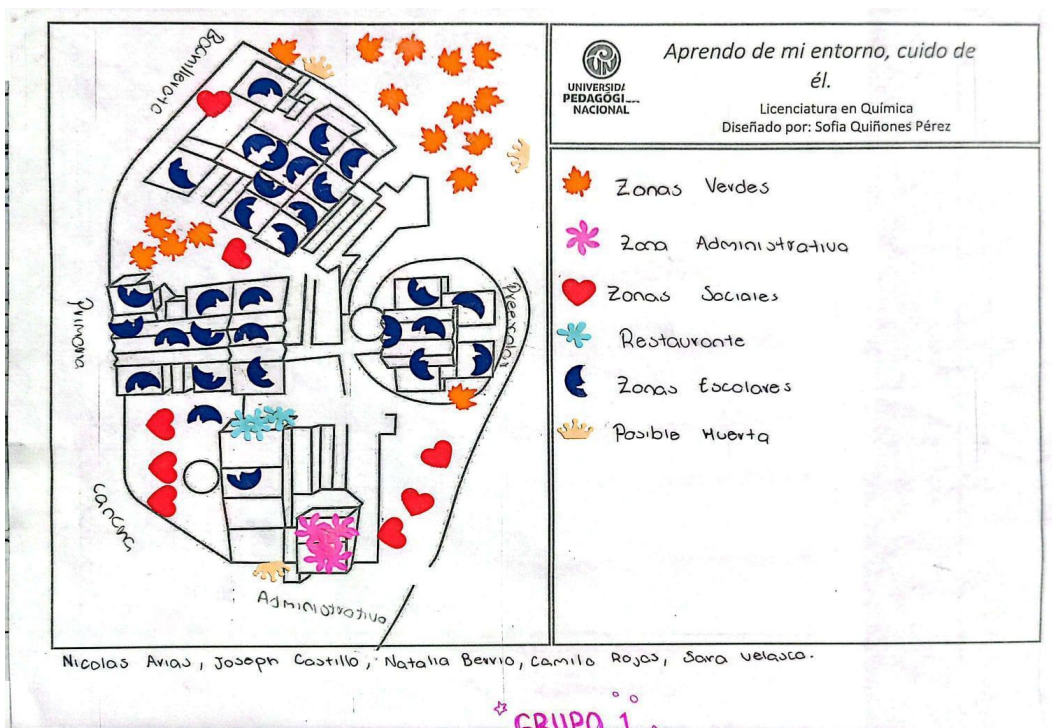


Figura 11. Registro fotográfico propio tomado durante el desarrollo de la actividad 5: Cartografía social en la Institución Educativa Distrital 21 Ángeles.

13.10. ANEXO J. CARTILLA INTERACTIVA “ENTRE RESIDUOS Y PREGUNTAS”





PRESENTACIÓN

La presente cartilla interactiva surge como una propuesta pedagógica orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas en el contexto escolar, a partir del abordaje del compostaje como escenario de aprendizaje significativo.

Este material ha sido diseñado con el propósito de promover procesos de indagación en los estudiantes, favoreciendo la observación, la formulación de preguntas, la exploración del entorno, el análisis de información y la construcción de explicaciones fundamentadas. A través de una secuencia de actividades teórico-prácticas, la cartilla propone experiencias de aprendizaje en las que los estudiantes asumen un rol activo en la construcción del conocimiento, relacionando saberes previos con nuevas comprensiones desde una perspectiva investigativa.

De este modo, el compostaje no solo se presenta como un contenido temático, sino como un medio para el desarrollo de habilidades que permiten comprender, interpretar y transformar la realidad, en coherencia con los principios de una educación basada en la indagación.

PROPÓSITO DE LA CARTILLA



OBJETIVO GENERAL

Fortalecer las habilidades investigativas en los estudiantes mediante el desarrollo de experiencias de aprendizaje basadas en la indagación, tomando el compostaje como contexto significativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS



Promover la observación y la problematización de situaciones relacionadas con el entorno y los residuos orgánicos.



Fomentar la formulación de preguntas investigativas como punto de partida del aprendizaje.



Favorecer el análisis, la interpretación de datos y la construcción de explicaciones



¿CÓMO USAR LA CARTILLA?

La presente cartilla se constituye como un recurso didáctico orientado al desarrollo de experiencias de aprendizaje basadas en la indagación, en las que el estudiante participa activamente en la construcción del conocimiento.

A lo largo de las actividades, se plantean situaciones que invitan a observar, cuestionar, explorar, analizar y reflexionar sobre el entorno, tomando el compostaje como punto de partida para el aprendizaje.

Cada sección de la cartilla está organizada de manera progresiva, de modo que el estudiante pueda avanzar desde sus ideas iniciales hacia la construcción de explicaciones más elaboradas, a través de procesos de exploración, análisis y aplicación.

ICONOGRAFÍA

OBSERVA



Analiza la situación y reconoce lo que sabes.



PREGUNTA

Formula preguntas sobre lo que quieres investigar.



EXPLORA

Indaga, experimenta o busca información.



REGISTRA

Organiza y anota lo que encuentras.



ANALIZA

Interpreta los resultados y construye ideas.



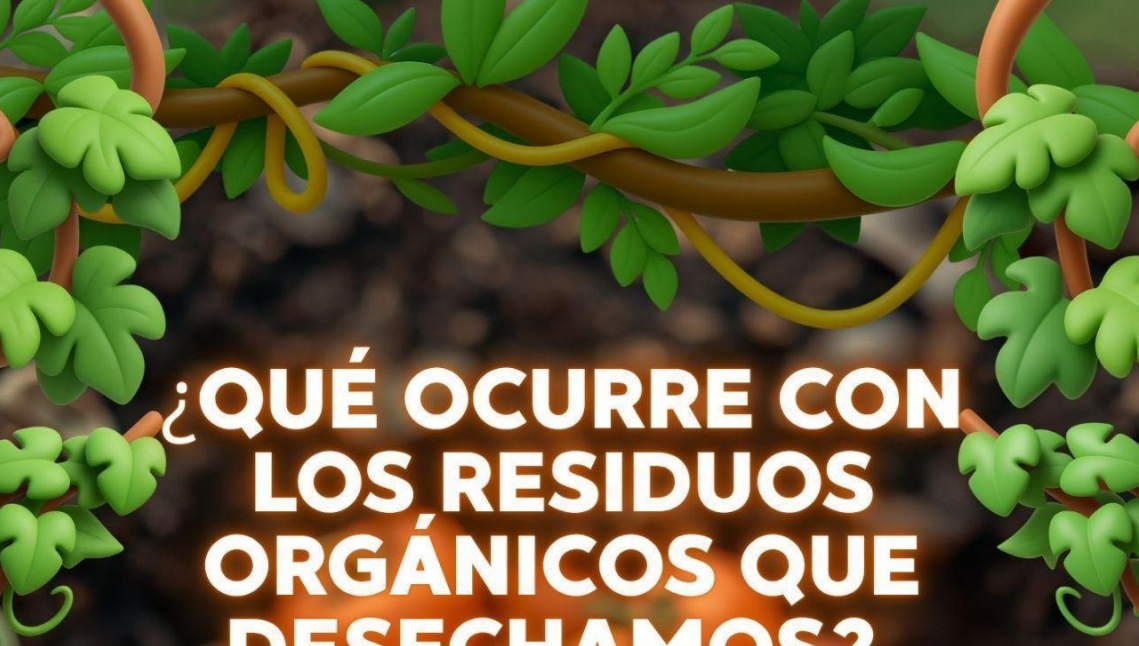
ELABORA

Aplica lo aprendido para diseñar y construir.



COMPARTE

Comunica tus hallazgos con otros.



¿QUÉ OCURRE CON LOS RESIDUOS ORGÁNICOS QUE DESECHAMOS?

En nuestra vida cotidiana generamos residuos orgánicos que mayormente son desechados sin reflexionar sobre su destino. En esta sesión inicial, exploraremos ideas, experiencias y conocimientos previos relacionados con el compostaje, el suelo y el cuidado del entorno, a través de actividades que invitan a participar, cuestionar y reflexionar.





GUARDIANES DEL COMPOST

JUEGO DE ROLES



EXPLORA

ACTIVIDAD 1

¿QUÉ DEBES HACER?

En grupos de 4 a 5 estudiantes, participarán en un juego de roles donde representarán diferentes perspectivas sobre el compostaje.

INDICACIONES

Cada grupo preparará una dramatización corta de alrededor 5 minutos, basada en información previamente consultada del interés de cada estudiante.

ROLES



Investigador ambiental.



Agricultor.



Científico escolar.



Ciudadano común.



Moderador.

PREGUNTAS ORIENTADORAS



¿Qué es el compostaje?



¿Por qué es importante?



¿Qué residuos pueden usarse?



¿Cómo se puede aplicar en el colegio?



¿Qué pasaría si no reciclamos los residuos orgánicos?

¡Haz ganado una estrella por la argumentación científica!





MURAL DE PREGUNTAS



PREGUNTA

ACTIVIDAD 2

¿QUÉ DEBES HACER?

A partir de lo observado y discutido, escribe una o dos preguntas que tengan relación con compostaje, suelo, plantas y huerta escolar.

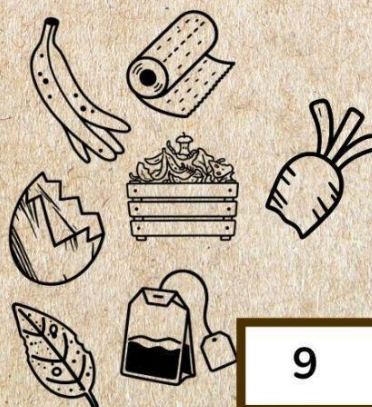
INDICACIONES

1. Escribe tus preguntas en el espacio de abajo.
2. Sigue el paso a paso para realizar tu recorte y ubícalo en el mural según la categoría que consideres.
3. Participa en la discusión grupal.



¡MANOS A LA OBRA! REALIZA TU RECORTE

1. Haz la silueta de algún elemento relacionado a compostaje, puedes calcar las que encuentras de anexos o hacer una nueva.
2. Recorta la silueta sin salirte de la línea de dibujo.
3. Escribe tu pregunta y márala con tu nombre.



9

¿QUIÉN QUIERE SER CIENTÍFICO?



ANALIZA

ACTIVIDAD 3

¿QUÉ DEBES HACER?

Participa en un concurso por equipos donde deberán responder preguntas relacionadas con el compostaje, el suelo y el cuidado del medio ambiente.

INDICACIONES

- 1). Debes trabajar en grupo, pasa al frente del salón a responder solo un integrante por pregunta.
- 2). Cada integrante debe escribir las respuestas en la hoja asignada a la hora de pasar a responder.
- 3). Levanta la mano cuando tengas la respuesta anotada.

¡Haz
una estrella
ganado
desarrollar
argumentación
científica!



10

¿QUIÉN QUIERE SER CIENTÍFICO?



¿QUÉ TANTO SABES DE COMPOSTAJE?

1). El compostaje es un proceso que consiste en:

- A. Descomponer residuos orgánicos con ayuda de microorganismos.
- B. Quemar residuos para producir energía.
- C. Reciclar plásticos y vidrios.
- D. Almacenar residuos en rellenos sanitarios.

2). Una ventaja principal del compostaje es:

- A. Produce alimentos más caros.
- B. Disminuye la cantidad de residuos en los rellenos sanitarios.
- C. Requiere de grandes cantidades de químicos.
- D. No mejora el suelo.

3). Los residuos que NO deben ir en el compostaje son:

- A. Cáscaras de fruta.
- B. Restos de verduras.
- C. Carnes y grasas.
- D. Hojas secas.

4). ¿Cuál de los siguientes suelos es mejor para cultivar hortalizas?

- A. Arenoso.
- B. Arcilloso compacto.
- C. Franco.
- D. Salino.

5). La fotosíntesis es importante porque:

- A. Permite las plantas producir su propio alimento.
- B. Aumenta la salinidad del suelo.
- C. Hace que las hojas se sequen.
- D. Permite que los animales respiren.

¿QUIÉN QUIERE SER CIENTÍFICO?



ANALIZA

¿QUÉ TANTO SABES DE COMPOSTAJE?

6). El compostaje mejora la calidad del suelo porque:

- A. Aumenta la acidez del suelo.
- B. Aporta materia orgánica y nutrientes.
- C. Resta oxígeno.
- D. Endurece la tierra.

7). El uso de pesticidas químicos en exceso pueden causar:

- A. Enriquecimiento del suelo.
- B. Contaminación y pérdida de biodiversidad.
- C. Crecimiento acelerado sin riesgos.
- D. Eliminación natural de plagas sin residuos.

8). ¿Qué práctica ayuda a reducir los desechos sólidos en el colegio?

- A. Botar todos los residuos en la misma caneca.
- B. Clasificar los residuos en orgánicos e inorgánicos.
- C. Enterrar los plásticos.
- D. No esperar nada.

9). Una huerta escolar puede contribuir a:

- A. Mejorar la seguridad alimentaria.
- B. Aumentar el uso de empaques plásticos.
- C. Reducir la biodiversidad.
- D. Generar más basura.

10). El compostaje puede tardar:

- A. Entre a 2 días.
- B. Entre 1 a 6 meses.
- C. Entre 1 a 2 años.
- D. 10 minutos.





RAÍCES DE MI FAMILIA

ENTREVISTAS



EXPLORA

ACTIVIDAD 4

¿QUÉ DEBES HACER?

En grupos de 4 a 5 estudiantes, realizarán una entrevista a un familiar de cada estudiante y deberán unir en un solo podcast, las cuales deberán tener una duración máxima de dos minutos.

INDICACIONES

- 1). Reúnete con tu grupo y define a qué familiar van a entrevistar (Ejemplo: a los papás, las mamás, los abuelos).
- 2). Definir un nombre llamativo para el podcast.
- 3). Definir el tiempo que va a demorar cada entrevista.

PREGUNTAS ORIENTADORAS

- ¿Alguna vez ha sembrado una planta o alimento en casa o en el campo? ¿Cuál?
- ¿Dónde aprendió a sembrar o cuidar plantas? (familia, tradición, internet u otros?)
- ¿Cuánto tiempo lleva practicándolo o hace cuánto lo practicó?
- ¿Qué técnicas o cuidados usaba/usó para el crecimiento óptimo de las plantas?
- ¿Conoce qué es el compostaje? ¿Lo ha practicado alguna vez?
- ¿Qué beneficios cree que tiene sembrar alimentos usando compostaje?
- Si tuviera la oportunidad, ¿Qué le gustaría sembrar en una huerta escolar?



¡Haz ganado una estrella por la recolección científica!

14

APRENDO DE MI ENTORNO, CUIDO DE ÉL



PREGUNTA

CARTOGRAFÍA SOCIAL

ACTIVIDAD 5

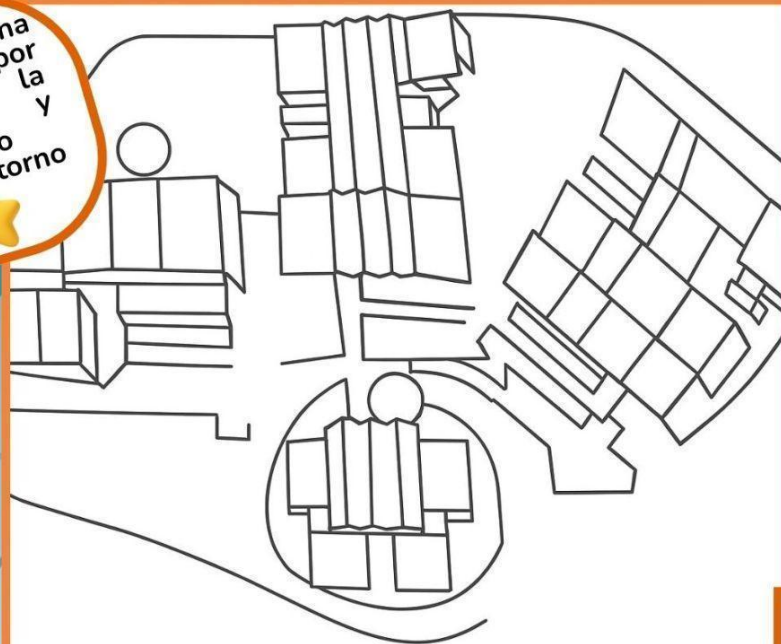
¿QUÉ DEBES HACER?

En grupos de 3 a 4 estudiantes, deberán reconocer y analizar los diferentes espacios de la institución educativa, con el fin de identificar zonas verdes, espacios sociales, áreas recreativas y un posible lugar/es para realizar una huerta.

INDICACIONES

- 1). Observa el croquis de la institución.
- 2). Identifica las zonas importantes.
- 3). Usa las figuras de colores (croqueles) proporcionados.
- 4). Elabora una convención, donde expliques cada símbolo o figura.

¡Haz ganado una estrella por la observación y reconocimiento del entorno escolar!







RESIDUOS ORGÁNICOS E INORGÁNICOS

RESIDUOS ORGÁNICOS

Los residuos orgánicos son aquellos de origen biológico que pueden ser degradados por microorganismos, como restos de alimentos, hojas y residuos vegetales (Bernal et al., 2009).



RESIDUOS INORGÁNICOS

Los residuos inorgánicos no participan en este proceso de descomposición biológica (Bernal et al., 2009).





EL COMPOSTAJE

¿QUÉ ES?

El compostaje es un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica mediado por microorganismos, mediante el cual los residuos orgánicos se transforman en un material estabilizado y rico en nutrientes llamado compost (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

PUNTO DE VISTA QUÍMICO

Durante este proceso los compuestos orgánicos complejos, como carbohidratos, proteínas y lípidos, se transforman en compuestos más simples. Parte del carbono presente en la materia orgánica es liberado en forma de dióxido de carbono, mientras que el nitrógeno puede transformarse en compuestos como amonio y nitratos (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

PUNTO DE VISTA BIOLÓGICO

Desde el punto de vista biológico, en este proceso, tanto bacterias y hongos degradan la materia orgánica y aprovechan sus componentes como fuente de energía (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007).

Por tanto, estas transformaciones liberan energía en forma de calor, lo que explica el aumento de temperatura durante el proceso.

LOS MICROORGANISMOS EN EL COMPOSTAJE

Los microorganismos cumplen un papel central en el compostaje, ya que son los responsables de la degradación de la materia orgánica donde tanto las bacterias como los hongos usan los residuos como fuente de energía y, al hacerlo, desencadenan múltiples transformaciones en el sistema (Insam & de Bertoldi, 2007).

SABÍAS QUE...

La actividad de los microorganismos depende de condiciones adecuadas de temperatura, humedad, pH y oxigenación.



Entonces, recuerda que el compostaje no es solo un simple “montón de residuos”, sino un sistema biológico activo en el que los microorganismos regulan la velocidad y eficacia del proceso (Insam & de Bertoldi, 2007).

FASES DEL COMPOSTAJE

El compostaje se estabiliza y forma sustancias húmicas donde el material adquiere características adecuadas para el uso en el suelo (Insam & de Bertoldi, 2007; Bernal et al., 2009).

5 FASE DE MADURACIÓN

La temperatura disminuye progresivamente y a su vez la actividad microbiana. Sin embargo, continúan los procesos de degradación de los compuestos más resistentes (Insam & de Bertoldi, 2007; Bernal et al., 2009).

4 FASE DE ENFRIAMIENTO

1 RESIDUOS ORGÁNICOS

Restos de frutas y verduras, hojas, residuos de cocina y otros materiales biodegradables son la materia prima de este proceso (Insam & de Bertoldi, 2007; Bernal et al., 2009).

2 FASE MESOFÍLICA

Los microorganismos comienzan a degradar compuestos simples a temperaturas entre 20 a 40°C (Insam & de Bertoldi, 2007; Bernal et al., 2009).

3 FASE TERMÓFILA

Se aumentan las temperaturas entre 45 a 70 °C debido a la actividad microbiana, en la cual se degradan compuestos más complejos (Insam & de Bertoldi, 2007; Bernal et al., 2009).

PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS DEL COMPOSTAJE



TEMPERATURA

Es un indicador de la actividad microbiana y permite identificar las fases del proceso (Bernal et al., 2009).



pH

Influye en la actividad de los microorganismos y en la disponibilidad de nutrientes (Bernal et al., 2009).



HUMEDAD

Es necesaria para que los microorganismos puedan desarrollar sus funciones metabólicas, pero en exceso puede limitar la aireación (Bernal et al., 2009).



OXIGENACIÓN

Es indispensable porque el compostaje es un proceso principalmente aeróbico; si falta oxígeno, pueden generarse procesos anaeróbicos, malos olores y una descomposición menos eficiente (Bernal et al., 2009).

¡Haz ganado una estrella por la explicación científica!





EL SUELO Y SUS PROPIEDADES

El suelo es un sistema complejo compuesto por minerales, materia orgánica, agua y aire. No debe entenderse solo como soporte de las plantas, sino como un sistema dinámico del que depende buena parte del crecimiento vegetal (Bernal et al., 2009).

PROPIEDADES IMPORTANTES



La textura del suelo depende de la proporción de arena, limo y arcilla, y esta combinación influye en la retención de agua, la aireación y la fertilidad (Bernal et al., 2009).



El pH, por su parte, afecta tanto la actividad microbiana como la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Bernal et al., 2009).

BENEFICIOS DEL COMPOSTAJE

El compostaje aporta materia orgánica al suelo y puede contribuir a mejorar algunas de sus propiedades físicas y químicas. Al incorporarse, favorece la estructura del suelo, puede mejorar la retención de agua y aporta nutrientes que benefician el crecimiento de las plantas (Bernal et al., 2009).

El compostaje no solo reduce residuos orgánicos, sino que también se convierte en una estrategia para enriquecer el suelo y apoyar procesos de cultivo en la huerta escolar (Bernal et al., 2009).



FOTOSÍNTESIS

La fotosíntesis es el proceso mediante el cual las plantas producen su propio alimento a partir de agua, dióxido de carbono y energía luminosa (Taiz et al., 2015).

Este proceso es esencial para comprender el crecimiento vegetal, ya que permite explicar de dónde obtienen las plantas la materia y la energía necesarias para desarrollarse (Taiz et al., 2015).

El compostaje no reemplaza la fotosíntesis, pero sí mejora el entorno del suelo donde las plantas crecen, facilitando mejores condiciones para la absorción de agua y nutrientes (Taiz et al., 2015).



PRACTICA LO QUE SABES



ELABORA

ACTIVIDAD 6

¿QUÉ DEBES HACER?

A partir de lo aprendido sobre el compostaje, pondrán en práctica una propuesta elaborada por grupos para la elaboración de compost en su entorno escolar, en donde participarán en el proceso de compostaje mediante el uso de la compostera del colegio.

INDICACIONES

En grupos de trabajo, diseñen una propuesta de compostaje teniendo en cuenta:



Tipo de residuos orgánicos disponibles.



Espacio donde se encuentra la compostera.



Condiciones del proceso (humedad, oxígeno, temperatura).

REFLEXIONA...



¿Por qué es importante seleccionar adecuadamente los residuos orgánicos en el proceso de compostaje?



¿Qué condiciones deben mantenerse para garantizar un compostaje adecuado?



¿Cómo influye la humedad, el oxígeno y la temperatura en la transformación de los residuos?



¿Qué pasaría si no se controlan las condiciones del compostaje? Explica.

25

PONGAMOS EN PRÁCTICA EL COMPOSTAJE



ELABORA

ACTIVIDAD 6

APLICA

- 1 Seleccionar los residuos orgánicos adecuados, como restos de frutas, verduras, cáscaras de huevo, hojas secas, etc.
- 2 Clasificar los residuos en materiales húmedos (restos de alimentos frescos) y materiales secos (hojas, ramas pequeñas o papel sin tinta).
- 3 Preparar los residuos fragmentándolos en partes más pequeñas, ya que esto facilita la acción de los microorganismos y acelera el proceso de descomposición.
- 4 Depositar los residuos en la compostera alternando capas de materiales húmedos (restos de alimentos) y materiales secos como hojas o aserrín.

RECUERDA...

Es importante controlar la humedad, asegurar la aireación mezclando los residuos periódicamente.



¡Haz ganado una estrella por la aplicación experimental!



26



GUARDIANES DEL COMPOST

JUEGO DE ROLES

CRITERIO	EXCELENTE (4)	SATISFACTORIO (3)	BÁSICO (2)	INICIAL (1)
Comprensión del compostaje	Explica con claridad qué es el compostaje, qué residuos pueden usarse, sus beneficios y su relación con la compostera o huerta escolar.	Explica adecuadamente el compostaje y algunos beneficios, aunque omite detalles sobre residuos, proceso o contexto escolar.	Menciona el compostaje, pero con ideas incompletas, confusas o poco relacionadas con el colegio.	No logra explicar qué es el compostaje ni su relación con el ambiente escolar.
Desempeño del rol asignado	Representa su rol con coherencia, seguridad y relación clara con la problemática ambiental del colegio.	Cumple el rol de manera adecuada, aunque con poca profundidad o expresividad.	Cumple parcialmente el rol, pero sus intervenciones son breves o poco relacionadas con el tema.	No asume el rol asignado o participa de forma mínima.
Argumentación con evidencia	Usa al menos un dato, ejemplo, fuente, observación o experiencia para justificar la importancia del compostaje.	Presenta una justificación general sobre la importancia del compostaje, aunque con poca evidencia.	Da opiniones sobre el compostaje, pero sin sustentarlas con razones claras.	No justifica sus ideas o sus afirmaciones no se relacionan con el tema.
Comunicación oral y creatividad	Comunica las ideas de forma clara, ordenada y creativa; usa ejemplos, lenguaje apropiado y recursos expresivos.	Comunica las ideas con claridad general, aunque con algunos problemas de organización o expresividad.	La presentación es poco clara, monótona o desordenada, pero se comprende parcialmente el mensaje.	La presentación no permite comprender las ideas principales.
Trabajo colaborativo	Coopera activamente, escucha a sus compañeros, respeta turnos y contribuye al desarrollo del grupo.	Participa y respeta a sus compañeros, aunque con aportes desiguales.	Participa poco o presenta dificultades para coordinarse con el grupo.	No coopera o interrumpe el trabajo colectivo.

Puntaje: /20

28

MURAL DE PREGUNTAS

CRITERIO	EXCELENTE (4)	SATISFACTORIO (3)	BÁSICO (2)	INICIAL (1)
Formulación de preguntas	Formula una o dos preguntas claras, pertinentes y relacionadas con compostaje, suelo, plantas, residuos o huerta escolar.	Formula preguntas relacionadas con el tema, aunque podrían ser más precisas o profundas.	Formula preguntas generales, poco claras o parcialmente relacionadas con el tema.	No formula preguntas o las preguntas no se relacionan con la actividad.
Carácter investigativo de la pregunta	La pregunta permite explorar, comparar, observar o analizar un fenómeno del contexto escolar.	La pregunta muestra intención de indagar, aunque requiere ajustes para poder investigarse.	La pregunta es principalmente informativa o cerrada, con poca posibilidad de investigación.	La pregunta no permite identificar un problema o interés investigativo.
Relación con el contexto escolar	Conecta la pregunta con situaciones reales del colegio, la compostera, la huerta o el manejo de residuos.	Relaciona la pregunta con el ambiente escolar, aunque de manera general.	La relación con el contexto escolar es débil o poco explícita.	No establece relación con el colegio ni con problemáticas ambientales cercanas.
Clasificación y organización en el mural	Ubica la pregunta en una categoría adecuada y explica brevemente por qué pertenece a esa temática.	Ubica la pregunta en una categoría pertinente, aunque con poca justificación.	Ubica la pregunta en una categoría poco precisa o sin explicación.	No ubica la pregunta correctamente o no participa en la organización del mural.
Participación en la socialización	Explica su pregunta, escucha las de sus compañeros y aporta ideas para retomarlas en fases posteriores.	Participa en la socialización, aunque sus aportes son breves.	Participa poco o se limita a leer su pregunta sin profundizar.	No participa en la socialización.

Puntaje: /20

29

¿QUIÉN QUIERE SER CIENTÍFICO?

CRITERIO	EXCELENTE (4)	SATISFACTORIO (3)	BÁSICO (2)	INICIAL (1)
Comprensión conceptual	Responde correctamente la mayoría de preguntas y demuestra comprensión de compostaje, residuos, suelo, fotosíntesis y huerta.	Responde correctamente varias preguntas, aunque presenta algunas dudas conceptuales.	Responde pocas preguntas correctamente o muestra confusión en conceptos clave.	Presenta muchas respuestas incorrectas y poca comprensión de los temas.
Justificación de respuestas	Justifica las respuestas usando conceptos científicos o ejemplos del contexto escolar.	Justifica algunas respuestas, aunque con explicaciones generales o incompletas.	Da justificaciones superficiales, repetitivas o poco relacionadas con la pregunta.	No justifica las respuestas o las justificaciones son incorrectas.
Reconocimiento de saberes previos	Expresa ideas iniciales sobre compostaje y ambiente, identificando lo que sabe y lo que necesita aprender.	Reconoce algunos saberes previos, aunque no identifica claramente sus dudas.	Presenta saberes previos fragmentados o poco organizados.	No evidencia reconocimiento de saberes previos.
Trabajo en equipo	El grupo discute las respuestas, respeta turnos y permite la participación de todos los integrantes.	El grupo trabaja de manera colaborativa, aunque algunos integrantes participan más que otros.	La participación es desigual y la toma de decisiones se concentra en pocos estudiantes.	No hay cooperación efectiva o el grupo no logra organizarse.
Actitud investigativa	Coopera activamente, escucha a sus compañeros, respeta turnos y contribuye al desarrollo del grupo.	Muestra interés general por la actividad, aunque con poca profundización.	Participa principalmente por el puntaje, sin reflexionar sobre los aprendizajes.	No muestra disposición para revisar, preguntar o aprender de la actividad.

Puntaje: /20

30

RAÍCES DE MI FAMILIA

ENTREVISTAS

CRITERIO	EXCELENTE (4)	SATISFACTORIO (3)	BÁSICO (2)	INICIAL (1)
Aplicación de la entrevista	Realiza la entrevista completa, siguiendo las preguntas guía y permitiendo respuestas amplias del familiar.	Realiza la mayoría de preguntas, aunque algunas respuestas quedan poco desarrolladas.	Realiza la entrevista de forma incompleta o con respuestas muy breves.	No realiza la entrevista o no presenta evidencia suficiente.
Registro de información	Registra con claridad las respuestas, identifica ideas clave y conserva información relevante sobre siembra, plantas o compostaje.	Registra la información principal, aunque con algunos vacíos o desorden.	El registro es incompleto, confuso o poco detallado.	No registra adecuadamente la información obtenida.
Interpretación de saberes familiares	Relaciona las respuestas del familiar con conocimientos sobre huerta, compostaje, residuos o cuidado ambiental.	Establece algunas relaciones entre la entrevista y los temas del proyecto.	Menciona respuestas del familiar, pero sin analizarlas ni relacionarlas claramente.	No interpreta la información recolectada.
Comunicación del producto	Presenta un video, podcast o socialización clara, organizada y ajustada al tiempo propuesto.	Presenta el producto de forma comprensible, aunque con algunos problemas de organización o tiempo.	El producto es poco claro, incompleto o excede/no cumple significativamente el tiempo.	No presenta el producto o este no permite comprender la entrevista.
Reflexión investigativa	Reconoce cómo los saberes familiares pueden aportar a la huerta escolar, al compostaje o al cuidado del entorno.	Presenta una reflexión general sobre la importancia de los saberes familiares.	La reflexión es superficial o poco conectada con el proyecto.	No presenta reflexión sobre la información obtenida.

Puntaje: /20

31

APRENDO DE MI ENTORNO, CUIDO DE ÉL

CARTOGRAFÍA SOCIAL

CRITERIO	EXCELENTE (4)	SATISFACTORIO (3)	BÁSICO (2)	INICIAL (1)
Reconocimiento del espacio escolar	Identifica con claridad zonas verdes, sociales, recreativas y posibles espacios para huerta o compostera.	Identifica la mayoría de espacios relevantes, aunque omite algunos elementos importantes.	Identifica pocos espacios o los representa de forma incompleta.	No reconoce adecuadamente los espacios del colegio.
Uso de convenciones cartográficas	Usa colores, símbolos o figuras de manera ordenada, coherente y explicada mediante un cuadro de convenciones.	Usa convenciones comprensibles, aunque podrían estar mejor organizadas o explicadas.	Usa convenciones poco claras, incompletas o difíciles de interpretar.	No usa convenciones o estas no permiten comprender el croquis.
Observación ambiental del entorno	Reconoce condiciones ambientales relevantes como zonas verdes, luz, circulación, cercanía a residuos, agua o posibles riesgos.	Reconoce algunas condiciones ambientales, aunque con poca profundidad.	Menciona condiciones del entorno de forma superficial o poco precisa.	No evidencia observación ambiental del espacio.
Justificación de la elección	Argumenta con claridad por qué ciertos espacios son adecuados o no para la huerta y/o compostera.	Justifica la elección de espacios, aunque con argumentos generales.	Presenta una justificación débil o poco relacionada con criterios ambientales.	No justifica la elección de espacios.
Trabajo colaborativo y socialización	El grupo construye colectivamente el croquis, distribuye tareas y explica sus decisiones con claridad.	El grupo trabaja de forma organizada, aunque con participación desigual.	El trabajo grupal es poco coordinado o la socialización es incompleta.	No hay cooperación efectiva o no se socializa el producto.

Puntaje: /20

32

MI EXPERIENCIA ENTRE RESIDUOS Y PREGUNTAS

¿QUÉ DEBES HACER?

Vas a reflexionar sobre tu proceso de aprendizaje durante las actividades desarrolladas en la cartilla. Es importante reconocer qué aprendiste, cómo participaste, qué evidencias utilizaste y qué puedes mejorar como investigador ambiental.

¡MI COMPROMISO AMBIENTAL!

Después de participar en esta cartilla, me comprometo a:

INDICACIONES

Vas a responder las siguientes preguntas. Luego, comparte voluntariamente una de tus respuestas con tu grupo.

1. ¿Qué fue lo más importante que aprendí sobre el compostaje?
2. ¿Qué actividad me ayudó más a comprender el problema de los residuos orgánicos? , ¿Por qué?
3. ¿Qué habilidad investigativa considero que desarrollé más?

Marca una opción:

- ☐ Formulación de preguntas.
- ☐ Argumentación científica.
- ☐ Recolección de información.
- ☐ Observación y análisis del entorno.
- ☐ Explicación científica.
- ☐ Aplicación experimental.

4. ¿Qué se me dificultó durante las actividades?
5. ¿Qué puedo mejorar en una próxima investigación escolar?





MISIÓN DEL RESIDUO AL RECURSO EN MI TERRITORIO



ELABORA

¿QUÉ DEBES HACER?

Ahora que has aprendido sobre compostaje, residuos orgánicos, etc. Llevarás tu experiencia investigativa a otro contexto: tu casa, tu conjunto, tu barrio o un espacio cercano a tu comunidad.

En esta misión deberás observar cómo se manejan los residuos orgánicos fuera del colegio y proponer una acción sencilla para aprovecharlos mejor.

INDICACIONES

1. Elige un lugar para observar: tu casa, tu conjunto, una tienda cercana, un parque, una zona común o tu barrio.
2. Durante uno o dos días, observa qué residuos orgánicos se generan con mayor frecuencia.
3. Registra tus observaciones en una tabla sencilla:

Lugar Observado	Residuos Orgánicos encontrados	¿Qué hacen con los residuos?	¿Qué se podría mejorar?
-----------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------------

4. Entrevista brevemente a una persona de ese contexto. Puedes preguntarle:

- ¿Se separan los residuos orgánicos en este lugar?
- ¿Sabe qué es el compostaje?
- ¿Estaría dispuesto/a a separar residuos orgánicos?





MISIÓN DEL RESIDUO AL RECURSO EN MI TERRITORIO

5. Con base en tus observaciones, diseña una propuesta corta de acción ambiental. Puede ser:

- Un afiche para separar residuos orgánicos.
- Una campaña de sensibilización.
- Una propuesta para reutilizar cáscaras, hojas secas o restos vegetales.

6. Socializa tu propuesta con tus compañeros.

PREGUNTAS A REFLEXIONAR

- Qué diferencias encontraste entre el manejo de residuos en el colegio y el otro contexto?
- ¿Qué acción pequeña podría generar un cambio?
- ¿Qué dificultades pueden aparecer al intentar aplicar el compostaje fuera del colegio?

PRODUCTO FINAL

Presenta una evidencia de tu misión como una fotografía, dibujo, afiche, audio, cartel, tabla de observación o mini campaña y comparte con tu grupo una propuesta concreta para aplicar lo aprendido sobre compostaje.



MURAL DE PREGUNTAS

Anexos del mural de preguntas

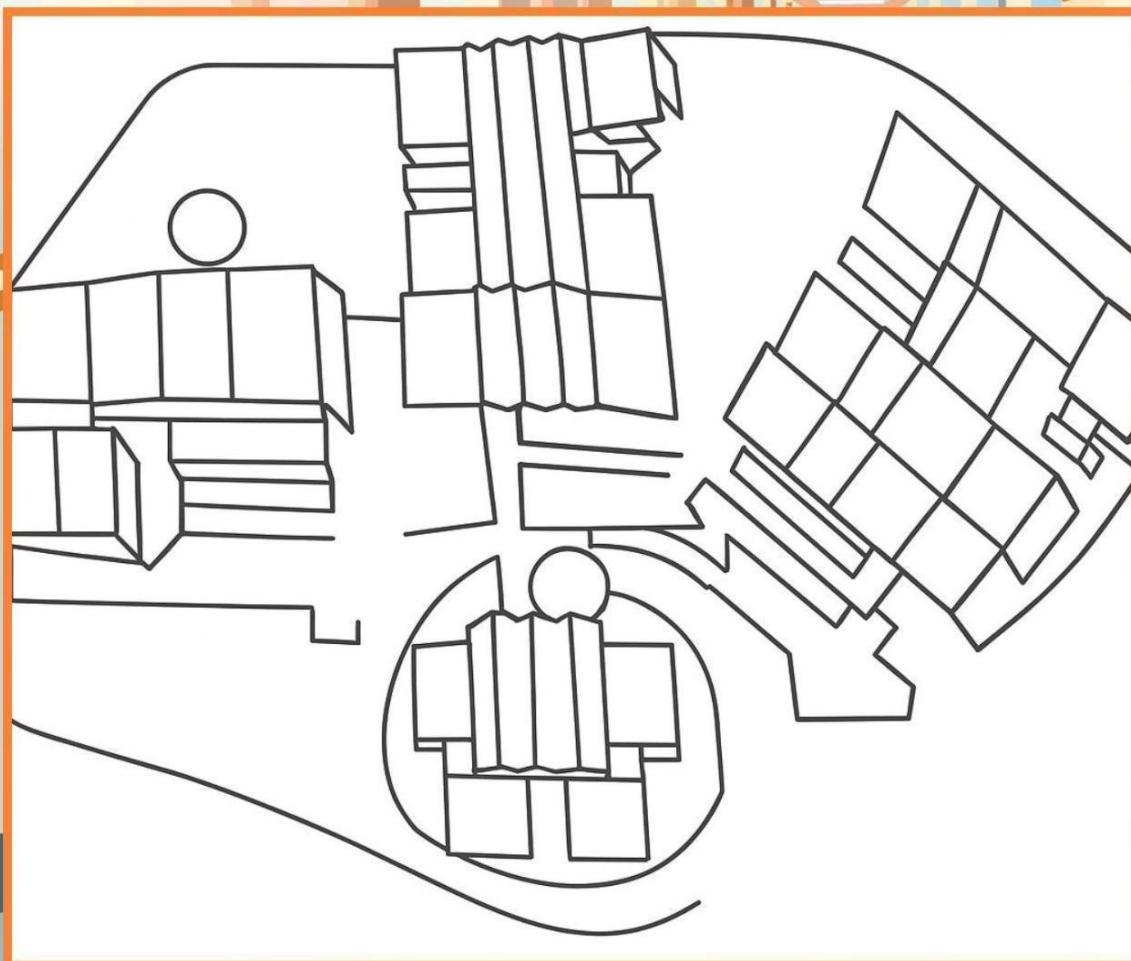


38

APRENDO DE MI ENTORNO, CUIDO DE ÉL

CARTOGRAFÍA SOCIAL

CROQUELES



Anexo 2. Anexo croquis Colegio 21 Ángeles.

39

EVALUAR

Anexos de las actividades en la etapa de Evaluar

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Comprensión del compostaje	Explica con claridad qué es el compostaje, qué residuos pueden usarse, sus beneficios y su relación con la composta o huerta escolar.	Explica adecuadamente el compostaje y algunos beneficios, aunque omite detalles sobre residuos, proceso o contexto escolar.	Menciona el compostaje, pero con ideas incompletas, confusas o poco relacionadas con el colegio.	No logra explicar qué es el compostaje ni su relación con el ambiente escolar.
Desempeño del rol asignado	Representa su rol con coherencia, seguridad y relación clara con la problemática ambiental del colegio.	Cumple el rol de manera adecuada, aunque con poca profundidad o expresividad.	Cumple parcialmente el rol, pero sus intervenciones son breves o poco relacionadas con el tema.	No asume el rol asignado o participa de forma mínima.
Argumentación con evidencia	Usa al menos un dato, ejemplo, fuente, observación o experiencia para justificar la importancia del compostaje.	Presenta una justificación general sobre la importancia del compostaje, aunque con poca evidencia.	Da opiniones sobre el compostaje, pero sin sustentarlas con razones claras.	No justifica sus ideas o sus afirmaciones no se relacionan con el tema.
Comunicación oral y creatividad	Comunica las ideas de forma clara, ordenada y creativa; usa ejemplos, lenguaje apropiado y recursos expresivos.	Comunica las ideas con claridad general, aunque con algunos problemas de organización o expresividad.	La presentación es poco clara, monótona o desordenada, pero se comprende parcialmente el mensaje.	La presentación no permite comprender las ideas principales.

Puntaje: ____/16

EVALUAR

Anexos de las actividades en la etapa de Evaluar

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Formulación de preguntas	Formula una o dos preguntas claras, pertinentes y relacionadas con compostaje, suelo, plantas, residuos o huerta escolar.	Formula preguntas relacionadas con el tema, aunque podrían ser más precisas o profundas.	Formula preguntas generales, poco claras o parcialmente relacionadas con el tema.	No formula preguntas o las preguntas no se relacionan con la actividad.
Carácter investigativo de la pregunta	La pregunta permite explorar, comparar, observar o analizar un fenómeno del contexto escolar.	La pregunta muestra intención de indagar, aunque requiere ajustes para poder investigarse.	La pregunta es principalmente informativa o cerrada, con poca posibilidad de investigación.	La pregunta no permite identificar un problema o interés investigativo.
Relación con el contexto escolar	Conecta la pregunta con situaciones reales del colegio, la compostera, la huerta o el manejo de residuos.	Relaciona la pregunta con el ambiente escolar, aunque de manera general.	La relación con el contexto escolar es débil o poco explícita.	No establece relación con el colegio ni con problemáticas ambientales cercanas.
Clasificación y organización en el mural	Ubica la pregunta en una categoría adecuada y explica brevemente por qué pertenece a esa temática.	Ubica la pregunta en una categoría pertinente, aunque con poca justificación.	Ubica la pregunta en una categoría poco precisa o sin explicación.	No ubica la pregunta correctamente o no participa en la organización del mural.
Participación en la socialización	Explica su pregunta, escucha las de sus compañeros y aporta ideas para retomarla en fases posteriores.	Participa en la socialización, aunque sus aportes son breves.	Participa poco o se limita a leer su pregunta sin profundizar.	No participa en la socialización.

Puntaje: ____/20

EVALUAR

Anexos de las actividades en la etapa de Evaluar

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Comprensión conceptual	Responde correctamente la mayoría de preguntas y demuestra comprensión de compostaje, residuos, suelo, fotosíntesis y huerta.	Responde correctamente varias preguntas, aunque presenta algunas dudas conceptuales.	Responde pocas preguntas correctamente o muestra confusión en conceptos clave.	Presenta muchas respuestas incorrectas y poca comprensión de los temas.
Justificación de respuestas	Justifica las respuestas usando conceptos científicos o ejemplos del contexto escolar.	Justifica algunas respuestas, aunque con explicaciones generales o incompletas.	Da justificaciones superficiales, repetitivas o poco relacionadas con la pregunta.	No justifica las respuestas o las justificaciones son incorrectas.
Reconocimiento de saberes previos	Expresa ideas iniciales sobre compostaje y ambiente, identificando lo que sabe y lo que necesita aprender.	Reconoce algunos saberes previos, aunque no identifica claramente sus dudas.	Presenta saberes previos fragmentados o poco organizados.	No evidencia reconocimiento de saberes previos.
Trabajo en equipo	El grupo discute las respuestas, respeta turnos y permite la participación de todos los integrantes.	El grupo trabaja de manera colaborativa, aunque algunos integrantes participan más que otros.	La participación es desigual y la toma de decisiones se concentra en pocos estudiantes.	No hay cooperación efectiva o el grupo no logra organizarse.
Actitud investigativa	Muestra interés por comprender los errores, hacer preguntas y contrastar ideas con sus compañeros.	Muestra interés general por la actividad, aunque con poca profundización.	Participa principalmente por el puntaje, sin reflexionar sobre los aprendizajes.	No muestra disposición para revisar, preguntar o aprender de la actividad.

Puntaje: ____ /20

EVALUAR

Anexos de las actividades en la etapa de Evaluar

Criterio	Excelente (4)	Satisfactorio (3)	Básico (2)	Inicial (1)
Reconocimiento del espacio escolar	Identifica con claridad zonas verdes, sociales, recreativas y posibles espacios para huerta o compostera.	Identifica la mayoría de espacios relevantes, aunque omite algunos elementos importantes.	Identifica pocos espacios o los representa de forma incompleta.	No reconoce adecuadamente los espacios del colegio.
Uso de convenciones cartográficas	Usa colores, símbolos o figuras de manera ordenada, coherente y explicada mediante un cuadro de convenciones.	Usa convenciones comprensibles, aunque podrían estar mejor organizadas o explicadas.	Usa convenciones poco claras, incompletas o difíciles de interpretar.	No usa convenciones o estas no permiten comprender el croquis.
Observación ambiental del entorno	Reconoce condiciones ambientales relevantes como zonas verdes, luz, circulación, cercanía a residuos, agua o posibles riesgos.	Reconoce algunas condiciones ambientales, aunque con poca profundidad.	Menciona condiciones del entorno de forma superficial o poco precisa.	No presenta evidencia de la observación ambiental del espacio.
Justificación de la elección	Argumenta con claridad por qué ciertos espacios son adecuados o no para la huerta y/o compostera.	Justifica la elección de espacios, aunque con argumentos generales.	Presenta una justificación débil o poco relacionada con criterios ambientales.	No justifica la elección de espacios.
Trabajo colaborativo y socialización	El grupo construye colectivamente el croquis, distribuye tareas y explica sus decisiones con claridad.	El grupo trabaja de forma organizada, aunque con participación desigual.	El trabajo grupal es poco coordinado o la socialización es incompleta.	No hay cooperación efectiva o no se socializa el producto.

Puntaje: ____/20



BIBLIOGRAFÍA

Andrade, H., & Du, Y. (2007). Student responses to criteria-referenced self-assessment. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 32(2), 159–181. <https://doi.org/10.1080/02602930600801928>

Bernal, M. P., Alburquerque, J. A., & Moral, R. (2009). Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment: A review. *Bioresource Technology*, 100(22), <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>

Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and classroom learning. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*. <https://doi.org/10.1080/0969595980050102>

Bustamante Toro, C. A., & López Castaño, C. E. (2024). La cartografía social en clave de educación ambiental para comprender la escuela-territorio. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.11660>

Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model: A proposed 7E model emphasizes “transfer of learning” and the importance of eliciting prior understanding. *The Science Teacher*, 70(6), 56–59.

Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Insam, H., & de Bertoldi, M. (2007). Microbiology of the composting process. In L. F. Díaz, M. de Bertoldi, W. Bidlingmaier, & E. Stentiford (Eds.), *Compost science and technology*. [https://doi.org/10.1016/S1478-7482\(07\)80006-6](https://doi.org/10.1016/S1478-7482(07)80006-6)

BIBLIOGRAFÍA

Jensen, B. B., & Schnack, K. (1997). The action competence approach in environmental education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163–178.

<https://doi.org/10.1080/1350462970030205>

Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474–496.

<https://doi.org/10.1002/tea.20347>

National Research Council. (2012). A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas. The National Academies Press.

<https://doi.org/10.17226/13165>

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177–196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>

Padilla, M. J. (1990). The science process skills. *Research Matters—to the Science Teacher*, 9004. National Association for Research in Science Teaching.

Panadero, E., & Jönsson, A. (2013). The use of scoring rubrics for formative assessment purposes revisited: A review. *Educational Research Review*, 9, 129–144.

<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.01.002>

Sauvé, L. (2005). Currents in environmental education: Mapping a complex and evolving pedagogical field. *Canadian Journal of Environmental Education*, 10(1), 11–37.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. S. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.

13.11. ANEXO K. RÚBRICA DE VALORACIÓN DE LA CARTILLA

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA CARTILLA DIDÁCTICA "ENTRE RESIDUOS Y PREGUNTAS" *Una experiencia investigativa desde el Compostaje*

Evaluador: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Marque con una (X) el nivel que considere adecuado en cada criterio, según su valoración experta del material didáctico.

CRITERIO	EXCELENTE 4	BUENO 3	BÁSICO 2	BAJO 1
Coherencia pedagógica	Presenta una intención pedagógica clara, coherente con el enfoque constructivista y orienta eficazmente el aprendizaje.	Presenta intención pedagógica con leves desarticulaciones.	La intención pedagógica es poco clara o fragmentada.	No se evidencia intención pedagógica.
Rigor científico	Los contenidos son correctos, actualizados y bien articulados con el contexto.	Contenidos adecuados con algunas simplificaciones.	Presenta imprecisiones conceptuales.	Contenido incorrecto sin sustento.
Habilidades Científicas	Promueve observación, análisis, formulación de preguntas y explicación de manera clara.	Promueve algunas habilidades investigativas.	Desarrollo limitado de habilidades.	No promueve habilidades investigativas.
Implementación del modelo de las 7E	Las fases del modelo 7E están claramente evidenciadas y articuladas.	Las fases están presentes pero poco explícitas.	Se identifican algunas fases sin coherencia.	No se evidencia el modelo.

Diseño visual	Presenta organización clara, jerarquía visual adecuada y evita sobrecarga cognitiva.	Diseño adecuado con algunos elementos distractores.	Diseño poco organizado o sobrecargado.	Diseño confuso que dificulta la comprensión.
Lenguaje	Lenguaje claro, accesible y con nivel académico adecuado.	Lenguaje comprensible con variaciones en el nivel.	Lenguaje poco claro o demasiado simple.	Lenguaje inadecuado.
Actividades	Actividades pertinentes, contextualizadas y que promueven pensamiento crítico.	Actividades adecuadas pero poco profundas.	Actividades poco conectadas con el contexto.	Actividades irrelevantes.
Autonomía de aprendizaje	Permite el aprendizaje autónomo sin necesidad constante del docente.	Permite cierta autonomía.	Requiere acompañamiento frecuente.	No permite autonomía.
Contextualización	Integra de manera significativa el contexto del estudiante y problemáticas reales.	Presenta contexto de forma general.	Contexto poco relevante.	No hay contextualización.

Puntaje: ____/36

Observaciones:

Firma evaluador:

Elaboración propia a partir del modelo de enseñanza de las 7E (Bybee et al., 2006; Eisenkraft, 2003), los fundamentos sobre compostaje (Bernal et al., 2009; Insam & de Bertoldi, 2007) y criterios de evaluación de materiales didácticos (Área Moreira, 2010).

13.12. ANEXO L. VALORACIÓN DE LA CARTILLA DILIGENCIADA POR JUICIO DE EXPERTO

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE LA CARTILLA DIDÁCTICA "ENTRE RESIDUOS Y PREGUNTAS" *Una experiencia investigativa desde el Compostaje*

Evaluador: [REDACTED] (Doctora en Educación, Magister en Educación con Énfasis en Educación Ambiental, Especialista en Educación Ambiental, Licenciada en Biología)

Fecha: 10/06/2026

Instrucciones: Marque con una (X) el nivel que considere adecuado en cada criterio, según su valoración experta del material didáctico.

CRITERIO		EXCELENTE 4	BUENO 3	BÁSICO 2	BAJO 1
Coherencia pedagógica	X	Presenta una intención pedagógica clara, coherente con el enfoque constructivista y orienta eficazmente el aprendizaje.	Presenta intención pedagógica con leves desarticulaciones.	La intención pedagógica es poco clara o fragmentada.	No se evidencia intención pedagógica.
Rigor científico	X	Los contenidos son correctos, actualizados y bien articulados con el contexto.	Contenidos adecuados con algunas simplificaciones.	Presenta imprecisiones conceptuales.	Contenido incorrecto o sin sustento.
Habilidades Científicas	X	Promueve observación, análisis, formulación de preguntas y explicación de manera clara.	Promueve algunas habilidades investigativas.	Desarrollo limitado de habilidades.	No promueve habilidades investigativas.
Implementación del modelo de	X	Las fases del modelo 7E están claramente evidenciadas y articuladas.	Las fases están presentes pero poco explícitas.	Se identifican algunas fases sin coherencia.	No se evidencia el modelo.

Diseño visual	X	Presenta organización clara, jerarquía visual adecuada y evita sobrecarga cognitiva.	Diseño adecuado con algunos elementos distractores.	Diseño poco organizado o sobrecargado.	Diseño confuso que dificulta la comprensión.
Lenguaje	X	Lenguaje claro, accesible y con nivel académico adecuado.	Lenguaje comprensible con variaciones en el nivel.	Lenguaje poco claro o demasiado simple.	Lenguaje inadecuado.
Actividades	X	Actividades pertinentes, contextualizadas y que promueven pensamiento crítico.	Actividades adecuadas pero poco profundas.	Actividades poco conectadas con el contexto.	Actividades irrelevantes.
Autonomía de aprendizaje		Permite el aprendizaje autónomo sin necesidad constante del docente.	X Permite cierta autonomía.	Requiere acompañamiento frecuente.	No permite autonomía.
Contextualización	X	Integra de manera significativa el contexto del estudiante y problemáticas reales.	Presenta contexto de forma general.	Contexto poco relevante.	No hay contextualización.

Puntaje: 35 /36

Observaciones:

La evaluación de la cartilla titulada "Entre Residuos y Preguntas", demuestra una articulación entre aspectos pedagógicos y didácticos con el fin de desarrollar habilidades investigativas en estudiantes de educación media. Este recurso didáctico sobresale por su profundidad conceptual y metodológica, además de un diseño atractivo sobre el cual se construyen las actividades de aprendizaje.

Firma evaluador:

