

**EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. SECUENCIA DE
ACTIVIDADES PARA EL FOMENTO DE LAS COMPETENCIAS EN
SUSTENTABILIDAD**

JURGEN LEANDRO ÁLVAREZ RAMÍREZ

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, COLOMBIA**

2017

**EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE. SECUENCIA DE
ACTIVIDADES PARA EL FOMENTO DE LAS COMPETENCIAS EN
SUSTENTABILIDAD**

JURGEN LEANDRO ÁLVAREZ RAMÍREZ

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: LICENCIADO EN QUÍMICA**

DIRECTOR:

DIEGO ALEXANDER BLANCO MARTÍNEZ

MAGISTER EN CIENCIAS-QUÍMICA.

CODIRECTORA:

DORA LUZ GÓMEZ AGUILAR

**CANDIDATA A PhD. EN DESARROLLO SOSTENIBLE, MAGISTER EN
BIOLOGÍA CON ÉNFASIS EN FITOQUÍMICA**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

**INCORPORACIÓN DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL AL CURRÍCULO DE
CIENCIAS**

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

BOGOTÁ, COLOMBIA

2017

Dedicatoria

A todas las personas que hicieron este trabajo posible.

A mis amigos, a mis amigas, a mi familia, a las circunstancias de la vida, que sin ellas no sería la persona que soy. A Dios que me permite levantar la cabeza y alzarme erguido con la certeza de conquistar el mundo.

Jürgen Leandro

AGRADECIMIENTOS

Eternamente agradecido con mi madre, quién con amor, sabiduría y humildad ha orientado mi caminar. Por ser esa fuente inagotable de apoyo, de paciencia, de cariño y de risas. Por confiar en mí siempre y estar presente en todos mis logros, por culminar a mi lado esta etapa y por comenzar otra nueva.

A mi padre, quién con entereza y trabajo duro ha logrado estar en la cúspide de los grandes hombres.

A mis hermanos, Juan, Anderson y Edder, por ser mi guía. A mis tíos y familia.

Quiero hacer especial reconocimiento a mi amigo y colega Diego Blanco, quién sin su ayuda este sueño no sería posible. Por la paciencia y el interés que mostró para que este trabajo fuera posible.

A la profesora Dora Gómez. A mis amigos y colegas del departamento, que, con su compañía, facilitaron que todo se hiciera realidad.

Je les aime

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 5 de 77

1. Información General

Tipo de documento	Trabajo de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Educación para el desarrollo sustentable. Secuencia de actividades para el fomento de las competencias en sustentabilidad
Autor(es)	Álvarez Ramírez, Jürgen Leandro
Director	Blanco Martínez, Diego Alexander
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017, 81 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	SECUENCIA DE ACTIVIDADES, COMPETENCIAS EN SUSTENTABILIDAD, EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE, PIROLISIS TÉRMICA.

2. Descripción

De acuerdo con el contexto educativo de la Institución Educativa Distrital Manuel Cepeda Vargas, el desarrollo de una secuencia de actividades buscó solucionar, o al menos intentar solucionar, una problemática entorno a los residuos sólidos plásticos que se generan en la institución, a partir de los empaques de los refrigerios, empaque de alimentos y botellas de refrescos, los cuales se desechan indiscriminadamente en las calles y canecas de basura, sin darle su respectivo tratamiento.

Por tal razón se desarrolla la secuencia con la temática específica, centrada en la pirólisis térmica, y en el fortalecimiento de las competencias en sustentabilidad que se consolidan desde la educación para el desarrollo sustentable. Esto generó las posibilidades, en el grupo ambiental de la institución, de reconocerse como persona de consumo que deja una huella en el planeta, y que se puede solventar de acuerdo con el fortalecimiento de sus competencias, además de tener un plus adicional con las reacciones químicas orgánicas que se dan dentro del reactor pirolítico.

La reflexión sistémica y el análisis crítico fueron fundamentales para la evaluación de las competencias en sustentabilidad de los estudiantes, además de la secuencia de actividades juntamente con el reactor pirolítico y las reacciones que allí se desarrollan.



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 2 de 77

3. Fuentes

- Arribas, F. (2007). La idea de Desarrollo Sostenible. *U. Rey Juan Carlos*, 75-86. Obtenido de http://www.academia.edu/15643900/La_idea_de_desarrollo_sostenible
- Bárcena, A., Cimoli, M., & Pérez, R. (Enero de 2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago.
- Calderón, F. (2016). *La Producción de Combustibles Vehiculares a partir de Plásticos de Deshecho*. Obtenido de <http://www.drcalderonlabs.com/Procesos/Pirolisis/Proceso%20de%20Pirolisis.pdf>
- Calderón, F., & Martínez, M. (2014). *Plasti Combustibles. Gestión Sostenible de Residuos Plásticos*. Obtenido de <http://www.drcalderonlabs.com/Plasticcombustibles/Presentaciones/GESTION-SOSTENIBLE-DE-RESIDUOS-PLASTICOS.pdf>
- Calderón, R., Sumarán, R., Chumpitaz, J., & Campos, J. (2016). *EDUCACIÓN AMBIENTAL. Aplicando el enfoque ambiental hacia una educación para el desarrollo sostenible*. Huánuco.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de Sustentabilidad. *UAIS*, 1-7.
- Castillo, L. A., & Ladino, Y. (2016). La Formación de Competencias para el Desarrollo Sostenible en un Programa de Tecnología en Salud Ocupacional en una Institución de Educación Superior. *Tecné, Episteme y Didaxis. TED*.
- Cortés, H., & Peña, J. (2015). De la Sostenibilidad a la Sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista EAN*.
- Díaz, R. (2009). *Desarrollo Sustentable, una oportunidad para la vida*. México: McGraw-Hill.
- Florián, A., & Suárez, J. (2015). *LA FITOREMEDIACIÓN: UNA ALTERNATIVA DE EDUCACIÓN EN QUÍMICA PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL*. Bogotá D.C.
- Gómez, J. L. (2013). Del Desarrollo Sostenible a la Sustentabilidad Ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 115-136.
- Loiselle, J., & Harvey, S. (2007). Le recherche développement en éducation: fondements, apports et limites. *Recherches Qualitatives*, 40-59. Solo en francés
- Mckeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de http://www.esdtoolkit.org/manual_eds_esp01.pdf
- MEN. (2011). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>

- MENyA. (1994). *DECRETO 1743 DE 1994*. Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1743_030894.pdf
- Mesa, M. P., & Ortíz, C. I. (2016). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PIROLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL A NIVEL LABORATORIO A PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS DE INDUSTRIAS DE ALIMENTOS*. Bogotá D.C.
- Mindalia*. (18 de septiembre de 2013). Obtenido de <https://www.mindaliatelevision.com/como-convertir-plastico-en-combustible-por-miguel-ferrero-parte-1/>
- Mora, W. M. (2009). Educación Ambiental y Educación para el Desarrollo Sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Revista TED*, 7-35.
- Murga, M. M. (2015). *Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/4475/447544537005/>
- Osorio, J. (2007). *Introducción al Pensamiento Sistémico*. Cali: Programa editorial.
- Parra, Y. d. (2011). La enseñanza en pro del desarrollo sostenible: una propuesta instruccional para la educación universitaria. *Revista Omnia*, 68-85.
- Ramírez, A., Sánchez, J., & García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación*, 55-59.
- Rodríguez, H., Guerra, Y., & Guzmán, A. (2011). El Rol de la Educación Frente al Desarrollo Sostenible: Una Mirada Desde el Marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 127-138.
- Sauvé, L., & Girault, Y. (2008). L'education scientifique, l'education à l'environnement et l'education pour le développement durable. *Aster*, 7-30. Solo en francés
- Téllez, A. M. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7080/1/905077.2012.pdf>
- UAESP. (2011). *Pliegos de Condiciones Licitación Pública N° 001 de 2011 y Anexos*. Obtenido de <http://www.contratacionbogota.gov.co>
- UNESCO. (2012). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Libro de Consulta*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>
- UNESCO. (2014). *Hoja de Ruta para la ejecución del Programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514s.pdf>
- Voltaico*. (8 de abril de 2017). Obtenido de <https://voltaico.lavozdegacia.es/2017/04/reactor-movil-capacidad-convertir-residuos-plastico-mar-diesel/>



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL
Investigación y Profesionalismo

FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 3 de 77

4. Contenidos

Este trabajo de grado se consolida desde la iniciativa por buscar una manera de solventar una problemática ambiental, generada por el mal manejo de los residuos plásticos, además de fundamentarse desde la EDS y las CS para la explicación de la Pirólisis Térmica. En este orden de ideas se estructuran los contenidos así:

- **Educación para el desarrollo sustentable:** El eje articulador de este trabajo de investigación se fundamentó en un sistema educativo que permitiera la interacción hombre-naturaleza de una manera sustentada, generando la oportunidad en los estudiantes de observar sus capacidades de analizar críticamente y reflexionar sistemáticamente ante una situación determinada.
- **Competencias en sustentabilidad:** Para la caracterización y posterior evaluación de las CS, se utilizaron las rúbricas de reflexión sistémica y análisis crítico, que se estipularon bajo los criterios planteados por Murga (2015). Estas se articularon con la temática de pirólisis térmica y las reacciones químicas allí generadas.
- **Pirolisis térmica:** El tópico aquí efectuado, se da gracias a la despolimerización plástica, tomado como referente disciplinar para intentar solucionar la problemática por residuos sólidos plásticos y que permite en el estudiante interiorizar información relevante de cómo se conforman los materiales poliolefinicos.

La secuencia de actividades se da a partir de las anteriores ideas, y las cuales son facilitadoras del fortalecimiento de las CS, y que ahondaron en las temáticas pertinentes para que la comprensión fuera la más adecuada.

5. Metodología

Esta investigación de tipo cualitativa se abordó en el grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, y de la cual contaba con una secuencia de actividades que dieron respuesta a los objetivos planteados, desde el fortalecimiento de las CS en el marco de la EDS. Además de incluir la pirólisis térmica como eje transversal. Esta se desarrolló en 4 etapas:

- **Etapa base:** Aquí se implementó una actividad pre-test enfocada principalmente a la caracterización de las CS que los estudiantes desde sus experiencias tuvieran.
- **Etapa cuerpo:** Mediante la implementación de varias intervenciones didácticas, y el desarrollo de varias actividades, se explican conceptos importantes referentes a las temáticas propuestas.
- **Etapa sustentable:** En este punto se da el espacio propicio para que la implementación sea permisible de hacer un control de las CS para evaluar el progreso en los estudiantes.
- **Etapa cierre:** En este punto se desarrolló una actividad vídeo foro y la posterior evaluación de las CS al final de la implementación.



FORMATO

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 4 de 77

6. Conclusiones

A partir de la implementación de la secuencia de actividades formuladas en esta investigación se logró determinar que los estudiantes tienen un impacto significativo en cuanto al fortalecimiento de las “*competencias en sustentabilidad*” abordadas desde la *Educación para el desarrollo Sustentable* y que brindó los elementos del tópico de pirólisis térmica. En este punto, el nivel se determinó conforme con las rúbricas evaluativas, en donde las respuestas se filtraron cuando el estudiante enumeró, mencionó o describió algún proceso antrópico.

Con la secuencia de actividades determinó que los estudiantes no conocían el proceso de pirolisis térmica ni las reacciones que suceden en un reactor pirolítico. Paralelamente el grupo demostró interés y estuvo al tanto de las actividades formuladas. La adecuación de las temáticas posterior al test-inicial se iniciaron con una intervención didáctica y un taller enfocado para fortalecer las CS, desde los tres ámbitos en sustentabilidad, lograron enfocar al estudiante desde la EDS, hacia el fortalecimiento de las CS.

Concretamente, el fortalecimiento de las CS se logró en algunos estudiantes, cuando se permitió que la secuencia iniciara, caracterizando los residuos urbanos potencialmente reciclables; los plásticos y la incidencia de la temática pirólisis térmica.

Elaborado por:

Álvarez Ramírez Jürgen Leandro

Revisado por:

Blanco Martínez Diego Alexander

Fecha de elaboración del
Resumen:

19

02

2018

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	2
2. JUSTIFICACIÓN	4
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
4. OBJETIVOS	6
4.1. General	6
4.2. Específicos.....	6
5. ANTECEDENTES	7
6. MARCO TEÓRICO	10
6.1. Neologismo, Sustentabilidad y Sostenibilidad.....	10
6.2. Desarrollo Sustentable.....	12
6.3. Educación para el Desarrollo Sustentable	14
6.4. Competencias para la Sustentabilidad	16
6.4.1. Análisis Crítico.....	18
6.4.2. Reflexión Sistémica.....	19
6.4.3. Sentido de Responsabilidad.	19
6.4.4. Toma de Decisiones Colaborativa.....	20
6.5. Pirolisis Térmica	21
7. METODOLOGÍA	22
7.1. Tipo de Investigación	22
7.2. Población.....	22
7.3. Fases Metodológicas de la Investigación.....	23
7.3.1. Etapa base.....	23
7.3.2. Etapa cuerpo.	24
7.3.3. Etapa sustentable.	24
7.3.4. Etapa cierre.....	24
7.4. Rúbricas de Desempeño	26
8. Resultados y Discusión	28
8.1. Actividad “pre test”	28
8.1.1. Reflexión Sistémica.....	28
8.1.2. Análisis Crítico.....	31
8.2. Actividad control	34
8.2.1. Reflexión Sistémica.....	34

8.2.2. Análisis Crítico.....	36
8.3. Actividad post-test.....	38
8.3.1. Análisis Crítico y Reflexión Sistémica.....	38
8.4. Seguimiento.....	45
8.5. Estructuración de la Secuencia de Actividades.....	47
9. CONCLUSIONES.....	48
10. RECOMENDACIONES.....	50
11. BIBLIOGRAFÍA.....	51
12. Anexos.....	53

Lista de Figuras

FIGURA 1. RELACIONES ENTRE LOS TRES ÁMBITOS. TOMADA Y ADAPTADA DE CALVENTE. (CALVENTE, 2007)	12
FIGURA 2. OBJETIVOS DE LA SUSTENTABILIDAD. (TOMADO DE: NACIONES UNIDAS. CEPAL. 2016) (BÁRCENA, CIMOLI, & PÉREZ, 2018).....	16
FIGURA 3. FASES METODOLÓGICAS. DISEÑO DEL AUTOR. ETAPA BASE: CARACTERIZACIÓN DE LAS CS. ETAPA CUERPO: CONCEPTUALIZACIÓN DE TEMÁTICAS. ETAPA SUSTENTABLE: DIAGNÓSTICO DE CONTROL. ETAPA CIERRE: VÍDEO FORO, DIAGNÓSTICO FINAL.....	23
FIGURA 4. REACTOR Y CONDENSADOR. DIBUJO DEL AUTOR.....	43
FIGURA 5. REACTOR PIROLÍTICO (DIBUJO DEL AUTOR)	44

Lista de Gráficas

GRÁFICA 1. REFLEXIÓN SISTÉMICA. PRE-TEST. EJE X: NIVEL DE LAS CS. EJE Y: NÚMERO DE ESTUDIANTES. EJE Z: PREGUNTA DEL TEST.	29
GRÁFICA 2. ANÁLISIS CRÍTICO. PRE-TEST. EJE X: NIVEL DE LAS CS. EJE Y: NÚMERO DE ESTUDIANTES. EJE Z: PREGUNTA DEL TEST.	31
GRÁFICA 3. REFLEXIÓN SISTÉMICA. ACTIVIDAD CONTROL. EJE X: NIVEL DE LAS CS. EJE Y: NÚMERO DE ESTUDIANTES. EJE Z: PREGUNTA DE LA ACTIVIDAD.	34
GRÁFICA 4. ANÁLISIS CRÍTICO. ACTIVIDAD CONTROL. EJE X: NIVEL DE LAS CS. EJE Y: NÚMERO DE ESTUDIANTES. EJE Z: PREGUNTA DE LA ACTIVIDAD.	36
GRÁFICA 5. ANÁLISIS CRÍTICO. POST-TEST. EJE X: NIVEL DE LAS CS. EJE Y: NÚMERO DE ESTUDIANTES. EJE Z: PREGUNTA DEL TEST.	40
GRÁFICA 6. REFLEXIÓN SISTÉMICA. POST-TEST. EJE X: NIVEL DE LAS CS. EJE Y: NÚMERO DE ESTUDIANTES. EJE Z: PREGUNTA DEL TEST.	40

Lista de Tablas

TABLA 1. MATRIZ BÁSICA DE COMPETENCIAS PARA LA SUSTENTABILIDAD. (TOMADA DE MURGA, 2015)	17
TABLA 2. ANÁLISIS CRÍTICO. (TOMADA DE MURGA, 2015)	18
TABLA 3. REFLEXIÓN SISTÉMICA. (TOMADA DE MURGA, 2015)	19
TABLA 4. SENTIDO DE RESPONSABILIDAD. (TOMADA DE MURGA, 2015)	19
TABLA 5. TOMA DE DECISIONES. (TOMADA DE MURGA, 2015).....	20
TABLA 6. RESUMEN DE LA METODOLOGÍA.....	25
TABLA 7. REFLEXIÓN SISTÉMICA. ADAPTADA AL CONTEXTO DE LA POBLACIÓN.	26
TABLA 8. ANÁLISIS CRÍTICO. ADAPTADA AL CONTEXTO.....	27
TABLA 9. MATRIZ DE DESEMPEÑO DE LA REFLEXIÓN SISTÉMICA PARA EL PRE TEST.....	30
TABLA 10. MATRIZ DE DESEMPEÑO DEL ANÁLISIS CRÍTICO PARA EL PRE TEST. TÉCNICA DE VACIADO.	33
TABLA 11. MATRIZ DE DESEMPEÑO DE LA REFLEXIÓN SISTÉMICA PARA LA ACTIVIDAD CONTROL. TÉCNICA DE VACIADO	35
TABLA 12. MATRIZ DE DESEMPEÑO DEL ANÁLISIS CRÍTICO PARA LA ACTIVIDAD CONTROL. TÉCNICA DE VACIADO	37
TABLA 13. MATRIZ DE DESEMPEÑO DEL ANÁLISIS CRÍTICO PARA EL POST-TEST. TÉCNICA DE VACIADO.....	41
TABLA 14. MATRIZ DE DESEMPEÑO DE LA REFLEXIÓN SISTÉMICA PARA EL POST-TEST. TÉCNICA DE VACIADO	42
TABLA 15. SEGUIMIENTO DE UN ESTUDIANTE PARA LAS CS. REFLEXIÓN SISTÉMICA.....	45
TABLA 16. SEGUIMIENTO DE UN ESTUDIANTE PARA LAS CS. ANÁLISIS CRÍTICO.....	46
TABLA 17. ESTRUCTURA DE LA SECUENCIA DE ACTIVIDADES.....	47

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de esta investigación se fundamenta a partir de las problemáticas ambientales que actualmente afectan el sector educativo en particular, haciendo hincapié a la disposición y posterior uso de los residuos sólidos plásticos que a diario se generan en las instituciones educativas.

De esta manera, se concibe que la participación del sector educativo en cuanto al manejo de residuos plásticos es mínima y provoca situaciones complicadas de contaminación en el entorno escolar, lo que supone que desde la educación se han de propiciar alternativas emergentes que posibilitan reutilizar dichos materiales.

Igualmente, al reconocer el quehacer educativo como una actividad necesaria para fortalecer de manera exponencial las capacidades, actitudes y aptitudes en los estudiantes, se generan diferentes opciones para que ellos tengan contacto directo con las situaciones de su diario vivir y las sepan afrontar con responsabilidad.

Por estas razones, y conforme con las nuevas tendencias educativas formuladas desde las numerosas cumbres mundiales realizadas por la UNESCO (2012), se dispone el actuar de la Educación para el Desarrollo Sustentable (EDS) como herramienta pedagógica, para la explicación, adecuación y formulación de diferentes temáticas centradas todas en pro del ambiente, tomando como eje secundario el fomento de las competencias en sustentabilidad (CS). (UNESCO, 2012)

Entre tanto, se desarrolló una secuencia de actividades que coincidió con la intención de proteger el entorno escolar y sus alrededores de la contaminación por residuos plásticos, a través del buen manejo y posterior uso de estos. Los empaques del refrigerio y los empaques de los alimentos de la cafetería fueron aquellos plásticos que se caracterizaron y se definieron como residuos sólidos potencialmente reciclables¹, además de los desechados al respaldo de la institución.

En este orden de ideas, la implementación de la secuencia de actividades ambientó los tres ámbitos de sustentabilidad que se delimitan en la EDS; sociedad, medio ambiente y economía (con un enfoque cultural), elementos necesarios para fortalecer las CS. Sumado a esto, se permitió la interacción de los estudiantes con el desarrollo de una temática enfocada en la pirolisis térmica y las reacciones químicas implicadas en el proceso

Posteriormente, con base en los trabajos realizados por la UNESCO se propone tomar de su *Agenda global post-2015*, como lo cita Murga, (2015), las CS, identificándolas como un elemento clave para la EDS. Las CS, son evaluadas a partir de cuatro rúbricas; el análisis crítico, la reflexión sistémica, la toma de decisiones y el sentido de responsabilidad, las cuales tienen tres niveles de

¹Polietileno de alta densidad (PEAD), Polietileno de baja densidad (PEBD), Polipropileno (PP), Poliestireno expandido (EPS) y poliestireno (PS),

calificación, en orden ascendente, siendo el nivel 1 el de menor categoría. En este trabajo de investigación se evaluaron solamente la reflexión sistémica y el análisis crítico. (Murga, 2015)

Por otro lado, en la estructura de este trabajo de investigación se presenta la justificación que responde a la relevancia de encontrar herramientas que permiten reutilizar desechos plásticos y de cómo pueden ser transformados químicamente, además de hacer énfasis en la interacción entre los estudiantes y el ambiente que los rodea.

Después de ello se presenta la pregunta que orientó esta investigación, donde se evidencia la problemática desde una mirada particular, y los objetivos correspondientes.

Así también, en la metodología se menciona la secuencia de actividades, donde los estudiantes las resolvieron de manera individual y/o conjunta y se le permitió la interacción con la nueva información. Esta se estructuró en cuatro etapas que facilitaron la recolección de datos y la explicación de conceptos específicos del problema, siguiendo rigurosamente el orden de esta, desde una etapa base hasta la etapa cierre, pasando por la etapa cuerpo y la etapa sustentable.

Algunas de las actividades utilizadas fueron tomadas de un compendio de talleres sobre la EDS propuesto por McKeown (2002) y adaptadas para fortalecer las CS. (Mckeown, 2002)

Para terminar, se presentan los resultados obtenidos y sus respectivos análisis, como también las conclusiones del trabajo y las recomendaciones para quien desee continuar o interactuar con la secuencia de actividades y con el diseño, construcción y aplicación de una máquina de pirolisis térmica.

2. JUSTIFICACIÓN

La creciente demanda industrial, que desde su auge ha permitido la innovación en el sector científico, ha generado miles de materiales cada vez más resistentes a los cambios ambientales, ataques químicos y degradaciones naturales y que por ende tienden a acumularse como residuos sólidos (RS) que afectan directamente a las poblaciones por su alto valor contaminante. Uno de estos RS que sobresale es el plástico y todos sus derivados que por propiedades fisicoquímicas son muy usados en las distintas actividades antrópicas.

Por este motivo la presente investigación surgió para dar una opción de solución, al problema socioambiental que viene dado por las basuras plásticas en una población educativa, teniendo como punto de partida el modelo de la EDS que impulsa el fortalecimiento de las CS, apuntando, desde una mirada sistemática, a la elaboración de una secuencia de actividades permisibles de una acción participativa con los estudiantes.

Sumado a esto, el auge de las investigaciones ambientales realizadas por diversas comunidades ha permitido que la educación tome un papel determinante para la preservación de los ecosistemas. De tal manera que, desde ella se pueda facilitar una interacción ser humano-naturaleza más sustentable.

Es así como, en este trabajo de investigación, se buscó responder el por qué en una comunidad educativa existen problemas de contaminación causados por residuos plásticos, presta vital importancia, entendiendo que en los PRAE (Propuestas Ambientales Educativas) que se desarrollan en los colegios (MEN, 2011) se generan las condiciones para solventarlos, suponiendo que los estudiantes no tienen la capacitación adecuada del manejo de los residuos plásticos y de su correcta disposición y reutilización, que permita tener un entorno escolar favorable.

También, este trabajo de investigación indaga sobre las CS que posiblemente los estudiantes tengan, puesto que, a partir del desarrollo de estas, es posible hacer una inmersión de diferentes temáticas encaminadas a la construcción de un mundo más sustentable, generando las oportunidades de aprendizaje que logren ejercer un cambio efectivo.

Asimismo, y, por último, la adecuación de las temáticas a abordar para el fortalecimiento de las CS en el grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, se hace imprescindible, cuando se les permiten a los estudiantes interactuar con su entorno diario, sea en la institución o en su hogar. Además de relacionar la pirolisis térmica como una opción de solución al problema.

Por otro lado, esta investigación permite abordar la temática disciplinar de Pirólisis Térmica, con la que se pretende ahondar en las reacciones químicas que allí se evidencian, las cuales se pueden clasificar en reacciones de despolimerización térmica de poliolefinas.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según estudios realizados en Bogotá, diariamente se depositan en el relleno sanitario de Doña Juana, aproximadamente 7535 toneladas de basuras que contienen gran cantidad de elementos sólidos con capacidades de recuperación. (UAESP, 2011)². Dichos elementos sólidos se ven relacionados con los materiales que son potencialmente reciclables, entre otros, como el plástico.

Otro estudio efectuado en Bogotá en el año 2005 por la UAESP y la universidad de los Andes, (Téllez, 2012) describe que la cantidad de basuras diarias llegaba a 5200 toneladas, de las cuales 950 toneladas procedían de material potencialmente reciclable y de éstas 428 toneladas corresponderían a residuos sólidos plásticos.

Estas cifras estimadas en Bogotá relacionan directamente los residuos sólidos que se producen en las instituciones educativas como comunidades de consumo y de desecho, los cuales, se piensa, deben tener un control interno para reducirlos al máximo y para reutilizarlos cuando se generen.

En este orden de ideas, se tiene en cuenta que la reglamentación y formulación de proyectos en las instituciones educativas que permiten un tratamiento a las basuras sólidas están estipuladas en los PRAE; los cuales facilitan propuestas pedagógicas para el desarrollo sustentable. (MENyA, 1994). De acuerdo con esto surge preguntar ¿existe un direccionamiento sustentable en los proyectos ambientales de las escuelas? de no ser así, ¿cómo se pueden articular las competencias relacionadas a la Educación para el Desarrollo Sustentable?

A partir de los PRAE en los colegios Bogotanos se han impulsado diferentes actividades que buscan generar algunas soluciones a los problemas socioambientales en las instituciones educativas, sin embargo, aún se evidencian deficiencias, y es preciso acudir a las Competencias en Sustentabilidad (CS) pero ¿de qué manera se pueden reconocer dichas competencias en los estudiantes?

En este instante se precisa la incidencia que tienen los residuos plásticos en el entorno escolar y conforme al direccionamiento de este trabajo, se plantea la temática de pirólisis térmica que permite obtener un aceite combustible a partir de residuos plásticos.

Así, estos interrogantes permiten orientar la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuáles son los alcances que tiene una secuencia de actividades en el marco de la EDS, para fortalecer las competencias en sustentabilidad del grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, al abordar situaciones relacionadas con la transformación de residuos plásticos por pirolisis térmica?

² Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos.

4. OBJETIVOS

4.1. General

Analizar los alcances que tiene una secuencia de actividades, desde el marco de la EDS, para fortalecer las competencias en sustentabilidad en un grupo de estudiantes de la IED Manuel Cepeda Vargas, al plantear escenarios relacionados con la transformación de residuos plásticos por pirólisis térmica.

4.2. Específicos

- ✓ Identificar, en los estudiantes del grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, el nivel en el que se encuentran sus competencias en sustentabilidad.
- ✓ Estructurar e implementar la secuencia de actividades, fundamentada en la EDS para fortalecer las competencias en sustentabilidad, desde el tópico la pirólisis térmica.
- ✓ Evaluar las competencias en sustentabilidad, en términos de los niveles de las rúbricas; *Reflexión Sistémica* y *Análisis Crítico* durante toda la implementación de la secuencia de actividades.

5. ANTECEDENTES

Para comenzar, los trabajos de investigación elaborados con fines educativos respecto al desarrollo sustentable tienen una gran acogida, y no de menos ya que la UNESCO propone una serie de actividades enfocadas a la solución integral de problemáticas ambientales que puedan surgir por el mal manejo de recursos naturales, ambientales y sobre todo por el excesivo consumo humano, enfocando que la mejor vía es la educación. (UNESCO, 2012).

De esta manera se han implementado diversas situaciones para que la EDS en la escuela sea la adecuada en todas las áreas del conocimiento y así les permita a las nuevas generaciones establecer relaciones sistémicas en su diario vivir siempre y cuando se conlleve al desarrollo sustentable.

Siendo estos trabajos son de vital importancia para lograr guiar el proceso, ya que las problemáticas ambientales causadas por los residuos plásticos, también se dan conforme a la no educación de contenidos que evidencien la crisis por contaminación de basuras plásticas.

En este orden de ideas, en el año 2011, Rodríguez, Guerra y Guzmán desarrollaron una investigación en la Universidad Militar Nueva Granada de Bogotá, en Colombia titulada; *“El Rol de la Educación Frente al Desarrollo Sostenible: Una mirada desde el Marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible”*, en la que determinan y esclarecen las ideas que trae consigo la EDS, en cuanto a su aplicabilidad en la educación. (Rodríguez, Guerra, & Guzmán, 2011)

Además de ello, buscan incorporar en el currículo de la Universidad Militar Nueva Granada, un seminario que le aporte a los estudiantes todas las capacidades, virtudes y actitudes para que los principios del desarrollo sostenible sean ejecutados y permita en ellos la reproducción en los tres ámbitos de la sostenibilidad: medio ambiente, economía y sociedad. (Rodríguez, et al. 2011)

Aportándole a este trabajo de investigación las pautas determinantes para adecuar la secuencia de actividades de acuerdo con la malla curricular en el área de ciencias. Lo que facilitó el compromiso con la institución de generar el espacio para esta aplicación.

Seguidamente, en el mismo año, en Venezuela, la propuesta realizada por Jonathan de Jesús Parra; *“La enseñanza de la Química en Pro del desarrollo sostenible: una propuesta instruccional para la educación universitaria”*, informa que, a partir de una secuenciación de actividades implementadas en el seminario de Química Orgánica de la Licenciatura en Química que brinda la Universidad de Zulia, se puede articular el desarrollo sostenible con el fin de lograr los objetivos que propone la UNESCO. (Parra, 2011)

Encontrando que ninguno de los estudiantes que participaron en la investigación tenían previamente una instrucción adecuada al Desarrollo Sostenible (DS). Los

diseños de sus instrumentos se basaron en el modelo instruccional de PRADDIE³, y utilizando las TIC como fuente de apoyo. (Parra, 2011)

La investigación de Parra muestra un claro ejemplo de que la EDS es una fuente viable en los contenidos de la enseñanza de la química y su directa relación con el desarrollo sustentable (DS) (Parra, 2011).

Así, este trabajo permitió encaminar esta investigación a la selección y adecuación de los instrumentos para caracterizar las CS.

Es importante hacer referencia, también, al trabajo elaborado por Mora en el 2009, en el que informa que el consumo elevado de occidente ha causado grandes estragos ambientales, debido a su gran nivel de producción, confiando en que la actividad tecnológico-científica ayudará a mitigar las problemáticas ambientales que trae el consumismo. Además de que uno de los amplios caminos para satisfacer las necesidades ambientales se da en la educación; determinando que uno de los factores que debe mejorar el docente para que las generaciones próximas acudan al DS adecuadamente sea el del *“requerimiento de procesos de apertura de los paradigmas teóricos, las barreras institucionales y los intereses disciplinarios”*. (Mora, 2009)

Así, como se mencionaba anteriormente, uno de los causantes de los problemas ambientales, son los desechos indiscriminados de las basuras sólidas, principalmente por aquellas que son permisibles de reciclar, como los plásticos, siendo esta una de las premisas del planteamiento del problema en esta investigación.

En este punto es importante mencionar, como lo expresa Mora, (2009) que el papel del profesor debe estar direccionado como transformador de ambientes por su saber y no por el diseño de un currículo y una serie de órdenes a cumplir, para tomar la EDS como un pensamiento sistémico para la construcción de un conocimiento con el estatus y la dignidad de un intelectual de la sociedad y para la sociedad. (Mora, 2009).

Lo que facilita la interacción interdisciplinar con los estudiantes desde sus diferentes saberes, encontrando importante lograr que ellos enfocaran sus habilidades mentales al compromiso por lo ambiental.

En otro sentido, se hace referencia al trabajo que en el 2014 fue adelantado por Felipe Calderón y Mauricio Martínez; *“Gestión Sostenible de Residuos Plásticos”*, formulado en Colombia. Esta investigación se hace con los propósitos de fomentar, realizar y caracterizar diferentes metodologías correspondientes a actividades educativas, tecnológicas y de desarrollo científico-tecnológico integradas al proceso pirolítico utilizado como una emergente solución al problema de los desechos sólidos plásticos. (Calderón & Martínez, 2014)

Así, Calderón y Martínez proponen dar solución a una problemática proveniente por el mal uso que se dan a los residuos sólidos reciclándolos y transformándolos

³ Preanálisis, Análisis, Diseño, Desarrollo, Realización y Evaluación. Pedro S, Cookson. (2003)

en combustibles líquidos como gasolina, kerosene y diésel, y de algunos gaseosos como el metano y etano.

Dicha investigación tuvo una articulación a la escuela, donde los estudiantes del colegio Simón Bolívar de Suba, participaron activamente con el programa de reciclaje diseñado por los autores, para combatir un problema residual enfocado a la educación ambiental del cual no existen registros, sino una pequeña mención. (Calderón & Martínez, 2014)

La continuación de este trabajo se da en el 2016, donde Calderón muestra el progreso que tiene su industria en el municipio de Funza, Cundinamarca, en Colombia, siendo significativamente amplio en cuanto a la pirolisis térmica del plástico, obteniendo combustibles líquidos; cuantificando, describiendo y caracterizando cada uno de los productos que se obtiene del proceso pirolítico y cómo lo logra con su planta tipo Batch. (Calerón , 2016)

Finalmente, una tesis de grado de la universidad de América, en Colombia, menciona y genera datos importantes sobre la pirolisis térmica y la caracterización de los combustibles líquidos que se obtienen derivados de los residuos plásticos de alimentos, realizada por Mesa, M. y Ortiz, C. (2016). (Mesa & Ortiz, 2016)

La lectura de estos últimos trabajos generó la curiosidad de lograr articular, desde una mirada científica, el valor agregado que tiene la temática de pirolisis térmica para producir combustibles con capacidad de reutilización (gasolina, diésel y keroseno), a la secuencia de actividades, facilitándole al estudiante el componente físico del funcionamiento de un reactor pirolítico y las reacciones y químico dentro del mismo.

6. MARCO TEÓRICO

La articulación de las diferentes disciplinas en el ámbito escolar, deben estar orientadas a la integración conjunta de la manera más adecuada, permitiendo que las nuevas didácticas faciliten y fortalezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, por esta razón, el profesor debe ser quien formule desde su saber cómo orientador, las opciones para que la implementación de diferentes investigaciones, sean usadas como punto de palanca en el aprendizaje. (Mckeown, 2002)

Sin embargo, algunas de las nuevas prácticas de enseñanza que se dan a partir de las investigaciones educativas, no están siendo articuladas en las instituciones escolares, ya sea por políticas de los países o porque los docentes no participan activamente en los congresos o cumbres en pro del ambiente (Mckeown, 2002), aun sabiendo que estas reuniones se orientan para que las naciones tomen las acciones desde la educación como hilo conductor.

Así, la orientación que tiene esta investigación se generó en el ámbito escolar incursionando frente a los problemas actuales de contaminación ambiental por residuos sólidos plásticos que desde la Educación para el Desarrollo Sustentable se propone a buscar solución de manera efectiva.

En este orden de ideas, se acogió la estrategia educativa que la UNESCO propuso después de las cumbres celebradas alrededor del mundo, que han evolucionado para proteger al planeta desde la formulación del *Desarrollo Sustentable*, la *Educación para el Desarrollo Sustentable* y las *Competencias en Sustentabilidad*.

De manera que, para comenzar, es pertinente diferenciar entre los términos *Sustentabilidad* y *sostenibilidad*, para luego pretender una reseña histórica de cómo se gestaron estas nuevas iniciativas y cómo se utilizaron en este trabajo de investigación.

6.1. Neologismo, Sustentabilidad y Sostenibilidad

El término sustentabilidad se menciona entre líneas en diferentes artículos basados en, ya sea, la EDS, el DS, la EPT o la EA,⁴ así, como lo menciona Díaz en 2009. De igual manera dice que se da en evolución de acuerdo con las concepciones que a él le atañen, describiendo además que existen los términos de sustentabilidad fuerte (capital natural) y sustentabilidad débil (bienestar). (Díaz, 2009)

⁴ EDS: Educación para el Desarrollo Sustentable. DS: Desarrollo Sustentable. EPT; Educación para Todos. EA: Educación Ambiental.

Siendo ésta la primera aproximación a lo que realmente se refiere el término; sustentabilidad y sostenibilidad, discrepancia entre naturaleza y el bienestar.

De igual manera, en el mismo documento, el término sustentabilidad se define de acuerdo con tres categorías generales: límites, potencial de la naturaleza y la complejidad ambiental. Agregando, asimismo que:

“el concepto sustentabilidad promueve una nueva alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y la tecnología, y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad – en valores, creencias, sentimientos y saberes- que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta tierra” (Díaz, 2009)

En este sentido, para tener una sociedad más sustentable, es imprescindible el accionar del hombre en los procesos ambientales, económicos y sociales, para que se efectúen y se desarrollen a cabalidad.

Además de esto, Cortés, H. y Peña, J (2015), citando a Villamizar, detallan que los términos difieren entre sí, por el hecho de que el desarrollo sustentable o sustentabilidad, es aquel que crea las condiciones para que se sustenten los tres ámbitos sin afectar las generaciones futuras, mientras que el desarrollo sostenible o sostenibilidad se da cuando se puede sostener un equilibrio entre los ámbitos, sociales, económicos y ambientales. (Cortés & Peña, 2015)

Asimismo, Sauvé y Girault. (2008), identifica que en algunos países latinoamericanos se distinguen el desarrollo sustentable como el desarrollo capaz de sustentar y alimentar la vida biológica y cultural, sin afectar los recursos de las generaciones futuras, mientras que sostenibilidad hace referencia al desarrollo económico. (Sauvé & Girault, 2008)

Sauvé también cita a Gaudiano, quien asegura que los países desarrollados difieren de los latinoamericanos por condiciones socio-ecológicas; alimentación, pobreza, diversidad cultural, derechos humanos, etc. preocupaciones estrechamente asociadas a realidades ambientales críticas, de política y de transformación. (Sauvé & Girault, 2008).

Por tal razón, se descarta que el problema sea de traducción, como algunos autores lo comentan. (Ramírez, Sánchez, & García, 2004). a sabiendas que el neologismo difiere en los países de occidente y de oriente.

Con base en esta información, en este trabajo se hizo referencia al término sustentable y sus derivados, dando significado concreto a las capacidades de crear para sustentar los ámbitos, sociedad, economía y ambiente. El ciclo que permite comprender la relación de los tres ámbitos se puede observar en la figura 1.

De igual manera se retoma lo que mencionan Florián y Suárez (2015);

“[...] teniendo en cuenta ambos conceptos, es importante reconocer cual es la prioridad de la educación con respecto al medio ambiente, ya que, si el objetivo es un bien propio, económico y hasta político se debe trabajar con la ideología de sostenibilidad, mientras que si se quiere preservar los recursos naturales y enseñar y aprender a usarlos la sustentabilidad es en lo que se debe pensar, no solo abarcando unos conceptos teóricos al respecto sino viviendo para la sustentabilidad.” (Florián & Suárez, 2015)

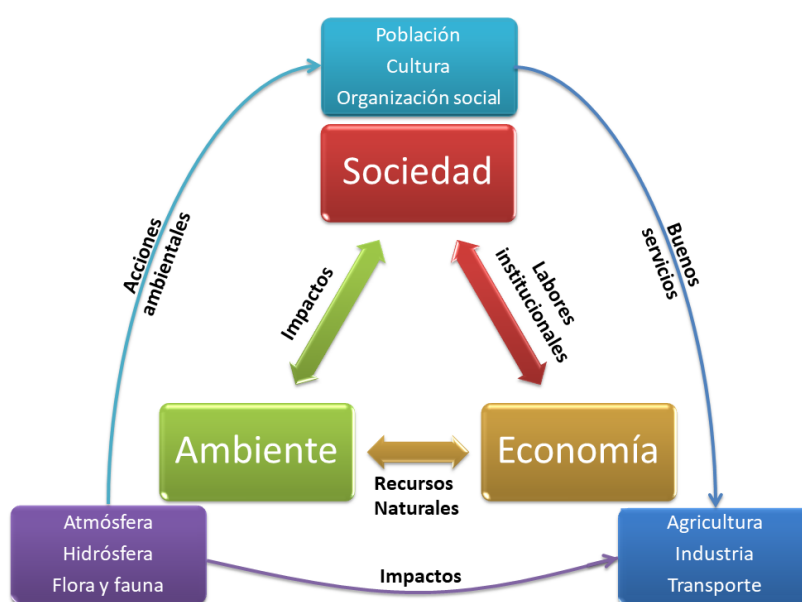


Figura 1. Relaciones entre los tres ámbitos. Tomada y adaptada de Calvente. (Calvente, 2007)

6.2. Desarrollo Sustentable

Como es sabido, las problemáticas ambientales comenzaron a hacerse notables en el siglo XVIII con la revolución industrial, que conllevó más adelante, (siglo XIX) a un nuevo sistema económico basado en el consumo de bienes y servicios, denominado Capitalismo que aún predomina y que ha explotado el planeta sin restricciones eficaces.

De esta manera, en los años 60 se conoció la importancia de generar acciones que ayudaran a controlar las problemáticas ambientales que empezaron a hacerse notables en el planeta, como el calentamiento global a causa de los gases invernaderos y el derretimiento de los polos. Con base en esto un grupo de políticos, científicos y comunidad en general, autodenominados como el Club de Roma, redactaron un informe donde evidenciaron estos peligrosos cambios. (Gómez, 2013)

Posteriormente, en 1972 un grupo de especialistas se reunieron en Founex, Suiza, y sentaron el documento base que serviría de apoyo para la tarea impartida a Gro Harlem Brundtland, quien sería ministra de ambiente de Suecia en esa época y quien organizó la primera comisión mundial ambiental en Estocolmo en el año 1987. De esta se rescató un documento final, que se dio a conocer como *“Por el bien común”* o *“Informe de Brundtland”*. (Gómez, 2013)

A partir de este instante, se comenzó a hablar y discutir de las acciones mundiales que se adoptarían para controlar y disminuir las emisiones contaminantes del planeta, desde el *Desarrollo Sustentable*. Sin embargo, los líderes mundiales, discreparon entre los dos términos.

Arribas, F. (2007), citando a Herman Daly, menciona que el desarrollo sustentable, principalmente es un nuevo sistema económico que favorecería las condiciones ambientales, aunque reconoce que los conceptos tengan definiciones ambiguas, puesto que “desarrollo” es incompatible en significado con “sustentable”, definiciones que los líderes de las cumbres discutirían y solucionarían como un oxímoron⁵. (Arribas, 2007)

De ahí que se definiera la idea de desarrollo sustentable como:

“el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”.
(Mckeown, 2002)

Aunque, se pensaría que todas las naciones participantes, implementarían esta idea, en algunos países, principalmente, en América Latina, se conciben definiciones un tanto más holísticas. (Calvente, 2007)

“Una sociedad en la cual el desarrollo económico, el bienestar social y la integración están unidos con un medioambiente de calidad. Esta sociedad tiene la capacidad de satisfacer sus necesidades actuales sin perjudicar la habilidad de que las generaciones futuras puedan satisfacer las suyas” (Calvente, 2007)

En consecuencia, la cumbre que tuvo lugar en Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992 declaró el escrito que por nombre lleva Programa 21; este da detalles importantes sobre las acciones antrópicas que estipulan 27 principios del desarrollo sustentable, y que se da con el propósito de establecer una alianza mundial en el que los estados están comprometidos al desarrollo ambiental. (UNESCO, 2012)

Así, el desarrollo sustentable está dado por las nuevas necesidades que surgen por la actividad humana en los contextos; ambiente, sociedad y economía, los cuales se interrelacionan para dar respuesta a las problemáticas ambientales, de salud, de pobreza, vivienda, alimentación, etc. (Mckeown, 2002)

⁵ “expresión que contiene palabras de significado opuesto y que da lugar a sentidos inesperados”.
Arribas, F. 2007.

En adelante, los temas sobre lo ambiental tomaron tal fuerza que hacia el año 2002, se celebró la cumbre Río+10 en Johannesburgo, donde se incluyó la propuesta “*El decenio de las Naciones Unidas de la Educación para el Desarrollo Sustentable*” (UNESCO., 2014)

6.3. Educación para el Desarrollo Sustentable

Un referente teórico importante para adentrar la EDS, es la cumbre celebrada en Río de Janeiro en el año 1992, donde sale como resultado el Programa 21; documento compuesto por 40 capítulos donde toma interdisciplinariamente la educación en cada uno de ellos y que se implementaría durante los próximos diez años (UNESCO, 2012), así mismo en el capítulo 36, se toca el decisivo papel de la educación, la formación y la sensibilización para lograr el desarrollo sustentable. (UNESCO, 2014.)

Cumplidos los diez años desde la cumbre de río, se llevó a cabo en Johannesburgo la cumbre Río+10, que formuló, desarrolló y estipuló el proyecto de cara a los años 2005-2014 donde subrayan que la EDS sería la herramienta para que *los futuros líderes crecieran con la idea de un mundo más sustentable*. (UNESCO, 2012)

De esta manera. la EDS surgió como una propuesta a partir de las conclusiones de la cumbre mundial de Johannesburgo en el 2002, y que conllevó al “*Decenio de la Educación para el Desarrollo Sustentable 2005-2014*”, como ya se mencionó, la cual para el final de la década la EDS estuviese apropiada en cada persona del mundo globalizante. (Calderón, Sumarán, Chumpitaz, & Campos, 2016)

De igual manera Calderón et al. 2011 citan la UNESCO que define la EDS como un proceso educativo permanente que está presente en toda la vida del sujeto y que busca generar conciencia en el desarrollo sustentable. (Calderón et al. 2016)

Asimismo, la UNESCO propone cuatro ejes fundamentales para alcanzar los objetivos⁶ de la EDS:

1. *Mejorar el acceso y la retención en la educación básica de calidad; lo que indica que se deben hacer los mayores esfuerzos para la no deserción de estudiantes a la educación de calidad.*
2. *Reorientar los programas educativos existentes para lograr la sustentabilidad; revisando qué se enseña, cómo se enseña y cómo se evalúa, centrando los objetivos en la sustentabilidad.*
3. *Aumentar la comprensión y conciencia pública en relación con la sustentabilidad; interviniendo en los medios de comunicación para que*

⁶ Véase figura 2

todas las comunidades estén enteradas de los programas sustentables y sean partícipes de ello.

4. *Proporcionar formación a todos los sectores de la fuerza laboral; donde todos los sectores industriales deben tener capacitaciones respecto al desarrollo sustentable. Este eje incluye la educación informal. (UNESCO, 2012).*

Es más, la UNESCO desarrolla diversas herramientas pedagógicas para cumplir sus objetivos, entre otras, como el libro de consulta para fomentar la EDS, que se compone de múltiples instrumentos dirigido a las próximas generaciones, teniendo una panorámica transversal y sistémica de la sustentabilidad en pro con el medio ambiente. (UNESCO 2012).

En suma, la EDS consiste en educar para generar transformación social y con el objetivo de crear sociedades más sustentables. Esta toca todos los aspectos de la educación, incluidas la planificación, el desarrollo de políticas, la implementación de programas, el financiamiento, los programas curriculares, la enseñanza, el aprendizaje, las evaluaciones y la administración. Su meta es brindar una interacción coherente entre la educación, la conciencia pública y la capacitación con miras a la creación de un futuro más sustentable (UNESCO, 2012; p.34). Como también dice que:

“La EDS es una educación holística y transformadora que atañe al contenido y los resultados del aprendizaje, la pedagogía y el entorno de aprendizaje. La EDS logra su propósito transformando a la sociedad.” (UNESCO, 2014)

Ahora bien, el rol de la educación ha de estar direccionado para lograr un cambio de pensamiento lineal por uno sistémico permitiendo nuevas formas de actuar a sabiendas que los problemas ambientales hacen parte de un sistema conjunto entre múltiples accionantes. (UNESCO, 2012).

En este sentido Pujol (Rodríguez, Guerra, & Guzmán, 2011) dice que las instituciones tienen que ir encaminadas por los principios del desarrollo sustentable, implicando las directivas de los colegios a “definir un proyecto educativo que explicita, sistematice y planifique, la voluntad de cambiar estilos de sentir, pensar y actuar”. (Rodríguez et al., 2011. p. 133).

Asimismo, la EDS debe estar comprometida al cumplimiento de los objetivos en sustentabilidad propuestos en la agenda 2014-2030, los cuales se pueden observar en la figura 2.



Figura 2. Objetivos de la Sustentabilidad. (Tomado de: Naciones Unidas. Cepal. 2016) (Bárcena, Cimoli, & Pérez, 2018)

6.4. Competencias para la Sustentabilidad

Después del decenio para el desarrollo sustentable 2005-2014, la UNESCO propone en su Agenda global post 2015, los nuevos criterios y parámetros que direccionan hasta el 2030 el DS. Murga 2015, los recopila y da una información detallada y con aplicabilidad en la educación. Explicando todas las variables y todas las competencias que cada persona debe desarrollar en cara al 2030.

Así, esta estructuración reconoce cuatro variables que deben tomarse en cuenta según se sitúe el campo de acción, caracterizándolas como:

1. *Integrador; donde las personas tengan una visión holística, que integren todos los factores que interactúan en la comunidad (económicos, sociales, ambientales), adoptando actitudes que fortalezcan un pensamiento sistémico y tomen una relevancia educativa de primer nivel.*
2. *Contextual; comprende el entorno cultural, determinando que las nuevas variables están firmemente aliadas con los problemas dentro de las comunidades, quienes lo participante están sujetos al cambio por un desarrollo sustentable.*
3. *Crítico; determina un cambio de pensamiento respecto al actual de producción-consumo, optando por posturas críticas que obedezcan a un pensamiento sistémico.*
4. *Transformativo; relacionado con el anterior, pero con aplicabilidad, donde la toma de decisiones resulta ser fundamental.* (Murga, 2015)

Las competencias en sustentabilidad están relacionadas con las cuatro ideas anteriores, que han de multiplicar las capacidades, actitudes y aptitudes de las personas en pro de la sustentabilidad. De esta manera se especifica las

competencias y los componentes para que las nuevas generaciones tengan o no CS.

En este orden de ideas, el trabajo que realiza Murga 2015, detalla finamente las características precisas de una persona con competencias sustentables y dado que la UNESCO presenta varios roles y metas para el desarrollo sustentable, Murga adecua los contenidos para facilitar el trabajo del docente, ordenando las competencias en rúbricas que permiten un análisis práctico.

Así, indica que con base en los cuatro prismas⁷ de la UNESCO, se determinan las competencias, los componentes y los logros según sea el caso, esquematizándolos y resumiéndolos en la tabla 1:

Tabla 1. Matriz Básica de Competencias para la sustentabilidad. (Tomada de Murga, 2015)

Competencias (UNESCO, 2014, p12)	Componentes	Capacidad para
Análisis crítico	Pensamiento Crítico Compromiso ético Compromiso intelectual	-Comprender que el conocimiento es incompleto y está teñido de subjetividad. -Comprender que todo sistema (conceptual, socioeconómico, etc.) presenta disfunciones que pueden ser identificadas y corregidas. -Reconocer las disfunciones sociales y económicas que se oponen al desarrollo sostenible. -Proponer alternativas de mejora.
Reflexión sistémica	Pensamiento relacional Pensamiento Holístico Sentimiento de pertenencia a la comunidad de vida	-Comprender la realidad, física y social, como un sistema dinámico de factores interrelacionados, a nivel global y local. -Comprender las interrelaciones entre valores, actitudes, usos y costumbres sociales, estilos de vida. -Profundizar en las causas de los fenómenos, hechos y problemas. -Comprender al ser humano como un ser ecodependiente.
Toma de decisiones colaborativa	Habilidades argumentativas Habilidades participativas Compromiso democrático y con los derechos humanos universales	-Poner en juego habilidades de trabajo colaborativo en grupos diversos. -Reconocer el derecho de las personas a participar en todas las cuestiones que les afectan y en los procesos de desarrollo sostenible (procesos endógenos)
Sentido de responsabilidad hacia las generaciones presentes y futuras	Compromiso ético Compromiso Social Pensamiento anticipatorio Pensamiento sincrónico y diacrónico Responsabilidad universal, sincrónica, diacrónica y diferenciada Compasión	-Comprender los efectos que, a medio y largo plazo, tienen los comportamientos individuales sobre los usos y costumbres sociales, y, a través de ellos, sobre colectivos humanos de la propia comunidad y de otras. -Comprender las consecuencias de los comportamientos individuales sobre las condiciones biológicas necesarias para la vida, presente y futura. -Cuidar las relaciones intra e intergeneracionales, con criterios de equidad y justicia.

⁷ Véase Murga, M. (2015). *Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015*. Pág. 65.

		-Contribuir al cambio por la sostenibilidad, adoptando alternativas e insostenibles hoy consolidados.
--	--	---

Seguidamente describe las rúbricas por individual con la intención de valorar las competencias permitiendo al docente expresar con precisión qué espera del estudiante en el ámbito de la EDS. Así concreta las rúbricas para cada una de las competencias en sustentabilidad, sin dejar de lado que el docente posee los criterios necesarios para proponer diferentes y otros logros más. (Murga, 2015)

Igualmente, identifica tres niveles de dificultad en orden creciente para cada competencia según sea su capacidad de descripción, explicación y comprensión como metas para el DS. Sin embargo, las rúbricas que presenta están direccionadas a estudiantes universitarios y aclara que no es normatividad seguirlas, sino al contrario, los profesores deben formular los diferentes indicadores de desempeño según sea su contexto. (Murga, 2015). Por tal motivo se adaptan las rúbricas de acuerdo con la población de estudio⁸.

6.4.1. Análisis Crítico.

El estudiante debe tener un pensamiento crítico con un compromiso ético e intelectual. Se proponen diferentes indicadores de desempeño según sea el nivel de dificultad. (Murga, 2015)

Tabla 2. Análisis Crítico. (Tomada de Murga, 2015)

Componentes: **Pensamiento crítico. Compromiso ético. Compromiso intelectual.**

Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño		
	(Resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
-Comprender que todo paradigma, enfoque o punto de vista está sujeto a coordenadas temporales, culturales, económicas, etarias, emocionales, etc. -Comprender que el conocimiento es incompleto y está teñido de subjetividad. -Comprender que todo sistema (conceptual, socioeconómico, etc.) presenta disfunciones que pueden ser identificadas y corregidas. -Etcétera.	-Identifica posibles fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis. -Utiliza fuentes de reconocida solvencia para obtener información. -Formula preguntas sobre las causas de los problemas y cómo resolverlos. -Enumera los hipotéticos prejuicios, estereotipos, tendencias y distorsiones que pudieran subyacer a una suposición. -Etcétera	-Verifica el rigor de la información recibida contrastando fuentes de reconocida solvencia. -Valora con argumentos las fortalezas y debilidades de las tesis y comportamientos ajenos. -Clarifica los motivos no explícitos de los comportamientos y posiciones propias (valores, afectos, intereses, etc.) -Etcétera	-Emite juicios basados en evidencias y argumentaciones propias. -Identifica las implicaciones éticas de los problemas y las tiene en cuenta en sus argumentaciones. -Identifica intereses individuales o grupales incompatibles con el bienestar colectivo, presente y futuro. -Propone alternativas de mejora y actúa en consecuencia. Etcétera

⁸ Véase Metodología

6.4.2. Reflexión Sistémica.

Esta competencia está direccionada desde la adaptación del pensamiento sistémico y a la interpretación del mundo como un todo, uniendo todos los sistemas en conjunto. (Murga, 2015)

Tabla 3. Reflexión Sistémica. (Tomada de Murga, 2015)

Componentes: **Pensamiento sistémico, relacional, holístico. Sentido de pertenencia a la comunidad de vida.**

Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (Resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
<p>-Comprender la realidad, física y social, como un sistema dinámico, a nivel global (macro) y local (micro).</p> <p>-Comprender las interrelaciones entre valores, actitudes, usos y costumbres sociales, estilos de vida: y de todos ellos con las problemáticas socioambientales.</p> <p>-Comprender al ser humano como un ser ecodependiente.</p> <p>-Etcétera.</p>	<p>-Enumera los factores de un hecho, fenómeno o situación y las relaciones bidireccionales recíprocas</p> <p>-Enumera las interrelaciones entre valores, actitudes, usos y costumbres sociales, estilos de vida.</p> <p>-Enumera los efectos y emergencias que se derivan de las interrelaciones.</p> <p>-Enumera las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de una situación.</p> <p>-Etcétera</p>	<p>-Describe las relaciones bidireccionales y cruzadas entre los factores.</p> <p>-Describe los efectos y emergencias que se derivan de las interrelaciones, a nivel micro y macro.</p> <p>-Describe las relaciones multidireccionales y de recursividad entre los factores.</p> <p>-Describe las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de una situación.</p> <p>-Expresa la información mediante un gráfico/mapa conceptual.</p> <p>-Etcétera</p>	<p>-Explica las causas de los fenómenos, hechos y problemas.</p> <p>-Justifica argumentativamente las interrelaciones entre las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de una situación.</p> <p>-Explica los vínculos de interdependencia entre las personas, los seres vivos y la naturaleza.</p> <p>-Propone acciones de mejora y cambio transformador hacia el desarrollo sostenible.</p> <p>-Etcétera</p>

6.4.3. Sentido de Responsabilidad.

Evalúa el compromiso ético y solidario en acción a un futuro humano, dirigido desde las perspectivas que estipula la carta de la tierra en la UNESCO. (Murga, 2015)

Tabla 4. Sentido de Responsabilidad. (Tomada de Murga, 2015)

Componentes: **Pensamiento anticipatorio. Compromiso ético y social. Responsabilidad: universal, sincrónica, diacrónica y diferenciada. Compasión y cuidado.**

Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (Resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
<p>-Comprender los efectos que, a medio y largo plazo, tienen los comportamientos individuales sobre los usos y costumbres</p>	<p>-Conoce los datos significativos de la huella ecológica y social de los países industrializados.</p>	<p>-Explica con argumentos el impacto de los usos sociales dominantes sobre las generaciones presentes y futuras; sus</p>	<p>-Desde una perspectiva <i>glocal</i>, explica argumentativamente las implicaciones sociales y éticas de los valores</p>

sociales, y, a través de ellos, sobre colectivos humanos de la propia comunidad y de otras. -Comprender las consecuencias de los comportamientos individuales y colectivos sobre las condiciones biológicas necesarias para la vida, presente y futura. -Adoptar alternativas posibles a los estilos de vida injustos e insostenibles hoy consolidadas. -Establecer relaciones humanas con criterios de equidad y justicia -Etcétera	-Identifica los valores que subyacen a los usos y costumbres sociales dominantes en la vida cotidiana. -Identifica las relaciones causales entre los usos y costumbres sociales y la actual crisis socioambiental. -Autoevalúa críticamente el propio estilo de vida, e identifica los valores tácitos que priman en los comportamientos propios. -Etcétera	debilidades, fortalezas y consecuencias futuras. -Desde una perspectiva local, explica argumentativamente las implicaciones sociales y éticas de los valores identificados en cada situación. -Anticipa posibles consecuencias y efectos de las acciones. -Propone comportamientos alternativos para lograr los cambios necesarios. -Etcétera	identificados en cada situación. -Adopta prácticas y pautas de consumo alternativas. -Realiza voluntariado social en ONG comprometido con la promoción del desarrollo sostenible. -Asocia distintos comportamientos cotidianos inspirados en una actitud de cuidado y empatía universal. -Etcétera
---	--	---	--

6.4.4. Toma de Decisiones Colaborativa.

Es una participación, donde las comunidades están orientadas bajo las ideas de su entorno, participando, escuchando, opinando o leyendo lo que los demás proponen. (Murga, 2015)

Tabla 5. Toma de decisiones. (Tomada de Murga, 2015)

Componentes: **Habilidades argumentativas y participativas. Compromiso democrático y con los derechos humanos universales.**

Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (Resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
-Poner en juego habilidades de trabajo colaborativo en grupos diversos. -Reconocer el derecho de las personas a participar en todas las cuestiones que les afectan y en los procesos de desarrollo sostenible (procesos endógenos) -Etcétera	-Formula propuestas para planificar el trabajo en equipo. -Conoce las propuestas de los miembros del equipo. -Participa en el debate sobre las distintas alternativas. -Utiliza argumentos para defender los puntos de vista propios. -Etcétera	-Afronta los conflictos mediante la negociación con los miembros del grupo. -Dialoga en contextos interdisciplinarios e intradisciplinarios. -Juzga las propuestas priorizando el criterio del bien común. -Etcétera	-Afronta los conflictos considerando las diferencias como aspectos positivos que enriquecen y mejoran al conjunto. -Facilita el consenso en caso de diferencias, desacuerdos o conflictos intra-grupo. -Etcétera

La descripción de estas competencias permite al investigador incluir nuevas variables y describirlas en sus propósitos, con el fin único de enseñar a los

estudiantes los componentes básicos que deben saber por la sustentabilidad y por el desarrollo sustentable.

De esta manera se logra enfocar el trabajo de investigación para que el estudiante fortalezca y apropie las competencias en sustentabilidad acordes con el planteamiento del problema y la secuencia de actividades.

Una limitante importante fue la distribución del tiempo por tal motivo se descartaron dos rúbricas de evaluación con el fin de enfocar la investigación hacia una *Reflexión Sistémica* y un *Análisis Crítico*. Estas se seleccionaron para perfilar al estudiante hacia el entendimiento de que el entorno vivo es un constante dinamismo en el que el convergen múltiples variables, y hacia el análisis de las situaciones que se retoman a diario en las actividades antrópicas, estando teñidas de subjetividad.

6.5. Pirolisis Térmica

Para tener en cuenta las nuevas tecnologías que dan esperanza al problema contaminación por residuos sólidos plásticos se encuentra que una posible solución es la pirolisis térmica de las poliolefinas⁹

La pirolisis térmica se puede definir como el proceso químico que permite afrontar una realidad que va encaminada a la destrucción, amortiguando los problemas que hoy vive el planeta, sabiendo que estos derivan de las soluciones del ayer, como lo menciona una de las leyes del pensamiento sistémico (Osorio, 2007)

Otra definición de la pirolisis térmica es la que dan Mesa, M. y Ortiz, C (2016), siendo esta un proceso endotérmico de elevada energía que requiere temperaturas de por lo menos 350 a 650 °C, dependiendo del polímero a degradar; como el polietileno, poliestireno y polipropileno tanto virgen como de residuos. (Mesa & Ortíz, 2016)

Así, se recrea una nueva forma de emprender la transformación de materiales plásticos para la posterior utilización de un producto, sabiendo que este proceso revierte la composición de las poliolefinas llevándolas a un estado líquido, definiendo estas como; gasolina, keroseno y diésel.

Por tal motivo se pretende esta investigación con el fin simple de mostrar a los estudiantes un proceso que puede servir para dar solución al problema por basuras sólidas plásticas en su colegio, no obstante, determinando que la construcción de un reactor pirolítico requiere de un estudio ingenieril que dé cuenta de su viabilidad para la sustentabilidad, ya que este generará combustibles líquidos que al quemarlos producen los productos de la combustión (sea completa o incompleta).

⁹En química orgánica, son compuestos poliméricos de olefinas.

7. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos, se diseñó una secuencia de actividades que dieran cuenta de las competencias en sustentabilidad y de cómo afrontarlas desde la educación para el desarrollo sustentable consolidando las mismas.

7.1. Tipo de Investigación

Siguiendo el orden metodológico, esta investigación tiene un enfoque cualitativo, permitiendo así ahondar en diversas herramientas para obtener la información suficiente permisible de análisis. Según Deslaurier y Kérisit, citado en Loiselle y Harvey (2007), sitúan entre otras, la especificidad de la investigación cualitativa al nivel de la naturaleza de los datos, (que pueden ser reportados como datos de experiencias, representaciones u opiniones), estando en contacto directo con el grupo y de caracterizar el proceso de investigación.

De la misma forma, esta perspectiva interpretativa tiene herramientas útiles para la recolección de datos, como las entrevistas grupales o individuales, los grupos focales, cuestionarios o test con preguntas abiertas o cerradas, indispensables durante la fase de análisis. (Loiselle & Harvey, 2007)

Por consiguiente, esta investigación se implementó a partir del enfoque de la Educación para el Desarrollo Sustentable (EDS), y tuvo acción en el grupo de estudiantes que conforman el comité ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas.

7.2. Población

La población de esta investigación fue un grupo de jóvenes que conforman el grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, donde se enlistan veintiocho (28) estudiantes de grado noveno y décimo, aleatoriamente seleccionados por los docentes del área de ciencias de la institución.

Es importante mencionar que para esta investigación el grupo poblacional tuvo una serie de cambios, especialmente en la última actividad, la cual recogería los datos que contrastarían la información obtenida al comienzo de la secuencia de actividades.

Esto sucedió por causas internas del colegio, donde prevaleció la recuperación de clases sobre las situaciones extracurriculares. En ese orden de ideas, la cantidad de participantes del grupo fue disminuyendo progresivamente, siendo así que, para la última fase, solo estuvieron dieciocho estudiantes de los cuales solo seis (6) llevaron el proceso completo. De tal manera que para el análisis de la última fase se efectuó únicamente para los jóvenes que estuvieron desde el comienzo de la implementación.

7.3. Fases Metodológicas de la Investigación



Figura 3. Fases Metodológicas. Diseño del autor. Etapa Base: caracterización de las CS. Etapa cuerpo: conceptualización de temáticas. Etapa Sustentable: Diagnóstico de control. Etapa cierre: vídeo foro, diagnóstico final.

En la figura 6, se presenta la estructura general de este trabajo de investigación muestra. De esta manera, siguiendo el informe del decenio para la EDS 2004-2015 (UNESCO, 2014) que terminó recientemente, la UNESCO propone la nueva agenda para el desarrollo sustentable, estipulando 7 metas de cara al 2030, y que determina las nuevas competencias básicas para que la EDS sea implementada con mayor rigor en el aula. (Murga, 2015).

Así, la concordancia de la secuencia de actividades se organizó de acuerdo con el fortalecimiento de las CS en los estudiantes mediante las diferentes actividades que contextualizaron las problemáticas ambientales en su colegio y además de enfrentarse al funcionamiento de un reactor pirolítico planteando en una de ellas El enfoque está dado para que la formulación de este trabajo investigativo se origine con los estudiantes del grupo ambiental del colegio e interactúen con la regla básica de; reciclaje, reutilización recuperación y reducción de basuras plásticas (PEAD, PEBD, PP, EPS, PS)¹⁰ en este caso.

7.3.1. Etapa base.

En esta etapa se formula una actividad denominada “pre-test” que se direcciona a la identificación de las CS que se reconozcan en la comunidad. Esta actividad está contextualizada con el diseño del reactor pirolítico, donde el estudiante respondió a 6 preguntas, todas acordes con una lectura tomada de una revista

¹⁰ PEAD: Polietileno de alta densidad. PEBD: Polietileno de baja densidad. PP: Polipropileno. EPS: Poliestireno expandido. PS: Poliestireno

digital (Voltaico, 2017), así los estudiantes se vieron inmersos en una temática específica.

7.3.2. Etapa cuerpo.

Mediante una intervención didáctica, se hace la diferencia entre los conceptos de sustentabilidad y sostenibilidad en Latinoamérica, pertinente para el desarrollo de la secuencia. De igual manera mediante una actividad de fichas e imágenes se genera la interacción entre los tres ámbitos en sustentabilidad (economía, ambiente y sociedad) y los estudiantes, pertinentes para la evolución de las CS.

7.3.3. Etapa sustentable.

Seguidamente se planteó una intervención didáctica que tomó puntos de vista históricos que orientó a describir el proceso de la producción de poliolefinas industrialmente, además de las reacciones químicas dadas allí. De igual manera se desglosó una actividad de tipo Juego de Roles, donde se contrastaron diferentes tipos de materiales de uso industrial y cotidiano versus el plástico, tales como la cerámica, el vidrio y los metales.

Luego se aplicó un instrumento “test-control” con el fin de recolectar información que dio cuenta del progreso de los estudiantes en cuanto a las CS. Este instrumento se estructuró mediante un poster digital publicado por el periódico El Tiempo y del cual se propusieron seis preguntas abiertas que permitieran comprobar algún cambio en las CS. (Ver anexo V)

7.3.4. Etapa cierre.

Finalmente, se realizó una última intervención educativa con el fin de explicar las reacciones propias que se dan dentro de un reactor de pirolisis térmica y se complementó con una actividad rompecabezas, donde el estudiante debió apropiarse las reacciones armándolas de acuerdo con la información recibida.

De igual manera, se realizó un vídeo foro donde se mostraron dos vídeos en los cuales se explicó el funcionamiento de la pirolisis térmica.

En esta etapa, es pertinente mencionar que, durante el proceso, surgió una actividad extra que permitió esbozar lo que sería el funcionamiento y el proceso de la pirolisis térmica mediante una representación gráfica de un reactor pirolítico, realizada en conjunto con los estudiantes.

El esbozo del reactor pirolítico fue posible debido a los vídeos mostrados minutos antes, donde se evidenciaron los prototipos de máquinas de Ferrero M. (Mindalia, 2013) y el de Calderón, F. (2016)

Además, se evaluaron las CS mediante una actividad “post-test”, con la cual se pretendió obtener la información suficiente para contrastarla con el “pre-test y el “test-control”

Tabla 6. Resumen de la Metodología

Etapas	Objetivos de las actividades	Actividades
Etapa base	Conocer y/o identificar las competencias en sustentabilidad de los estudiantes del grupo ambiental a partir de un test introductorio.	Charla introductoria, e instrumento ‘test inicial’ donde se presenta la nueva alternativa de descontaminación plástica por medio de la pirolisis.
Etapa cuerpo	<ul style="list-style-type: none"> -Explicar la diferencia entre los conceptos Sostenibilidad y Sustentabilidad, además del abordaje de los tres ámbitos de la sustentabilidad. - Lograr que los alumnos comprendan los tres ámbitos de la sustentabilidad – medio ambiente, sociedad y economía. 	Se explica la diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad, además de la explicación de los tres ámbitos de la sustentabilidad, que incluye una actividad tomada y adaptada de la UNESCO.
Etapa sustentable	<ul style="list-style-type: none"> - Explicar a los estudiantes la temática de pirolisis, y las reacciones inherentes dentro del reactor pirolítico. -Contrastar mediante información suministrada por el docente, los diferentes tipos de materiales utilizados en la industria -Conocer información referente a los plásticos que los estudiantes sepan, además de identificar posibles competencias en sustentabilidad. 	<p>A partir de una intervención didáctica, se explica la composición química de algunas poliolefinas, y cómo se producen.</p> <p>Se realiza una actividad de juego de roles que pretende contrastar los materiales usados en la industria frente al plástico.</p> <p>Se evalúan las CS fortalecidas mediante un test-control.</p>
Etapa cierre	<ul style="list-style-type: none"> -Mostrar una alternativa de solución existente para las problemáticas de contaminación por plástico. -Explicar el proceso de Pirolisis de las poliolefinas y las reacciones químicas que se dan en el reactor de despolimerización. -Facilitar la comprensión de la temática ‘reacciones de pirolisis’, mediante una actividad rompe cabezas. -Evaluar las competencias en sustentabilidad desarrolladas por los estudiantes después de aplicada la estrategia didáctica 	<p>También, desde una intervención didáctica se explican las reacciones más importantes que se dan dentro del reactor pirolítico. De igual manera se presenta una actividad de rompecabezas.</p> <p>Se realizó un video foro, que consistió en la proyección de dos vídeos respecto a la despolimerización</p>

7.4. Rúbricas de Desempeño

Para la posterior evaluación de las CS en los estudiantes, se diseñaron tres instrumentos (ver anexos 1, 5 y 10) que permitieron dar cuenta de ello, esta se da conforme a las rúbricas de “Análisis Crítico” y “Reflexión Sistémica”

Tabla 7. Reflexión Sistémica. Adaptada al contexto de la población.

Componentes: **Pensamiento sistémico, relacional, holístico. Sentimiento de pertenencia a la comunidad de vida.**

Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
✓ Comprender las interrelaciones entre la comunidad, y las problemáticas socioambientales	✓ Enumera y/o menciona cada una de las relaciones entre las actitudes, aptitudes, costumbres y los problemas socioambientales.	✓ Describe las consecuencias de las acciones humanas realizadas en el sistema.	✓ Explica cada uno de los fenómenos hechos y problemas.
✓ Comprender al ser humano como un ser eco-dependiente.	✓ Enumera y/o menciona los efectos que se dan en las relaciones del sistema.	✓ Describe las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación.	✓ Propone acciones de mejora desde el desarrollo sustentable.
✓ Comprender las complicaciones que trae el tratamiento inadecuado de los desechos humanos en el sistema ambiental.	✓ Enumera y/o menciona las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación.	✓ Expresa la información mediante palabras descriptoras y/o describe fortalezas o debilidades de una situación.	✓ Argumenta por qué influye en la naturaleza la acción directa e indirecta del hombre.

Siguiendo el orden consecutivo de la implementación, se adaptó la rúbrica “Reflexión Sistémica” y “Análisis Crítico” de acuerdo con un contexto escolar, donde las dificultades ambientales son evidentes, ya que al respaldo de la institución se encuentra un lugar en la calle donde los residentes de los barrios aledaños desechan las basuras. Se debe aclarar que este no es un “chute” de basuras.

Por esta razón se les dio la información necesaria para concienciarlos respecto a las relaciones entre la comunidad y las problemáticas socioambientales principalmente.

También en cuanto al manejo correcto y la disposición adecuada de los desechos plásticos que se derivan de los empaques de refrigerios y de alimentos de la cafetería.

Tabla 8. Análisis Crítico. Adaptada al contexto

Componentes: **Pensamiento crítico. Compromiso ético. Compromiso intelectual.**

Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprender que el conocimiento está sujeto a cambios y no es completo. ✓ Comprender que todo aprendizaje, presentan problemas que pueden ser identificados y corregidos. ✓ Proponer actividades de mejora. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis. ✓ Se basa en argumentos válidos para obtener información. ✓ Expresa acciones según los valores, afectos o intereses 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Se incluye al dar información sobre la recibida. ✓ Describe con argumentos las fortalezas y debilidades de las premisas. ✓ Formula situaciones sobre las causas de los problemas y de cómo resolverlos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emite juicios basados en argumentos propios y en evidencias. ✓ Identifica intereses individuales o grupales incompatibles con el bienestar sistémico. ✓ Propone alternativas de mejora y actúa en pro de la mejora.

8. Resultados y Discusión

Durante el proceso de implementación de este trabajo de investigación se desarrollaron diferentes actividades que permitieron obtener datos importantes que se presentarán a continuación.

De esta manera, mediante el diseño de una secuencia de actividades se hizo el enfoque de reconocer al ser humano y la naturaleza en un ciclo dinámico que está estrechamente ligado con las actividades antrópicas y que, si algo sucede en una, traerá consecuencias para la otra.

Asimismo, se analizaron, con la incidencia de la secuencia de actividades, las CS inherentes a la EDS en los estudiantes del grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Varas y que se desarrolló a partir del problema que generan los RS y la pirólisis térmica.

Por último, de acuerdo con el desarrollo metodológico, para el análisis de las CS se emplearon las rúbricas que propone Murga y que se adaptaron en concordancia con el contexto de la población. (Tabla 6 y 7)

8.1. Actividad “pre test”

Para identificar el nivel en CS de los estudiantes del grupo poblacional, se implementó un instrumento pre-test el cual consta de 6 preguntas.

A continuación, se presentan un consolidado general, que, por cuestiones de análisis, se desarrolla con la técnica de vaciado, que resume las respuestas de los estudiantes puesto que fue un grupo conformado por 28 jóvenes.

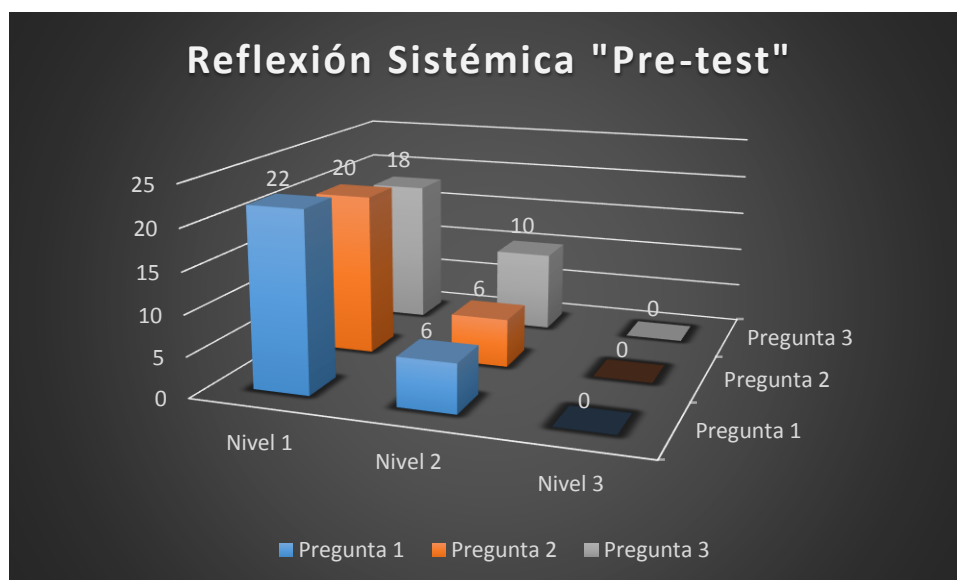
8.1.1. Reflexión Sistémica.

Desde este punto, se logró evidenciar que la gran mayoría de los estudiantes se encontraron en un nivel 1, según la tabla 6, que permitió determinar sus competencias en las que:

“está implicada la propia actitud para organizar el conocimiento y articularlo haciendo visible el contexto, lo global, lo multidimensional y lo complejo”
(Murga, 2015)

De tal manera que, para este trabajo, se fundamentaron las respuestas de los estudiantes concernientes a las acciones antrópicas actuales, describiendo algunas de ellas de acuerdo con los indicadores de desempeño de la rúbrica, actuando desde el conocer y comprender y el saber actuar. Los resultados se muestran en la gráfica 1.

En el trabajo realizado por Castillo, R. y Ladino, Y. (2016), se menciona que las CS deben estar reflejadas en el currículo de las instituciones, además, estas deben partir de dos dimensiones; conocer y comprender y saber actuar, donde los estudiantes muestran gran interés por conocer qué sucede con las acciones humanas en los ecosistemas y qué puede hacer para solventarlo. (Castillo & Ladino, 2016)



Gráfica 1. Reflexión sistémica. Pre-test. Eje X: Nivel de las CS. Eje Y: Número de estudiantes. Eje Z: Pregunta del test.

Las respuestas a estas preguntas fueron en general los impactos antrópicos en el planeta, reconociendo que la acción de botar basura indiscriminadamente a las calles es la principal ruta de contaminación marítima, además, mencionan que otra actividad que no se ha desarrollado a fondo es la del reciclaje, donde no se tiene la conciencia y no se entienden las consecuencias del consumo excesivo de materiales poliméricos. Así, destacan que los principales agentes contaminantes son botellas y bolsas plásticas.

De igual manera muestran interés mencionando con palabras en futuro el cómo se vería afectado el ciclo marino, las fuentes hídricas, la pesca y por ende la alimentación del hombre, determinando que la mayoría de los estudiantes tienen un nivel 1 en las rúbricas que propone Murga ya que solamente mencionan o enumeran las acciones del ser humano que afectan los ecosistemas marítimos, siendo una categoría de evaluación de las CS.

También, se hace notable que un promedio de 20 estudiantes estarían en un nivel 2 ya que describen algunos efectos de las costumbres humanas en los ecosistemas marítimos, que se ven reflejadas en descriptores como "porque", "lo cual", "afecta" "consecuencia" o "para que". Además de mostrar tendencia hacia el conocer y el comprender la situación.

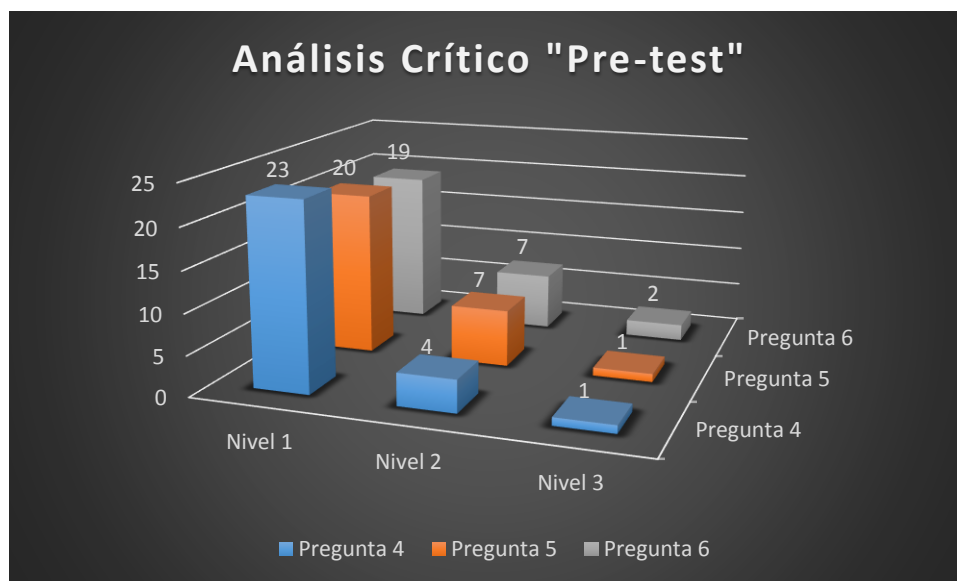
Tabla 9. Matriz de Desempeño de la Reflexión Sistémica para el pre test.

Categoría	Subcategoría	Indicadores de Desempeño			Estudiantes que no responden	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
Competencias para la Sustentabilidad	Reflexión Sistémica	Pregunta	¿Qué costumbres de la actividad humana afectan los ecosistemas marítimos?			0
		Comprender Interrelaciones entre la comunidad, y las problemáticas socioambientales	Enumera y/o menciona cada una de las relaciones entre las actitudes, aptitudes, costumbres y los problemas socioambientales	Describe las consecuencias de las acciones humanas realizadas en el sistema	Explica cada uno de los fenómenos hechos y problemas.	
		N° de estudiantes	22	6	0	
		Respuesta	<i>“*el desecho de basuras (plástico, agentes químicos, etc.) a los ríos. *La falta de normas que prohíban y ayuden a descontaminar los mares. *el no entrar en conciencia del daño que se les hace a los mares...”</i>	<i>“cuando botamos basura en el suelo o en ríos, lagunas y el mar, esto afecta al ecosistema y como consecuencia muere la vegetación, animales y cualquier tipo de vida...”</i>	---	
		Pregunta	¿Qué consecuencias traería que no existiera vida marítima en el ser humano?			2
		Comprender al ser humano como un ser eco-dependiente	Enumera y/o menciona los efectos que se dan en las relaciones del sistema	Describe las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación	Propone acciones de mejora desde el desarrollo sustentable	
		N° de estudiantes	20	6	0	
		Respuesta	<i>“*causaría un gran impacto en zonas pesqueras. *Se acabaría el ciclo marino de la vida, se acabarían las cuencas que sustentan la hidrografía y...”</i>	<i>“el ecosistema perdería su balance ya que la vida marítima contribuye manteniendo estable el ciclo biológico del planeta, por ejemplo: si se mueren...”</i>	---	
		Pregunta	¿Cómo podría ayudar en la conservación de los ecosistemas?			0
		Comprender las complicaciones de los desechos en el sistema ambiental	Enumera y/o menciona las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación	Expresa la información mediante palabras clave descriptoras y/o describe las debilidades y fortalezas de una situación.	Argumenta por qué influye en la naturaleza la acción directa e indirecta del hombre.	
		N° de estudiantes	18	10	0	
		Respuesta	<i>“Separando los residuos en la caneca, no botar basura en la calle”</i>	<i>“...es capacitando a todas las personas para que se den cuenta de lo que está sucediendo y darles consejos y recomendaciones para que puedan reciclar...”</i>	---	

8.1.2. Análisis Crítico.

Para el análisis previo del ítem “*análisis crítico*” se llevó a cabo la misma situación, resumiendo las respuestas de los estudiantes mediante una rúbrica de recolección de información (tabla 10), encontrando que los estudiantes tienden a responder de manera que su nivel en las CS sea 1.

De acuerdo con la gráfica 2, se puede observar que la tendencia es igual conforme a que los estudiantes enumeran y/o mencionan situaciones en su mayoría. No obstante, es importante decir que para esta rúbrica hay un promedio de 1 joven que tendría un nivel 3 puesto que su nivel argumentativo respecto a los indicadores de desempeño de la matriz de evaluación, emitiendo juicios desde su conocimiento; “*el químico Ramesh y el marino Holm se han preocupado por la gran problemática en el océano ... dando una solución sería para que el ecosistema se pueda sostener*”, identificando intereses; “*...para hacer reaccionar químicamente una sustancia y convertirla en una nueva con el fin de ahorrar materia prima...*” y proponiendo alternativas de mejora, como: “*...cuidar el espacio en el que convivo. Hablar con las personas para que también hagan lo antes mencionado*”. (Véase tabla 10)



Gráfica 2. Análisis Crítico. Pre-test. Eje X: Nivel de las CS. Eje Y: Número de estudiantes. Eje Z: Pregunta del test.

La generalidad de las respuestas de los estudiantes respecto al “*análisis crítico*” fue que un paso para evitar una mayor contaminación es reutilizar los plásticos y que además evitar su consumo excesivo. De igual manera, a modo general indican que las nuevas tecnologías son un apoyo que ayudará a descontaminar los ecosistemas, entre otros como el de la pirolisis.

De igual manera cabe destacar que algunos de ellos estarían en un nivel 3, puesto que proponen actividades que pueden solventar un poco la contaminación en los alrededores y reconocen que el cambio se da primero en nosotros.

Así, con este instrumento se identificó que los estudiantes del grupo ambiental, en general, tienen un nivel 1 en cuanto a las CS, tanto para la *“Reflexión Sistémica”* como para el *“Análisis Crítico”*.

Tabla 10. Matriz de Desempeño del Análisis Crítico para el pre test. Técnica de vaciado.

Categoría	Subcategoría	Indicadores de Desempeño			Estudiantes que no responden
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
Competencias para la Sustentabilidad Análisis Crítico	Pregunta	Qué información puede extraer de la frase “han querido poner su granito de arena para contribuir a acabar con este problema reciclando los residuos de plástico para obtener valioso combustible.”			0
	Comprender que el conocimiento está sujeto a cambios y no es completo.	Identifica fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis	Se incluye al dar información sobre la recibida	Emite juicios basados en argumentos propios y en evidencias	
	N° de estudiantes	23	4	1	
	Respuesta	<i>“que estos dos hombres han querido contribuir a ayudar el medioambiente reciclando y originando nuevos combustibles”</i>	<i>“Que todos y cada uno de nosotros hacemos el cambio y una pequeña acción puede hacer una gran diferencia y...”</i>	<i>“el químico Ramesh y el marino Holm se han preocupado por la gran problemática en el océano ... dando una solución sería para que el ecosistema se pueda sostener”</i>	
	Pregunta	¿Por qué se utiliza un reactor para descontaminar un ecosistema?			0
	Comprender que todo aprendizaje presenta problemas que pueden ser identificados y corregidos	Se basa en argumentos válidos para expresar la información	Describe con argumentos las fortalezas y debilidades de las premisas	Identifica intereses individuales o grupales compatibles y/o incompatibles con el bienestar sistémico	
	N° de estudiantes	20	7	1	
	Respuesta	<i>“para que su basura sea retirada y darle un nuevo uso y a su vez bajar el nivel de contaminación ambiental”</i>	<i>“...solución mucho más factible para la descontaminación del ecosistema, puede ayudar a que se conserve mucho más tiempo...”</i>	<i>“...para hacer reaccionar químicamente una sustancia y convertirla en una nueva con el fin de ahorrar materia prima...”</i>	
	Pregunta	Si usted quiere ayudar en la solución del problema, pero no conoce nada del tema ¿qué es lo primero que haría?			0
	Proponer actividades de mejora	Expresa acciones según los valores, afectos, intereses.	Formula situaciones sobre las causas de los problemas y de cómo resolverlos	Propone alternativas de mejora y actúa en pro del bienestar común.	
	N° de estudiantes	19	7	2	
	Respuesta	<i>“Indagar sobre el problema, informarme bien y saber una forma adecuada y útil en la que puedo ayudar.”</i>	<i>“saber del tema, después sabiendo las problemáticas que tiene eso pues lo haría para que todos los seres humanos respiren aire puro.”</i>	<i>“...cuidar el espacio en el que convivo. Hablar con las personas para que también hagan lo antes mencionado”</i>	

8.2. Actividad control

Con el fin de ir analizando las implicaciones didácticas de la secuencia de actividades hacia el fomento de las CS en los estudiantes, se llevó a cabo una actividad intermedia que permitió identificarlas, logrando obtener los siguientes resultados.

8.2.1. Reflexión Sistémica.



Gráfica 3. Reflexión Sistémica. Actividad Control. Eje X: Nivel de las CS. Eje Y: Número de estudiantes. Eje Z: Pregunta de la actividad.

Se observa que, para este instante los estudiantes apropian la información suministrada y se ve reflejado en las CS que fortalecen. Se logra entonces detallar que hay un promedio de 7 jóvenes que responden según los criterios formulados hacia los niveles 2 y 3 y en contraste con la actividad pre test.

Es importante aclarar que la cantidad de estudiantes que respondieron este test fue menor (21) ya que, por cuestiones académicas del colegio, algunos jóvenes no participaron del taller, como se mencionó anteriormente.

Murga (2015), aclara que para esta categoría el estudiante debe tener la capacidad de apropiar información y articularla en el contexto, esto se hizo visible en las respuestas que se resumen en la tabla 11, con respuestas como “*para el transporte de productos ya que baja el costo de comercio para su creación con materiales más baratos.*” donde el estudiante argumenta sus respuestas desde conectores argumentativos, o con respuestas como “*Ya que el ser humano se ve beneficiado uno puede reutilizar esas bolsas para la basura y podría hacer [...]*” genera propuestas de mejora, actuando sistemáticamente en el contexto.

Tabla 11. Matriz de Desempeño de la Reflexión Sistémica para la actividad control. Técnica de vaciado

Categoría	Subcategoría	Indicadores de Desempeño			Estudiantes que no responden	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
Competencias para la Sustentabilidad	Reflexión Sistémica	Pregunta	¿Por qué se genera la necesidad de la invención de la bolsa plástica?			2
		Interrelaciones entre la comunidad, y con las problemáticas socioambientales	Enumera y/o menciona las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación	Expresa la información mediante palabras clave descriptoras y/o describe las debilidades y fortalezas de una situación.	Argumenta por qué influye en la naturaleza la acción directa e indirecta del hombre.	
		N° de estudiantes	14	5	0	
		Respuesta	<i>“Se genera para poder cargar productos con mayor facilidad y comodidad.”</i>	<i>“para el transporte de productos <u>ya que</u> baja el costo de comercio para su creación con materiales más baratos.”</i>	---	
		Pregunta	¿Por qué el ser humano se ve o no, beneficiado por el plástico?			0
		Comprender al ser humano como un ser eco-dependiente	Enumera y/o menciona los efectos que se dan en las relaciones del sistema	Describe las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación	Propone acciones de mejora desde el desarrollo sustentable	
	N° de estudiantes	11	8	2		
	Respuesta	<i>“porque ha estado dependiendo un poco de él, se ha beneficiado y ha creado muchos nuevos productos.”</i>	<i>“Se ve beneficiado <u>ya que</u> el plástico tiene muchas utilidades industriales. Se ve maleficiado <u>ya que</u> no las reutilizan...”</i>	<i>“Ya que el ser humano se ve beneficiado uno puede reutilizar esas bolsas para la basura y podría hacer...”</i>		
	Pregunta	¿Qué consecuencias trae el sobre consumo de los plásticos del ser humano sobre el planeta?			1	
	Comprender las complicaciones de los desechos en el sistema ambiental	Enumera y/o menciona cada una de las relaciones entre las actitudes, aptitudes, costumbres y los problemas socioambientales	Describe las consecuencias de las acciones humanas realizadas en el sistema	Explica cada uno de los fenómenos hechos y problemas.		
	N° de estudiantes	11	7	2		
	Respuesta	<i>“efecto invernadero y matar a las aves y vida marina.”</i>	<i>“Que, al casi no reciclarse estos desechos terminan en el mar y van acabando con la vida poco a poco pero efectivamente.”</i>	<i>“La destrucción de ecosistemas y que las bolsas tardan 400 años en desintegrarse y sus residuos mucho más”</i>		

8.2.2. Análisis Crítico

Murga, citando a Morin (Murga 2015), además menciona que para incursionar más a fondo en la competencia de "Análisis crítico" se debe tener presente que el estudiante afronta la "ceguera de conocimientos: el error y la ilusión", describiendo así en esa frase, que el debate de cuestiones ambientales, para este caso, se resuelve argumentado sus propias ideas, a partir de un enfoque cultural y social el cual afecta la búsqueda de la verdad. Lo que se ve reflejado en la mayoría de los estudiantes.

En este punto, hay una tendencia visible y es que algunos estudiantes muestran apropiación de la información y responden de acuerdo con lo propuesto. (véase tabla 12).



Gráfica 4. Análisis Crítico. Actividad control. Eje X: Nivel de las CS. Eje Y: Número de estudiantes. Eje Z: Pregunta de la actividad.

De esta manera, se puede observar en la gráfica 4 que se evidencia un aumento significativo de los estudiantes en cuanto a su nivel en las CS. Situando un promedio de 5 en el nivel 2 y 2 en el nivel 3 según los indicadores de desempeño planteados.

Por ejemplo, para la pregunta 5 donde se ubican tres estudiantes, una de las respuestas es: "Haciendo un tipo de campaña y mostrarle a la comunidad lo que puede pasar si sigue el sobreconsumo", proponiendo actividades de mejora, un desempeño de la rúbrica, tabla 12.

Tabla 12. Matriz de Desempeño del Análisis Crítico para la actividad control. Técnica de vaciado

Categoría	Subcategoría	Indicadores de Desempeño			Estudiantes que no responden	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
Competencias para la Sustentabilidad	Análisis Crítico	Pregunta	¿Usted cómo podría ayudar a disminuir el sobreconsumo?			2
		Comprender que el conocimiento está sujeto a cambios y no es completo.	Expresa acciones según los valores, afectos, intereses.	Formula situaciones sobre las causas de los problemas y de cómo resolverlos	Propone alternativas de mejora y actúa en pro del bienestar común.	
		N° de estudiantes	12	4	3	
		Respuesta	<i>“Usando bolsas de tela”</i>	<i>“No utilizarlas para que así baje la demanda o reciclarlas y no comprar más bolsas sino hacerle...”</i>	<i>“Haciendo un tipo de campaña y mostrarle a la comunidad lo que puede pasar si sigue el sobreconsumo”</i>	
		Pregunta	Qué puede decir del subtítulo “<i>tiempo que tardan algunos productos en degradarse</i>”			2
		Comprender que todo aprendizaje presenta problemas que pueden ser identificados y corregidos	Identifica fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis	Se incluye al dar información sobre la recibida	Emite juicios basados en argumentos propios y en evidencias	
		N° de estudiantes	12	4	3	
		Respuesta	<i>“Que muestra el tiempo en el que las bolsas o plásticos se descomponen a comparación con otros materiales.”</i>	<i>“...hablando del plástico, ya que lo que nos interesa es cómo dejar de producirlo, ya no después.”</i>	<i>“Que de 100 a 1000 años las botellas de plástico y de PVC y PET tardan en descomponerse”</i>	
		Pregunta	¿Conoce o sabe alguna actividad humana que formulen actividades de reutilización del plástico?			1
		Proponer actividades de mejora	Se basa en argumentos válidos para expresar la información	Describe con argumentos las fortalezas y debilidades de las premisas	Identifica intereses individuales o grupales compatibles y/o incompatibles con el bienestar sistémico	
		N° de estudiantes	12	6	1	
		Respuesta	<i>“Si, el reciclaje de botellas y bolsas por parte de algunas personas dándole un uso distinto”</i>	<i>“Si, se usan para construir casas, las botellas plásticas se rellenan de bolsas plásticas y se crean casas”</i>	<i>“El ingeniero de Medellín que reutiliza el plástico para hacer bicicletas”</i>	

En el trabajo realizado por Castillo y Ladino (2016) se hace mención también que, para el “*análisis crítico*”, hay que proponer medidas preventivas o de control para disminuir efectos nocivos al medio ambiente, lo cual se hace evidente en los estudiantes en esta segunda fase.

En este orden de ideas, se logra identificar que los jóvenes tienden a afianzar la información, aprenderla, e implícitamente fortalecer las CS. Además, según la tabla 12, se muestra que algunas competencias de los estudiantes se pueden clasificar en niveles más avanzados de las CS, sin embargo, doce de los veintiún jóvenes se sostienen en el nivel 1.

8.3. Actividad post-test

Como se mencionó anteriormente, durante la aplicación de la secuencia didáctica, hubo diversas complicaciones que afectaron el correcto progreso de esta, entre otras, se hace especial énfasis en que los estudiantes de la población estuvieron en constante cambio, y que las directivas de la institución hicieron más relevante la recuperación de clases que los espacios extracurriculares.

Por esta razón, la actividad post-test, se realizó con un grupo más reducido y con la minoría de los estudiantes de la actividad pre-test. No obstante, se realizó el mismo ejercicio de análisis.

Así, se identificó que seis (6) estudiantes que respondieron al post-test, siguieron a cabalidad la secuencia de actividades, por tal motivo solo se hizo el análisis para estos estudiantes, a pesar de que hubo 12 jóvenes acompañantes, sin embargo, estos no correspondían al grupo ambiental y por ende no estuvieron en toda la secuencia didáctica. Es importante anotar que las primeras tres preguntas corresponden a cumplir los indicadores de desempeño de la rúbrica “*Análisis Crítico*”.

8.3.1. Análisis Crítico y Reflexión Sistémica.

Al desarrollar la última actividad, fue notorio que los estudiantes que siguieron el progreso tuvieron la tendencia a responder más acorde con los niveles de desempeño que fundamenta el nivel 2 de las CS, como se puede evidenciar en las rúbricas evaluativas. (Tablas 13 y 14)

Lastimosamente, no se pudo obtener más información sobre las CS en todo el grupo ambiental del colegio, pero si queda claro que algunos de los estudiantes las fortalecieron, según los niveles anotados en las rúbricas.

En este instante, es válido citar a Murga, quien dice que:

“...que las competencias deben estar enfocadas a enseñar a aprender; a formular preguntas críticas, aclarar los propios valores, planearse futuros más positivos y sostenibles; pensar de modo sistémico; responder a través del aprendizaje aplicado; y estudiar la dialéctica entre tradición e innovación. Y que estas deben estar acordes con factores cognitivos, axiológicos y procedimentales, implementando las dimensiones de conocer y comprender, saber actuar y saber ser.” (Murga, 2015)

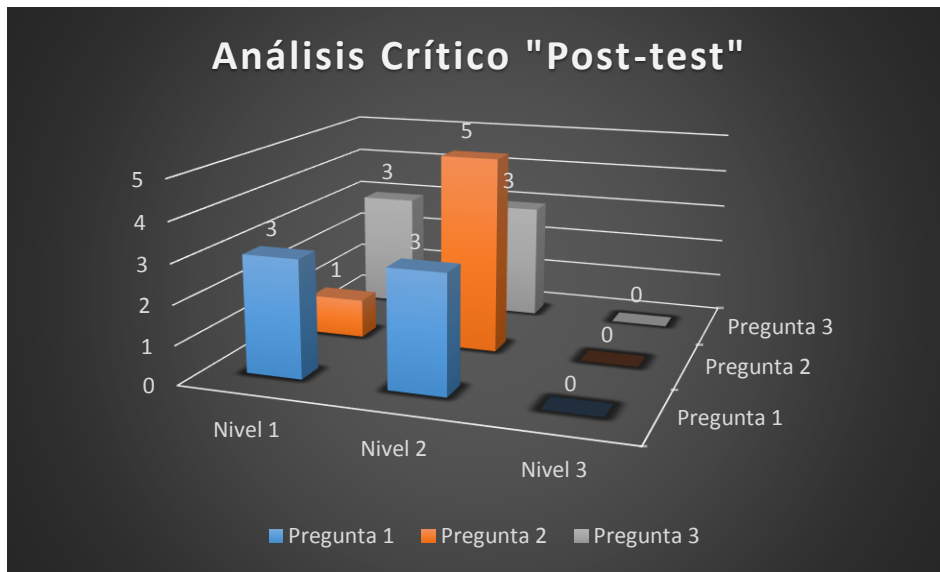
Con esta y las anteriores ideas, se demostró que los seis (6) estudiantes respondieron bajo estas premisas y que están en concordancia con los objetivos planteados.

En particular, en este instrumento los estudiantes respondieron que el hombre es el principal ser contaminante del planeta, que algunos buscan la mejor manera de disminuir su huella ecológica, pero sin mucho éxito. Además, mencionan que el cambio se debe hacer desde grupos de personas que estén dispuestos a lograr el cambio.

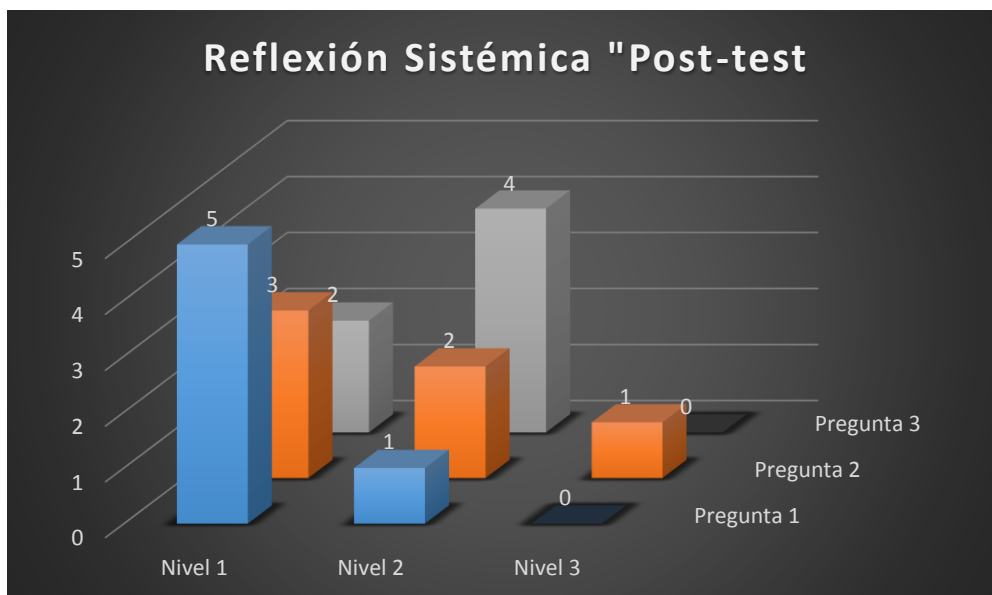
También, mencionan que algunos ya apropian actividades que evitarían una mayor contaminación, como reciclar tapas, bolsas, botellas, todas de material plástico, recordando que estos materiales traen consigo problemáticas ambientales serias, que derivan a los ecosistemas mundiales.

Sin embargo, algunos comentan que el ser humano también realiza, diseña y formula actividades que son permisibles de clasificar en buenos actos, y que sin su presencia no se pudieran desarrollar.

Tanto en el “Análisis Crítico” como en la “reflexión sistémica” los 6 estudiantes variaron entre el nivel 1 y 2, adecuando la información recibida con la arraigada, para dar respuestas concretas.



Gráfica 5. Análisis Crítico. Post-test. Eje X: Nivel de las CS. Eje Y: Número de estudiantes. Eje Z: Pregunta del test.



Gráfica 6. Reflexión Sistémica. Post-test. Eje X: Nivel de las CS. Eje Y: Número de estudiantes. Eje Z: Pregunta del test.

Es importante aportar que para que las CS sean fortalecidas o apropiadas, se debe llevar un orden secuencial de las actividades, además estar presente en el desarrollo como un profesional acompañante, donde se le permita al estudiante formular hipótesis propias siendo capaces de descubrir información nueva que les sea útil para el aprendizaje.

Tabla 13. Matriz de Desempeño del Análisis Crítico para el post-test. Técnica de vaciado

Categoría	Subcategoría	Indicadores de Desempeño			Estudiantes que no responden	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
Competencias para la Sustentabilidad	Análisis Crítico	Pregunta	¿Es posible lograr un cambio totalmente sustentable de acuerdo con el avance tecnológico?			0
		Comprender que el conocimiento está sujeto a cambios y no es completo.	Expresa acciones según los valores, afectos, intereses.	Formula situaciones sobre las causas de los problemas y de cómo resolverlos	Propone alternativas de mejora y actúa en pro del bienestar común.	
		N° de estudiantes	3	3	0	
		Respuesta	<i>“Si, ya que este cambio nos beneficiaría no solo a nivel nacional sino internacional”</i>	<i>“Es posible, pero eso depende de las personas que no aportan al reciclaje y que porque ya hay máquinas...”</i>	---	
		Pregunta	¿El desarrollo de los plásticos es un avance científico importante para la humanidad entera?			0
		Comprender que todo aprendizaje presenta problemas que pueden ser identificados y corregidos	Identifica fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis	Se incluye al dar información sobre la recibida	Emite juicios basados en argumentos propios y en evidencias	
		N° de estudiantes	1	5	0	
		Respuesta	<i>“Es un gran avance, con este se logran grandes cosas todos los días beneficiando a la humanidad...”</i>	<i>“Si porque nosotros necesitamos plástico para muchas cosas, lo único que faltaba era saber la manera de cómo evitar que contamine...”</i>	---	
		Pregunta	¿Cuáles son las implicaciones de las acciones del hombre sobre el planeta?			0
		Proponer actividades de mejora	Se basa en argumentos válidos para expresar la información	Describe con argumentos las fortalezas y debilidades de las premisas	Identifica intereses individuales o grupales compatibles y/o incompatibles con el bienestar sistémico	
		N° de estudiantes	3	3	0	
		Respuesta	<i>“Lo que el hombre ha hecho en el planeta ha sido contaminarlo y aprovecharse de la naturaleza, así que el hombre...”</i>	<i>“Esta es que suele hacer cosas nuevas con la tecnología, pero no se percata del daño que le hace al ecosistema.”</i>		

Tabla 14. Matriz de Desempeño de la Reflexión Sistémica para el post-test. Técnica de vaciado

Categoría	Subcategoría	Indicadores de Desempeño			Estudiantes que no responden	
		Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3		
Competencias para la Sustentabilidad	Reflexión Sistémica	Pregunta	¿Qué efectos trae consigo la mala disposición de los residuos plásticos?			0
		Interrelaciones entre la comunidad, y con las problemáticas socioambientales	Enumera y/o menciona las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación	Expresa la información mediante palabras clave descriptoras y/o describe las debilidades y fortalezas de una situación.	Argumenta por qué influye en la naturaleza la acción directa e indirecta del hombre.	
		N° de estudiantes	5	1	0	
		Respuesta	<i>“Muerte a nuestros ambientes, también la contaminación a ciudades urbanizadas...”</i>	<i>“Trae muchos efectos, en vez de botar toda esa basura, podríamos reciclarla...”</i>	---	
	Pregunta	Desde el desarrollo sustentable ¿usted qué hace por el bienestar común?			0	
	Comprender al ser humano como un ser eco-dependiente	Enumera y/o menciona los efectos que se dan en las relaciones del sistema	Describe las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación	Propone acciones de mejora desde el desarrollo sustentable		
	N° de estudiantes	3	2	1		
	Respuesta	<i>“Reciclar, ahorrar agua, casi todos no botamos basura a la calle”</i>	<i>“No lo hago a menudo, pero si cuido el ambiente recogiendo papeles y objetos plásticos, también suelo reciclar...”</i>	<i>“Crear cierta concientización sobre mí y mi comunidad, recrear y reutilizar cada residuo...”</i>		
	Pregunta	¿De qué manera influye la acción del hombre en la naturaleza?			0	
	Comprender las complicaciones de los desechos en el sistema ambiental	Enumera y/o menciona cada una de las relaciones entre las actitudes, aptitudes, costumbres y los problemas socioambientales	Describe las consecuencias de las acciones humanas realizadas en el sistema	Explica cada uno de los fenómenos hechos y problemas.		
	N° de estudiantes	2	4	0		
	Respuesta	<i>“Influye en cuidarla y amarla, es decir, no desintegrando las especies y las plantas del planeta”</i>	<i>“...influye de una manera mala ya que solo la destruye o se aprovecha de ella o simplemente la llena de sus desechos”</i>	---		

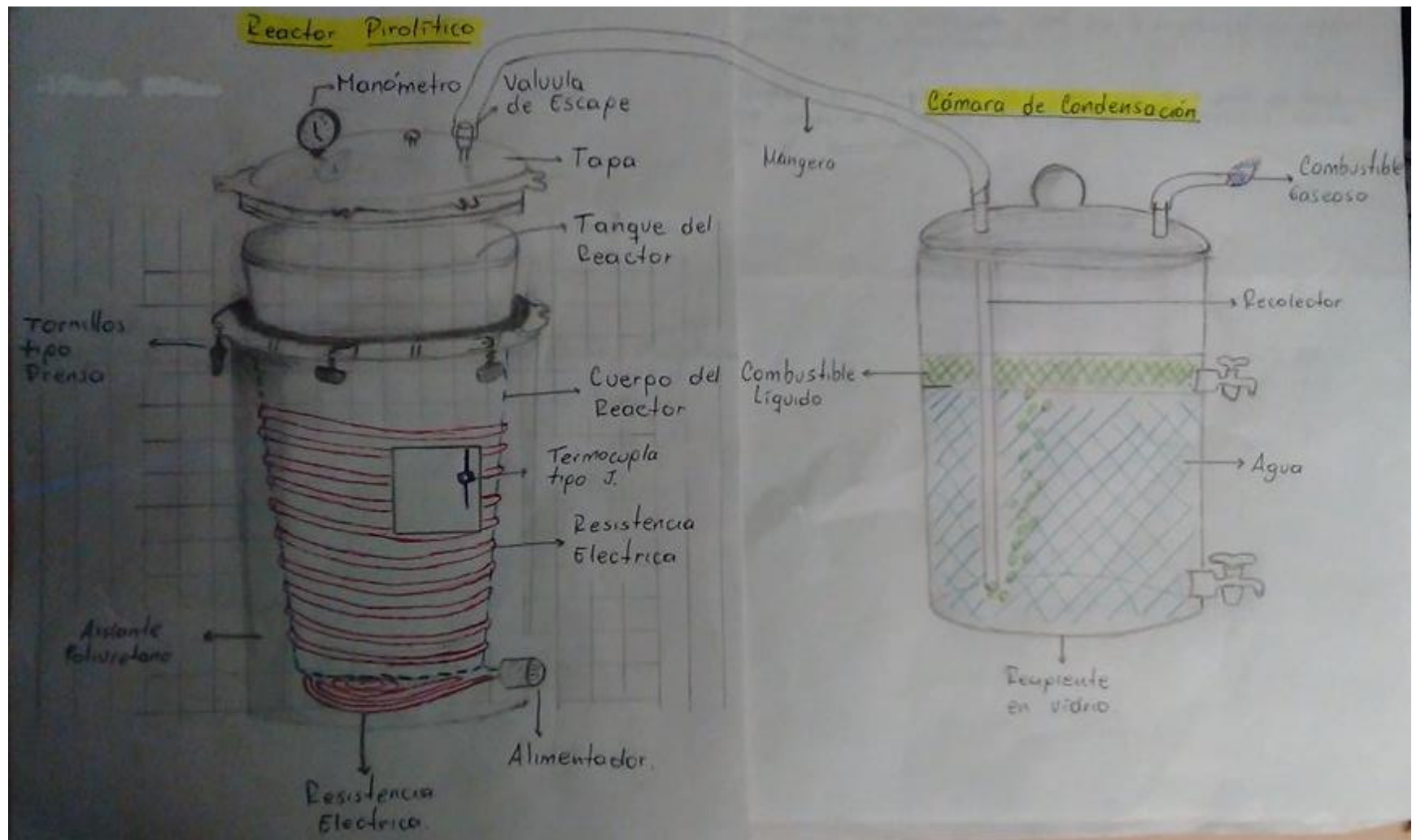


Figura 4. Reactor y Condensador. Dibujo del Autor

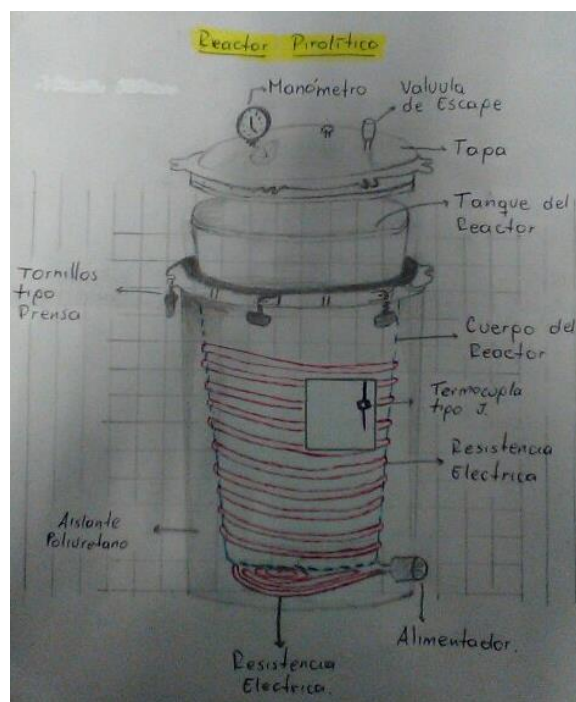


Figura 5. Reactor pirolítico (Dibujo del autor)

En el desarrollo de la sesión 6, en la etapa sustentable, se improvisó una actividad de especial interés, donde después de trabajar en el vídeo foro se esbozó lo que sería el un reactor pirolítico, sus partes y su funcionamiento, despejando dudas de cómo sería el proceso de revertir el plástico a combustible, dejado como resultado las figuras 4 y 5.

Por otro lado, se notó que los estudiantes del grupo ambiental se encontraban en un nivel 1, de acuerdo con las rúbricas de Murga (2015), ya que se caracterizaron por enumerar y/o mencionar algunas actividades antrópicas, no obstante, se muestra una pequeña cantidad de estudiantes que comprenden un poco más allá y describen los procesos con palabras argumentativas como “ya que, por tal razón, por eso” los cuales se clasificaron en un nivel dos de las CS.

Este primer instrumento permitió identificar la información concerniente al primer objetivo específico, dando cuenta de las CS en los jóvenes que conforman el grupo ambiental del colegio, no tenían la pertinente adecuación de las temáticas en su currículo educativo, y por ende no tenían fortalecidas las CS:

Por otro lado, en el segundo instrumento, se pretendió corroborar si los estudiantes fueron fortaleciendo las CS mediante el desarrollo de la secuencia de actividades, la cual, fundamentó las temáticas pertinentes a los residuos plásticos y la pirolisis térmica. En este punto se evidenció que algunos de los estudiantes ya estaban en la capacidad de argumentar sus respuestas y de proponer acciones de mejora, siendo la secuencia de actividades muy determinante para la apropiación de las CS, así que el cumplimiento del segundo objetivo específico se cumplió con unas

pequeñas deficiencias, en cuanto al grado de implementación, ya que la población de estudio cambió constantemente.

Por último, se evaluó al final de la secuencia de actividades las CS que los estudiantes pudieran apropiarse, observando que los seis estudiantes, describen y formulan situaciones que les atañen de acuerdo con la temática.

También, el desarrollo de las CS, tuvieron un trasfondo con la incidencia didáctica de la secuencia de actividades, siendo esta la herramienta pertinente para reforzarlas y fortalecerlas, lo que se evidenció en el segundo instrumento donde los estudiantes fundamentaron sus respuestas acordes con las rúbricas de calificación.

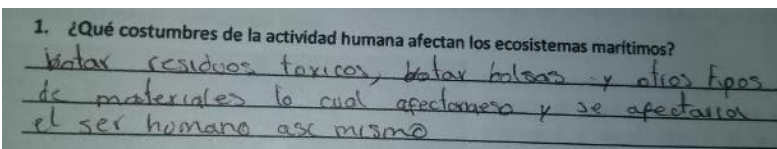
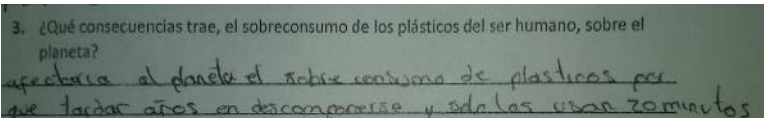
Por último, se evidencia que la secuencia de actividades incide favorablemente en el grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, puesto que estos demostraron un aumento de nivel en las competencias en sustentabilidad dispuestas desde la EDS, desde eventos que permitieron la interacción entre las temáticas de pirólisis térmica y contaminación por residuos plásticos, encontrando que el reactor pirolítico, solventaría al menos parcialmente, el problema ambiental por dichos residuos.

8.4. Seguimiento

Para constatar lo antes expresado, se hace el ejercicio de análisis para 1 estudiante que estuvo durante toda la fase de implementación de la secuencia de actividades, y así describir las fortalezas de las CS desde las dos rúbricas empleadas.

En la tabla 15, se muestran las respuestas y los criterios de análisis para la rúbrica *Reflexión Sistémica*.

Tabla 15. Seguimiento de un estudiante para las CS. Reflexión Sistémica

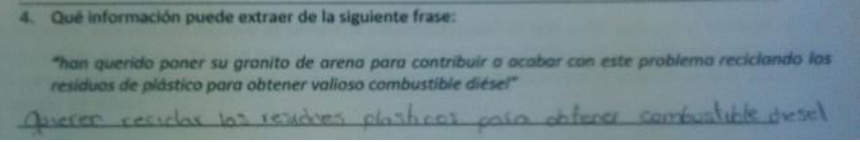
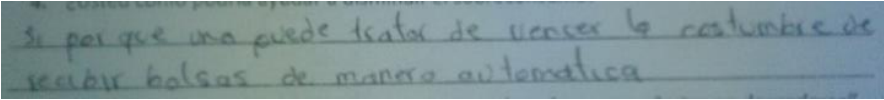
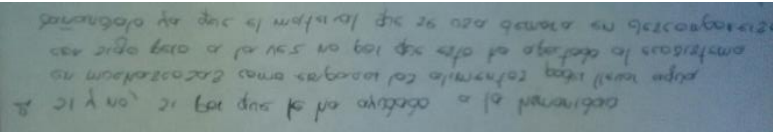
Estudiante 1	
Reflexión Sistémica	Análisis
Pre-test	El estudiante menciona algunas de las actividades antrópicas y no pero no suscita una descripción o proposición. Se posiciona en un nivel 1 de CS.
	
Actividad control	Para la actividad control, el estudiante, expresa sus ideas con palabras descriptoras, como “porque” lo que
	

<p>“Afectaría al planeta, el sobreconsumo de plásticos, porque tarda años en descomponerse porque tardan años en descomponerse y solo las usan 20 minutos”</p>	<p>indica un fortalecimiento en las CS.</p>
<p>Post-test</p>	<p>De la misma manera, para la actividad post test, se muestra que el estudiante expresa sus ideas argumentando y adicionando otras más. Por ejemplo, en este caso con la palabra “además”.</p>
<p>“Que daña la vida marítima por que llega y cualquier animal puede quedar atrapado además de que todo plástico o gran mayoría los usa y los desechan, porque ya no sirven, además de que está la contaminación hídrica.”</p>	

De esta manera se determina que se ha fortalecido la competencia en sustentabilidad, enmarcada desde la rúbrica de *Reflexión Sistémica*.

Ahora bien, se hace el mismo ejercicio de análisis para la rúbrica *Análisis Crítico*, de conformidad con los criterios de evaluación, la cual se evidencia en la tabla 16.

Tabla 16. Seguimiento de un estudiante para las CS. Análisis Crítico

Estudiante 1	
Análisis Crítico	Análisis
<p>Pre-test</p> 	<p>El estudiante solamente menciona una actividad de interés humano.</p>
<p>“Querer reciclar los residuos plásticos para obtener combustible diésel”</p>	
<p>Actividad control</p>	
	<p>Para esta pregunta el estudiante expresa su idea con una palabra descriptora “porque”</p>
<p>“Si porque uno puede tratar de vencer la costumbre de recibir bolsas de manera automática”</p>	
<p>Post-test</p>	
	<p>Por último, la actividad post-test, corrobora el fortalecimiento de las CS, cuando el estudiante argumenta sus ideas.</p>
<p>“Si y no, porque le ha ayudado a la humanidad en muchas cosas como empacar los alimentos, poder llevar agua consigo, pero a la vez no porque esto ha afectado al ecosistema dañándolo ya que el material que se usa demora en descomponerse.”</p>	

8.5. Estructuración de la Secuencia de Actividades

El desarrollo metodológico, permitió abordar temáticas que facilitaron el fomento de las CS en los estudiantes del grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas, mediante la secuencia de actividades, la cual se estructuró con los objetivos claros que ayudaran en el fortalecimiento de la *Reflexión Sistémica* y el *Análisis Crítico*.

Así, ahondando en las CS, se pudo demostrar que las actividades fortalecieron algunas de ellas, a pesar de la población cambiante. Esto se da gracias al enfoque desde la temática de pirólisis plástica, y los instrumentos diseñados o adaptados para la sustentabilidad. La información respecto a la secuencia didáctica se encuentra resumida en la tabla 16.

Tabla 17. Estructura de la Secuencia de Actividades.

Etapas	Objetivos	Actividades	Tiempo
Etapa base	Conocer y/o identificar las competencias en sustentabilidad de los estudiantes del grupo ambiental a partir de un test introductorio.	Charla introductoria, e instrumento ‘test inicial’ donde se presenta la nueva alternativa de descontaminación plástica por medio de la pirolisis.	2 horas
Etapa cuerpo	-Explicar la diferencia entre los conceptos Sostenibilidad y Sustentabilidad, además del abordaje de los tres ámbitos de la sustentabilidad. - Lograr que los alumnos comprendan los tres ámbitos de la sustentabilidad – medio ambiente, sociedad y economía.	Se explica la diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad, además de la explicación de los tres ámbitos de la sustentabilidad, que incluye una actividad tomada y adaptada de la UNESCO.	2 horas
Etapa sustentable	- Explicar a los estudiantes la temática de Pirolisis, y las reacciones inherentes dentro del reactor pirolítico. -Contrastar mediante información suministrada por el docente, los diferentes tipos de materiales utilizados en la industria -Conocer información referente a los plásticos que los estudiantes sepan, además de identificar posibles competencias en sustentabilidad.	A partir de una intervención didáctica, se explica, la composición química de algunas poliolefinas, y cómo se producen las poliolefinas, Se realiza una actividad de juego de roles que pretende contrastar los materiales usados en la industria frente al plástico. Se evalúan las CS fortalecidas mediante un test-control.	2 horas
			2-horas
Etapa cierre	-Mostrar una alternativa de solución existente para las problemáticas de contaminación por plástico. -Explicar el proceso de Pirolisis de las poliolefinas y las reacciones químicas que se dan en el reactor de despolimerización. -Facilitar la comprensión de la temática ‘reacciones de pirolisis’, mediante una actividad rompe cabezas. -Evaluar las competencias en sustentabilidad desarrolladas por los estudiantes después de aplicada la estrategia didáctica	También, desde una intervención didáctica se explican las reacciones más importantes que se dan dentro del reactor pirolítico. De igual manera se presenta una actividad de rompecabezas. Se pretende realizar un video foro, que consiste en la proyección de tres vídeos respecto a la despolimerización	2-horas
			2-horas

9. CONCLUSIONES

A partir de la implementación de la secuencia de actividades formuladas en esta investigación se logró determinar que los estudiantes tienen un impacto significativo en cuanto al fortalecimiento de las “*competencias en sustentabilidad*” abordadas desde la *Educación para el desarrollo Sustentable* y que brindó los elementos del tópico de pirólisis térmica.

Así, al comienzo de la secuencia de actividades se identificó en los estudiantes del grupo ambiental de la IED Manuel Cepeda Vargas el nivel de las CS que tenían, encontrando que de 28 estudiantes un promedio de 20 estuvieron en un nivel 1 para la rúbrica “*Reflexión Sistémica*” y un promedio de 21 estudiantes para la rúbrica “*Análisis Crítico*”. Por consiguiente, este nivel caracterizado, dio paso firme al desarrollo de la metodología, cumpliendo con el primer objetivo específico.

En este punto, el nivel se determinó conforme con las rúbricas evaluativas, en donde las respuestas se filtraron cuando el estudiante enumeró, mencionó o describió algún proceso antrópico.

Con la secuencia de actividades determinó que los estudiantes no conocían el proceso de pirólisis térmica ni las reacciones que suceden en un reactor pirolítico. Paralelamente el grupo demostró interés y estuvo al tanto de las actividades formuladas, siendo así que en el test-control una parte de ellos, logró alcanzar indicadores de desempeño que los situó en los niveles 2 y 3 de las CS.

La adecuación de las temáticas posterior al test-inicial se iniciaron con una intervención didáctica y un taller enfocado para fortalecer las CS, desde los tres ámbitos en sustentabilidad, lograron enfocar al estudiante desde la EDS, hacia el fortalecimiento de las CS.

Ahora bien, a pesar de que las directivas del colegio escatimaron durante el proceso (lo que afectó la implementación de la última fase), no se dejó a un lado los estudiantes que siguieron el proceso ya que a modo general fortalecieron las CS, evidenciado en sus respuestas con conectores lógicos argumentativos y propositivos, incursionando en las dimensiones de las EDS; el conocer y comprender y el saber actuar.

Análogamente, durante la implementación de la secuencia se improvisó un ejercicio donde se dibujó lo que sería un reactor pirolítico y su funcionamiento según los criterios consultados, enseñándoles a los estudiantes la capacidad intelectual del hombre para intentar solventar los problemas de hoy, provenientes del ayer.

También, es importante decir que para la actividad de rompecabezas, los estudiantes tuvieron la oportunidad de interactuar con las reacciones de pirólisis térmica que se dan en un reactor pirolítico, a pesar de que ellos no tenían un conocimiento apropiado en química orgánica lograron armar las reacciones pertinentes.

Por último, al final de la secuencia de actividades se evaluó la incidencia didáctica de esta, con resultados inesperados, ya que al final no estuvo la misma cantidad de estudiantes que al inicio, pero que no por eso, se deja de presentar resultados y de los que se concluye que se lograron cambios significativos en cuanto a las CS en el grupo ambiental del colegio.

Concretamente, el fortalecimiento de las CS se logró en algunos estudiantes, cuando se permitió que la secuencia iniciara, caracterizando los residuos urbanos potencialmente reciclables; los plásticos y la incidencia de la temática pirólisis térmica.

10. RECOMENDACIONES

Eventualmente, para posteriores trabajos de investigación que pretendan implementar las *Competencias en Sustentabilidad*, se recomienda utilizar diversas técnicas de recolección de datos, donde el estudiante no se vea tan inclinado al lápiz y el papel, es decir, es pertinente reutilizar las múltiples herramientas, entre otras, como las que brinda la UNESCO para adecuarlas a la Educación para el Desarrollo Sustentable, ya que éstas han sido elaboradas con el fin único de apropiarse las dimensiones y las competencias sustentables.

Asimismo, la caracterización de los plásticos debería estar acompañada por talleres, actividades o muestreos que le permitan al estudiante ver la realidad desde un ángulo más personal, donde se sienta inmerso en la problemática ambiental y sea participante activo, en todo momento, del cambio. Además, de incorporar otros escenarios, como los familiares y los vecindarios que den cuenta del problema ambiental que se genera por los residuos plásticos y sus posibles soluciones.

Se recomienda, de igual manera, proponer un instrumento que explique concretamente las 4R del reciclaje. Puesto que no se tiene un conocimiento apropiado del cómo se deben disponer los residuos sólidos potencialmente reciclables. También de otras propuestas de reutilización de materiales plásticos, como sistemas de riego, semilleros, canecas de basura, etc.

Ahora bien, en cuanto al diseño de la secuencia de actividades, se recomienda al lector, determinar una población de estudio que esté involucrada en toda la implementación, además de proponer algunas actividades más dinámicas, siendo éstas las que le permitan al estudiante una mayor curiosidad en cuanto a lo ambiental.

Por último, el diseño y la construcción de un reactor pirolítico debe ser una realidad, donde se logre obtener los combustibles a partir de las poliolefinas, para así, caracterizar el producto y cuantificar los datos.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Arribas, F. (2007). La idea de Desarrollo Sostenible. *U. Rey Juan Carlos*, 75-86. Obtenido de http://www.academia.edu/15643900/La_idea_de_desarrollo_sostenible
- Bárcena, A., Cimoli, M., & Pérez, R. (Enero de 2018). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Una oportunidad para América Latina y el Caribe. Santiago.
- Calderón, F. (2016). *La Producción de Combustibles Vehiculares a partir de Plásticos de Deshecho*. Obtenido de <http://www.drcalderonlabs.com/Procesos/Pirolisis/Proceso%20de%20Pirolisis.pdf>
- Calderón, F., & Martínez, M. (2014). *Plasti Combustibles. Gestión Sostenible de Residuos Plásticos*. Obtenido de <http://www.drcalderonlabs.com/Plasticombustibles/Presentaciones/GESTION-SOSTENIBLE-DE-RESIDUOS-PLASTICOS.pdf>
- Calderón, R., Sumarán, R., Chumpitaz, J., & Campos, J. (2016). *EDUCACIÓN AMBIENTAL. Aplicando el enfoque ambiental hacia una educación para el desarrollo sostenible*. Huánuco.
- Calvente, A. (2007). El concepto moderno de Sustentabilidad. *UAIS*, 1-7.
- Castillo, L. A., & Ladino, Y. (2016). La Formación de Competencias para el Desarrollo Sostenible en un Programa de Tecnología en Salud Ocupacional en una Institución de Educación Superior. *Tecné, Episteme y Didaxis. TED*.
- Cortés, H., & Peña, J. (2015). De la Sostenibilidad a la Sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista EAN*.
- Díaz, R. (2009). *Desarrollo Sustentable, una oportunidad para la vida*. México: McGraw-Hill.
- Florián, A., & Suárez, J. (2015). *LA FITOREMEDIACIÓN: UNA ALTERNATIVA DE EDUCACIÓN EN QUÍMICA PARA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL*. Bogotá D.C.
- Gómez, J. L. (2013). Del Desarrollo Sostenible a la Sustentabilidad Ambiental. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 115-136.
- Loiselle, J., & Harvey, S. (2007). Le recherche développement en éducation: fondements, apports et limites. *Recherches Qualitatives*, 40-59. Solo en francés
- Mckeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de http://www.esdtoolkit.org/manual_eds_esp01.pdf
- MEN. (2011). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de <https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>
- MENyA. (1994). *DECRETO 1743 DE 1994* . Obtenido de http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/Normativa/Decretos/dec_1743_030894.pdf
- Mesa, M. P., & Ortiz, C. I. (2016). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PIROLISIS PARA LA PRODUCCIÓN DE DIESEL A NIVEL LABORATORIO A PARTIR DE RESIDUOS PLÁSTICOS DE INDUSTRIAS DE ALIMENTOS*. Bogotá D.C.

- Mindalia*. (18 de septiembre de 2013). Obtenido de <https://www.mindaliatelevision.com/como-convertir-plastico-en-combustible-por-miguel-ferrero-parte-1/>
- Mora, W. M. (2009). Educación Ambiental y Educación para el Desarrollo Sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Revista TED*, 7-35.
- Murga, M. M. (2015). *Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/4475/447544537005/>
- Osorio, J. (2007). *Introducción al Pensamiento Sistémico*. Cali: Programa editorial.
- Parra, Y. d. (2011). La enseñanza en pro del desarrollo sostenible: una propuesta instruccional para la educación universitaria. *Revista Omnia*, 68-85.
- Ramírez, A., Sánchez, J., & García, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación*, 55-59.
- Rodríguez, H., Guerra, Y., & Guzmán, A. (2011). El Rol de la Educación Frente al Desarrollo Sostenible: Una Mirada Desde el Marco del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible 2005-2014. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 127-138.
- Sauvé, L., & Girault, Y. (2008). L'education scientifique, l'education à l'environnement et l'education pour le développement durable. *Aster*, 7-30. Solo en francés
- Téllez, A. M. (2012). *La complejidad de la problemática ambiental de los residuos plásticos: una aproximación al análisis narrativo de política pública en Bogotá*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7080/1/905077.2012.pdf>
- UAESP. (2011). *Pliegos de Condiciones Licitación Pública N° 001 de 2011 y Anexos*. Obtenido de <http://www.contratacionbogota.gov.co>
- UNESCO. (2012). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Libro de Consulta*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>
- UNESCO. (2014). *Hoja de Ruta para la ejecución del Programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514s.pdf>
- Voltaico*. (8 de abril de 2017). Obtenido de <https://voltaico.lavozdegalicia.es/2017/04/reactor-movil-capacidad-convertir-residuos-plastico-mar-diesel/>

12. Anexos

Cartilla de Metodología

Educación para el Desarrollo Sustentable. Pirolisis Térmica

Con base en las rubricas de calificación que propone Murga Menoyo (2015) para medir el nivel de competencias en sustentabilidad en los estudiantes, se toman la de **Reflexión Sistémica y Análisis Crítico**, modificadas para ser aplicadas en el grupo muestra.

Rubrica: Reflexión Sistémica

Componentes: Pensamiento sistémico, relacional, holístico. Sentimiento de pertenencia a la comunidad de vida.			
Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprender las interrelaciones entre la comunidad, sus costumbres, sus actitudes y aptitudes, y éstas con las problemáticas socioambientales. ✓ Comprender al ser humano como un ser eco-dependiente. ✓ Comprender las complicaciones que trae el tratamiento inadecuado de los desechos humanos en el sistema ambiental. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Enumera y/o menciona cada una de las relaciones entre las actitudes, aptitudes, costumbres y los problemas socioambientales. ✓ Enumera y/o menciona los efectos que se dan en las relaciones del sistema. ✓ Enumera y/o menciona las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Describe las consecuencias de las acciones humanas realizadas en el sistema. ✓ Describe las debilidades y fortalezas, las problemáticas y oportunidades de una situación. ✓ Expresa la información mediante un gráfico/mapa conceptual. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Explica cada uno de los fenómenos hechos y problemas. ✓ Propone acciones de mejora desde el desarrollo sustentable. ✓ Argumenta por qué influye en la naturaleza la acción directa e indirectamente del hombre.

Rubrica: Análisis Crítico

Componentes: Pensamiento crítico. Compromiso ético. Compromiso intelectual.			
Capacidad para...	Indicadores y niveles de desempeño (resultados de aprendizaje: el estudiante...)		
	Nivel 1 (Aprobado)	Nivel 2 (Notable)	Nivel 3 (Sobresaliente)
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Comprender que el conocimiento está sujeto a cambios y no es completo. ✓ Comprender que todo aprendizaje, visiones del mundo e ideas arraigadas presentan problemas que pueden ser identificados y corregidos. ✓ Proponer actividades de mejora. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Identifica fortalezas y debilidades de una situación, argumento, tesis. ✓ Utiliza fuentes académicas para obtener información. ✓ Formula preguntas sobre las causas de los problemas y de cómo resolverlos. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrasta la información recibida desde diferentes fuentes. ✓ Describe con argumentos las fortalezas y debilidades de las premisas. ✓ Expresa los motivos de los comportamientos según los valores, afectos, intereses, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Emite juicios basados en argumentos propios y en evidencias. ✓ Identifica intereses individuales o grupales incompatibles con el bienestar sistémico. ✓ Propone alternativas de mejora y actúa en pro de la mejora.

En la siguiente tabla se muestra la secuencia didáctica para el proceso de implementación del proyecto: “*competencias y educación para el desarrollo sustentable. Diseño de un reactor pirolítico para la transformación de residuos plásticos*”

Tabla No.1

Etapas	Objetivos	Actividades	Tiempo
Etapa base	Conocer y/o identificar las competencias en sustentabilidad de los estudiantes del grupo ambiental a partir de un test introductorio.	Charla introductoria, e instrumento ‘test inicial’ donde se presenta la nueva alternativa de descontaminación plástica por medio de la pirolisis.	2 horas
Etapa cuerpo	-Explicar la diferencia entre los conceptos Sostenibilidad y Sustentabilidad, además del abordaje de los tres ámbitos de la sustentabilidad. - Lograr que los alumnos comprendan los tres ámbitos de la sustentabilidad – medio ambiente, sociedad y economía.	Se explica la diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad, además de la explicación de los tres ámbitos de la sustentabilidad, que incluye una actividad tomada y adaptada de la UNESCO.	2 horas
Etapa sustentable	- Explicar a los estudiantes la temática de Pirolisis, y las reacciones inherentes dentro del reactor pirolítico. -Contrastar mediante información suministrada por el docente, los diferentes tipos de materiales utilizados en la industria -Conocer información referente a los plásticos que los estudiantes sepan, además de identificar posibles competencias en sustentabilidad.	A partir de una intervención didáctica, se explica, la composición química de algunas poliolefinas, y cómo se producen las poliolefinas, Se realiza una actividad de juego de roles que pretende contrastar los materiales usados en la industria frente al plástico. Se evalúan las CS fortalecidas mediante un test-control.	2 horas
			2-horas
Etapa cierre	-Mostrar una alternativa de solución existente para las problemáticas de contaminación por plástico. -Explicar el proceso de Pirolisis de las poliolefinas y las reacciones químicas que se dan en el reactor de despolimerización. -Facilitar la comprensión de la temática ‘reacciones de pirolisis’, mediante una actividad rompe cabezas. -Evaluar las competencias en sustentabilidad desarrolladas por los estudiantes después de aplicada la estrategia didáctica	También, desde una intervención didáctica se explican las reacciones más importantes que se dan dentro del reactor pirolítico. De igual manera se presenta una actividad de rompecabezas. Se pretende realizar un video foro, que consiste en la proyección de tres vídeos respecto a la despolimerización	2-horas
			2-horas

Actividad N.º 1 (Anexo I)

Objetivo

Conocer y/o identificar las competencias en sustentabilidad que los estudiantes del grupo ambiental del colegio Manuel Cepeda Vargas a partir de un test introductorio.

Este reactor móvil tiene la capacidad de convertir los residuos plásticos del mar en diésel

James E. Holm, un marinero capitán de velero, y Swaminathan Ramesh, un químico orgánico, han desarrollado **un reactor móvil que tiene la capacidad de convertir los residuos de plástico que contaminan las aguas del mar en combustible diésel.**



No es la primera vez que escuchamos que el plástico se puede transformar en gasolina, queroseno o diésel, pero sí es la primera ocasión en la que una máquina de estas características se utiliza para ayudar a **reducir la contaminación de los mares**. La acumulación de objetos de plástico es uno de los grandes males del océano; tanto es así que en el Pacífico Norte se encuentra la llamada Isla de Plástico,

también conocida como Isla de Basura e Isla Tóxica, cuyo tamaño se estima en una superficie de 1.400.000 km² y que tiene un impacto muy negativo en la vida marina.

Estos dos investigadores han querido poner su granito de arena para contribuir a acabar con este problema **reciclando los residuos de plástico para obtener el valioso combustible diésel**. Para ello, el reactor se basa en el proceso de pirólisis, que consiste en la descomposición química de un material a través de la aplicación de calor en ausencia de oxígeno.

No obstante, este método requiere de complejas y costosas etapas de refinación para que el combustible se pueda utilizar, por lo que Ramesh diseñó un catalizador especial. Mediante esta pieza, la máquina es capaz de descomponer el plástico y obtener un combustible de hidrocarburos similar al diésel listo para utilizar sin necesidad de refinar.

"Si podemos hacer que la gente de todo el mundo lo use para convertir residuos de plástico en combustible y hacer dinero, estamos ganando", asegura Holm. "Incluso podemos eliminar los residuos de plástico antes de que lleguen a los océanos mediante la creación de valor a nivel local".

Los investigadores esperan que en el futuro se pueda implementar su reactor móvil de manera habitual en los barcos, lo que permitiría limpiar las aguas a la vez que se obtiene combustible para alimentar los buques, así como en tierra firme, ya sea en zonas costeras o en plantas de interior para reciclar los residuos de plástico que se generan en las ciudades. (Voltaico, 2017)



Test de Introducción

De acuerdo con la anterior información conteste las siguientes preguntas.

1. ¿Qué costumbres de la actividad humana afectan los ecosistemas marítimos?

1. ¿Qué consecuencias traería que no existiera vida marítima en el ser humano?

2. ¿Cómo podría ayudar en la conservación de los ecosistemas?

3. Qué información puede extraer de la siguiente frase:

*“han querido poner su granito de arena para contribuir a acabar con este problema **reciclando los residuos de plástico para obtener valioso combustible diésel**”*

4. ¿Por qué se utiliza un reactor para descontaminar un ecosistema?

5. Si usted quiere ayudar en la solución del problema, pero no conoce nada del tema ¿qué es lo primero que haría?

Intervención N.º 1 (Anexo II)

Objetivo

Explicar la diferencia entre los conceptos Sostenibilidad y Sustentabilidad, además del abordaje de los tres ámbitos de la sustentabilidad.

¿Qué es sostenibilidad?

Algo que puede mantenerse por sí mismo, apoyado por razones económicas, sociales y ambientales, sin afectar los recursos naturales. (Gómez 2013)

¿Qué es sustentabilidad?

Algo que puede mantenerse por sí mismo, y por razones propias, sin afectar los recursos naturales.

¿Cuál es la diferencia entre sostenibilidad y sustentabilidad?

Algunos autores, lo mencionan como términos de igual significado o simples problemas de traducción, (Ramírez et al. 20049) sin embargo, es importante dejar la claridad de que Sustentabilidad difiere de Sostenibilidad por cuestiones económicas, sociales y ambientales.

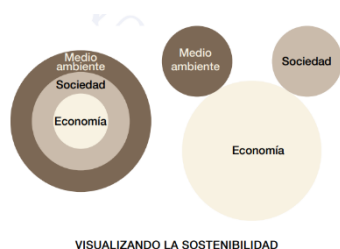
Por ejemplo, un impulso sostenible es el que desarrolla la industria, donde el factor económico supera por mucho el factor ambiental.

Por el contrario, un impulso sustentable, genera situaciones de beneficio continuo, sin afectar el ciclo ambiental.

¿Qué es el desarrollo Sustentable?

El desarrollo sostenible es el paradigma general de las Naciones Unidas. El concepto de desarrollo sustentable fue descrito por el Informe de la Comisión Bruntland de 1987 como *“el desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”*

La sostenibilidad es un paradigma para pensar en un futuro en el cual las consideraciones ambientales, sociales y económicas se equilibran en la búsqueda del desarrollo y de una mejor calidad de vida. Estos tres ámbitos –la sociedad, el medio ambiente y la economía– están entrelazados. Por ejemplo, una sociedad próspera depende de un medio ambiente sano que provea de alimentos y recursos, agua potable y aire limpio a sus ciudadanos. Con una dimensión subyacente de cultura. (UNESCO 2012)



Características de la EDS

La EDS tiene características esenciales que se pueden implementar de distintas formas según cada cultura. La EDS:

- se basa en los principios y valores que subyacen al desarrollo sostenible (ver próxima sección);
- incluye los tres ámbitos de la sostenibilidad (medio ambiente, sociedad y economía) con una dimensión subyacente de cultura;
- usa una variedad de técnicas pedagógicas que promocionan un aprendizaje participativo y habilidades de pensamiento de nivel superior;
- fomenta el aprendizaje permanente; • es relevante a nivel local y se adapta a cada cultura;
- se basa en las necesidades, percepciones y condiciones locales, pero reconoce que satisfacer las necesidades locales a menudo tiene efectos y consecuencias internacionales;
- compromete la educación formal, no formal e informal;
- tiene en cuenta la naturaleza evolutiva del concepto de sostenibilidad;
- trata el contenido, tomando en cuenta el contexto, los problemas globales y las prioridades locales;
- construye capacidades civiles para la toma de decisiones, la tolerancia, la responsabilidad ambiental, la adaptación de la fuerza laboral y la calidad de vida de la comunidad;
- es interdisciplinaria: la EDS no se puede relacionar con solo una disciplina, sino que todas las disciplinas pueden contribuir a la EDS (UNESCO 2005).

La EDS se basa en los ideales y principios que subyacen a la sostenibilidad, como la equidad intergeneracional, la equidad de género, la paz, la tolerancia, la reducción de la pobreza, la preservación y restauración del medio ambiente, la conservación de los recursos naturales y la justicia social. La Declaración de Río de la Cumbre de la Tierra de 1992 contiene 27 principios de la sostenibilidad, entre los que se incluyen:

- Los seres humanos tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza. • El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones actuales y futuras.
- Erradicar la pobreza y reducir las disparidades en los niveles de vida en los distintos pueblos del mundo es indispensable para el desarrollo sostenible.

Estos principios pueden ayudar a los gobiernos, las comunidades y los sistemas escolares a identificar los conocimientos, los principios, las habilidades y los valores sobre los cuales crearán la EDS o reorientarán la educación actual para que sea una educación sostenible. (UNESCO 2014).

Actividad N.º 2 (Anexo III)

¿De qué manera es sustentable la actividad ilustrada? Discusión en clase

DESCRIPCIÓN: Esta lección se enfoca en las descripciones que hacen los alumnos de los tres ámbitos de la sustentabilidad en su propia comunidad. Se suele pensar que la sustentabilidad está relacionada solamente con el medio ambiente. Esta actividad destaca las dimensiones sociales y económicas de la sustentabilidad.

TÉCNICAS PEDAGÓGICAS: Discusión en clase, análisis de gráficos.

NIVELES: primer y segundo ciclo de enseñanza secundaria.

OBJETIVO: Lograr que los alumnos comprendan los tres ámbitos de la sustentabilidad – medio ambiente, sociedad y economía.

VOCABULARIO: Desarrollo sustentable.

MATERIALES: Láminas de actividades realizadas en la comunidad (ej. andar en bicicleta, reciclar, comprar alimentos que se producen localmente en vez de alimentos importados, comprar a comerciantes locales en vez de comprar en grandes tiendas por departamentos o en supermercados, usar vasos reutilizables en vez de vasos desechables, plantar un árbol, visitar la biblioteca de la comunidad, asesorar a la próxima generación, asistir a reuniones comunitarias).

TIEMPO: 30 a 60 minutos.

SECUENCIA PEDAGÓGICA:

- El/la profesor(a) explica que mostrará laminas con diversas actividades que se realizan en la comunidad. Cuando los alumnos observan la lámina, piensan si la actividad contribuye a una comunidad más sustentable.
- El/la profesor(a) pide a los alumnos que expliquen de qué manera las actividades que se muestran en las láminas podrían contribuir a una sociedad más sustentable. Los alumnos deben explicar: (1) el aporte que hace la acción a la sustentabilidad en términos ambientales, sociales o económicos, o (2) el principio del desarrollo sustentable que muestra la lámina.

FIN DE LA ACTIVIDAD: El/la profesor(a) dibuja un mapa conceptual en la pizarra con las respuestas a la siguiente pregunta: ¿Qué aprendieron hoy acerca de nuestra comunidad y de los tres ámbitos del desarrollo sostenible, medio ambiente, sociedad y economía?

Un mapa conceptual, también llamado mapa mental, es una ilustración gráfica de conceptos principales, conceptos subordinados y ejemplos representados por diferentes formas geométricas. Por ejemplo, se dibujan elipses alrededor de los conceptos principales y se conectan con líneas y flechas a los conceptos subordinados que están dentro de cuadrados. Los ejemplos se agregan en rombos.

EVALUACIÓN: Escuchar los comentarios de los alumnos durante la discusión y sus respuestas a la pregunta al final de la actividad. (Tomado de Unesco 2012)

Intervención N.º 2 (Anexo IV)

Objetivo

Explicar a los estudiantes la temática de Pirolisis, y las reacciones inherentes dentro del reactor pirolítico.

✓ Plásticos

Los polímeros conformados por moléculas de carbono e hidrogeno que contienen dobles enlaces carbono – carbono a través de los cuales se polimerizan por adición son llamados poliolefinas. Los alquenos, conocidos también como olefinas, son compuestos químicos formados por moléculas de carbono e hidrogeno con al menos un enlace doble carbono – carbono, siendo etileno y propileno los alquenos más simples. Las poliolefinas obtenidas a partir de la polimerización de alquenos simples, como PE (polietileno), PP (polipropileno) y PS (poliestireno) son normalmente utilizadas como materia prima para la producción de empaques de alimentos. A continuación, se describen las aplicaciones más comunes para cada tipo de plástico (poliolefina) en la industria alimenticia y una descripción general de sus características.

El polipropileno (PP) se puede fabricar de diferentes formas; la forma en la que se produce afecta sus propiedades físicas ya que un bajo contenido de comonomeros altera su estructura y sus propiedades. Su punto de fusión es aproximadamente a 130 °C. Los usos principales dados al polipropileno son:

- Los homopolímeros se usan para termoformado y fibras orientadas.
- Los copolímeros aleatorios se usan para empaques de alimentos, químicos, productos de belleza, contenedores claros y empaques resistentes al calor.
- Los copolímeros en bloque se usan para filmes y hojas.

El Poliestireno (PS) es el plástico más simple basado en moléculas de estireno. Su punto de fusión se encuentra en los 240 °C. Existen tres formas generales de películas de Poliestireno:

- PS para propósitos generales
- PS orientado
- PS de alto impacto (HIPS)

Los principales usos y aplicaciones que se le dan al Poliestireno son:

- El PS de propósitos generales se usa para empaques de yogurt, crema, mantequilla, cajas de huevos, bandejas de frutas y vegetales, ponqués y galletas. Empaques desechables de medicamentos, empaques de horneados y etiquetas.
- Las películas de PS orientado pueden ser impresas y laminadas con espumas para platos y bandejas de comida, mejorando su estética.

El polietileno (PE) es el plástico más común. A veces, algunos de los carbonos en la estructura del polímero, en lugar de tener hidrógenos unidos a ellos, tienen asociadas largas cadenas de polietileno, esto se llama polietileno ramificado, o de baja densidad (LDPE). Cuando no hay ramificación, se llama polietileno lineal, o polietileno de alta densidad (HDPE) . El polietileno lineal es mucho más fuerte que el polietileno ramificado, pero el polietileno ramificado es más barato y más fácil de fabricar. Las ramificaciones afectan la cristalinidad, es decir, un alto grado de ramificaciones reducen el tamaño de las regiones cristalinas, lo que conlleva a una baja cristalinidad. Entre las aplicaciones del polietileno se encuentran:

- El polietileno de ultra baja densidad se usa para empaques de quesos, carnes, café y detergentes.
- El polietileno de baja densidad se usa para empaques de alimentos como panes, productos horneados y en empaques para textiles.
- El polietileno de baja densidad lineal se usa para empaques en agricultura y empaques de burbujas para embalaje.
- El polietileno de media densidad se usa para bolsas de mercado, sobres de envíos y empaques de productos frescos.
- El polietileno de alta densidad se usa para empaques de alimentos, botellas de agua, cosméticos, productos médicos y químicos

Actividad N.º 3 (Anexo V)

Objetivo

Conocer información respecto a los plásticos que los estudiantes sepan, además de identificar posibles competencias en sustentabilidad.

¿Qué pasa con las bolsas que usamos diariamente?



UN COLOMBIANO USA EN PROMEDIO:



6	bolsas semanales
24	al mes
288	al año
22.176	en una vida de 77 años

PRODUCCIÓN DE BOLSAS



Con el petróleo necesario para producir **14 bolsas de plástico** un carro podría recorrer **1,5 kilómetros**.



Cada año más de **6 MILLONES** de toneladas de basura se vierten en los océanos de los mundos



1 BOLSA

Tiene el potencial de matar a un animal cada tres meses debido a la ingestión o inhalación involuntaria.

El plástico es responsable de matar a **1 millón de aves marinas** y más de **100.000 mamíferos marinos** cada año.



Se estima que en 2050 el **99%** de las aves marinas habrá ingerido plástico.



TIEMPO QUE TARDAN ALGUNOS PRODUCTOS EN DEGRADARSE



1 año

Papeles. Si están en contacto con la tierra y la lluvia, **se degradan rápidamente**.



1 a 2 años

Colillas de cigarrillo.



10 años

Latas de gaseosa o cerveza.



30 años

Latas de aerosol, tapitas de botellas (parte metálica) y envases tetra-brik.



150 años

BOLSAS DE PLÁSTICO. Se degradan más rápido que las botellas, porque son más finas.



100 a 1.000 años

Botellas de plástico de PVC o PET.

¿CÓMO PODEMOS CAMBIAR?

USAR MENOS PLÁSTICO

1

USAR MEDIOS ALTERNATIVOS DE EMPAQUE

Lleva las compras, **siempre que sea posible, en la cartera, el morral, o bolsas reutilizables.** Muchos almacenes ofrecen cajas para empaacar el mercado.

2

DISMINUIR EL USO DE BOLSAS PLÁSTICAS

Recibir las bolsas **solo cuando sea estrictamente necesario,** vencer la costumbre de recibir bolsas de manera automática. Este nocivo hábito nos está pasando factura.

3

REUTILIZAR LAS BOLSAS QUE YA TENEMOS

Una forma de disminuir el impacto que el uso del plástico causa en nuestro planeta es prolongando su uso. **Al reutilizar una bolsa nos aseguramos de no tener que pedir una nueva.**

(Tomado de: El Tiempo, agosto 01 de 2017)

Tomando elementos del anterior anuncio, responda.

1. ¿Por qué se genera la necesidad de la invención de la bolsa plástica?

2. ¿Por qué el ser humano se ve, o no, beneficiado del plástico?

3. ¿Qué consecuencias trae, el sobreconsumo de plástico del ser humano, sobre el planeta?

4. ¿Usted cómo podría ayudar a disminuir el sobreconsumo de plástico?

5. Qué puede decir del subtítulo ***“Tiempo que tardan algunos productos en degradarse”***

6. ¿Conoce o sabe de alguna actividad humana que formulen actividades de reutilización del plástico?

Actividad No. 4 (Anexo VI)

Objetivo

Contrastar mediante información suministrada por el docente, los diferentes tipos de materiales utilizados en la industria.

Juego de Roles

Tiempo necesario: Una hora

Materiales: - Lápiz y papel para los grupos participantes

Instrucciones:

1. Se hacen 4 grupos de 7 personas para dar inicio a la actividad.
2. A cada persona se le asigna un rol diferente: Empresario del plástico, empresario metalúrgico, empresario cerámico, empresario del vidrio.
3. Situación: Discutir la eficacia, rendimiento y sustentabilidad de los materiales, para el uso diario en la industria.

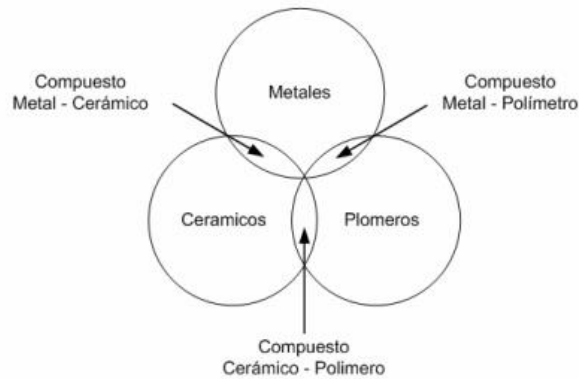
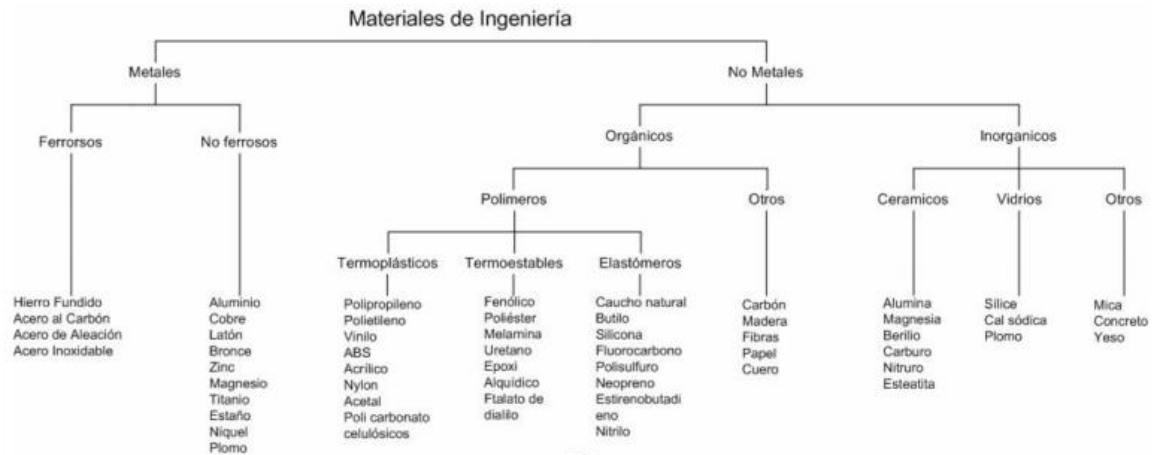
Situación: ¿Cuál material es el más adecuado para el uso industrial desde la sustentabilidad?

4. Empiece discutiendo la situación en pequeños grupos, en los que cada participante hará contribuciones apropiadas al rol que le tocó desempeñar. Los grupos deben determinar si existe un problema o no.
5. Los grupos deben buscar un consenso (30 minutos).
6. Pida a una persona de cada grupo que diga la respuesta de todo el grupo al resto de los participantes.
7. Dirija una discusión del proceso por el que cada grupo logró el consenso. Nota: Muchos temas son complejos y no se pueden definir en 30 minutos. En estos casos, el aprendizaje deseado es comprender la complejidad de un tema, y no encontrar una solución. (Tomado y adaptado de Mackeon, 2002).

Material anexo

“La mayoría de los materiales de ingeniería pueden clasificarse en: metales y no metales dentro de la categoría de los no metálicos se tiene a: los cerámicos y polímeros; entre los metales, los cerámicos y los polímeros se forma un grupo de tres materiales básicos utilizados en la manufactura. Tanto sus características químicas como sus propiedades físicas y mecánicas son diferentes; estas diferencias afectan los procesos de manufactura. Además de estas tres categorías básicas existe otra: los materiales compuestos, los cuales son mezclas no homogéneas de los otros tres tipos básicos de materiales.”

...



Lecturas referentes al tipo de material.

- **Polímeros**

12.1. ¿Qué es el plástico?

El **plástico** es un material que está compuesto por proteínas, resinas u otras sustancias. Es fácil de moldear al exponerse a altas temperaturas pudiendo permanecer inalterable luego de dicha exposición. Por esta razón se dice que el plástico posee propiedades de *flexibilidad* y *elasticidad* ya que permite su adaptación a determinadas formas.

El **plástico**, una vez que alcanza su forma final, resulta ser bastante resistente y difícil de degradar. Sus utilidades son variadas, se utiliza para la construcción de botellas, mesas, floreros, entre otras.

La resistencia al deterioro, la impermeabilidad y el bajo costo convierten a este material en uno de los más utilizados tanto en la industria como en el consumo cotidiano. Sin embargo, este material no es fácil de reciclar, pudiendo contaminar el medio ambiente durante miles de años.

12.2. Características del plástico

1. Descubrimiento

El plástico se descubrió en el año **1860** en un concurso cuya recompensa era de 10.000 dólares. Por aquel entonces se estaba buscando un sustituto al marfil natural (que se utilizaba para fabricar, por ejemplo, bolas de billar).

En este concurso apareció John Wesley Hyatt, quien tuvo la idea de disolver celulosa en una solución de etanol y alcanfor. Sorprendentemente este invento no obtuvo el primer premio, pero dio paso a la invención del plástico.

2. Clasificación

En cuando a la clasificación de los plásticos, se pueden distinguir:

- Plásticos naturales. Son polímeros derivados de productos de origen natural. Por ejemplo; la celulosa, el caucho y la caseína. A su vez se puede distinguir una sub-clasificación.
- Plásticos derivados de celulosa: Conforman el celuloide, el celofán y el cellón.
- Plásticos derivados del caucho: Por ejemplo, la goma y ebonita.
- Plásticos sintéticos. Se confeccionan por productos derivados del petróleo. Por ejemplo, las bolsas de polietileno.

3. Tipos de plástico

Existen diferentes tipos de plástico según su utilización:

- Tereftalato de polietileno. Se usa básicamente como envases de comestibles, bebidas gaseosas, aceites, jarabes, medicamentos, etc.
- Polietileno de alta densidad. Se usa para fabricar tuberías de agua potable. También se confeccionan juguetes y prótesis entre otros.
- Polietileno de baja densidad. Se utiliza para fabricar juguetes, bolsas, platos y cubiertos.

4. Costo de producción

Una de las características por las que se comenzó a utilizar este material es su bajo costo de producción dado que éste puede tomar la forma que se desee siempre y cuando se exponga a las temperaturas altas necesarias y se cuente con el molde apropiado.

5. Incoloro y sólido o semisólido

Este material es sumamente utilizado en la industria tanto comestible como industrial por la carencia de color y gran solidez, pudiendo contener desde alimentos comestibles, bebibles hasta productos industriales.

6. Aislantes eléctricos y térmicos

En líneas generales los plásticos son excelentes aislantes eléctricos. Es decir, no conducen la electricidad. No obstante, en caso de incendio el plástico es altamente conductor por lo que hay que tomar las precauciones necesarias con este material en estos casos. Sin embargo, en ciertas oportunidades, se utiliza como aislante térmico, aunque no logra resistir temperaturas muy elevadas.

7. Resistencia

Dentro del uso de los plásticos uno de los que más se destaca es su capacidad para contener y resistir sin alterar las sustancias. Por tales razones se usan para contener ácidos o procesos químicos.

8. Temperatura

Un plástico recibe el nombre de termoplástico cuando cambia frente a la exposición o variación de temperatura. Es decir, frente a una temperatura media (estándar) el plástico tiene un tipo de solidez y resistencia, pudiendo ser un poco flexible o deformable (esto dependerá de los materiales que lo compongan).

Sin embargo y en líneas generales este tipo de termoplástico, al exponerse a altas temperaturas, se vuelve líquido y frente a temperaturas muy bajas, se tornará rígido y vítreo.

9. Grado de toxicidad y reciclaje

Tal como hemos mencionado más arriba el plástico es resistente al deterioro. Sin embargo, es importante mencionar que, en muchas ocasiones la resistencia no es sinónimo de sanidad. Es decir, una botella de plástico puede o no ser reutilizable. Esto dependerá de la etiqueta que tenga cada botella y aplica para cada producto plástico que se desee reutilizar.

10. Contaminación

En relación con lo antes planteado, un plástico que se encuentra a elevadas temperaturas y se transforma a un estado líquido, libera varias sustancias altamente tóxicas tanto para los seres humanos como para el medio ambiente.

Por otra parte, el deterioro de este plástico (aunque muy estable en el corto tiempo) resulta contaminante luego de cientos de años por lo que es bastante difícil de reciclar.

- **Metales**

Solo hay que echar un vistazo a lo que nos rodea y comprobar que la mayoría de los objetos fabricados por el hombre y que usamos diariamente, están hechos en su totalidad o en parte, por elementos metálicos. Su presencia es constante en la construcción, edificación, en la industria de los alimentos, militar, automotriz o naviera. ¿Qué son y por qué tienen tanta importancia en nuestro entorno?

Los metales son los elementos químicos capaces de conducir la electricidad y el calor, que exhiben un brillo característico y que, con la excepción del mercurio, resultan sólidos a temperatura normal. El concepto se utiliza para nombrar a elementos puros o algunas aleaciones con características metálicas.

El concepto de metal se refiere tanto a elementos puros, así como aleaciones con características metálicas, como el acero y el bronce. Los metales comprenden la mayor parte de la tabla periódica de los elementos. En comparación con los no metales tienen baja electronegatividad y baja energía de ionización.

Metales como el oro, plata y el cobre, fueron utilizados desde la prehistoria. Al principio, solo se usaron los que se encontraban fácilmente en estado puro, pero paulatinamente se fue desarrollando la tecnología necesaria para obtener nuevos metales a partir de sus metas, calentándolos en un horno mediante carbón de madera.

Los metales poseen ciertas propiedades físicas características, entre ellas son conductores de la electricidad. La mayoría de ellos son de color grisáceo, pero algunos presentan colores distintos; el bismuto (Bi) es rosáceo, el cobre (Cu) rojizo y el oro (Au) amarillo. En otros metales aparece más de un color; este fenómeno se denomina policromismo.

Otras propiedades serían:

- Maleabilidad: capacidad de los metales de hacerse láminas al ser sometidos a esfuerzos de compresión.
- Ductilidad: propiedad de los metales de moldearse en alambre e hilos al ser sometidos a esfuerzos de tracción.
- Tenacidad: resistencia que presentan los metales a romperse o al recibir fuerzas bruscas, como golpes.
- Resistencia mecánica: capacidad para resistir esfuerzo de tracción, compresión, torsión y flexión sin deformarse ni romperse.

De todas estas propiedades dependen sus usos. Todos los metales son importantes desde el punto de vista económico, pero sólo una veintena son absolutamente esenciales para la sociedad. En la tabla se listan los metales que son de uso común en la industria y en nuestro día a día:

Metales	Característica
Aluminio	Sin duda, uno de los más usados, sobre todo en los empaques de productos alimenticios como los enlatados o refrescos. Su uso se ha extendido por todas las aplicaciones que pueden darse a este metal, por su resistencia y su facilidad de manipulación.
Cromo, hierro y cobre	Destacan por su alta resistencia y por su buena capacidad de conductividad, por tanto, son los más usados para la construcción de edificaciones y la producción de material eléctrico.
Níquel, zinc, titanio y Magnesio	Metales muy usados para hacer diferentes aleaciones y obtener mayores resistencias y capacidad anti corrosión, para su uso en construcción e industria.
Acero Inoxidable	Uno de los metales más usados por su mayor resistencia a la corrosión. Destaca por su capacidad de mantener el brillo, y según la aleación pueden resultar muy duros, resistentes y con capacidad para aguantar temperaturas extremas. Debido a su brillo, es muy usado en la construcción con fines decorativos y por su resistencia a la oxidación, también se suele usar en tuberías, depósitos de petróleo y productos químicos. También se usa para la fabricación de útiles de cocina por su facilidad de mantenimiento y limpieza.

- **Vidrio**

El **vidrio** es una sustancia dura generalmente brillante. Está compuesto de *silicatos* y *álcalis* que se fusionan a altas temperaturas.

Este ya se utilizaba por los pueblos musulmanes y árabes. De esta forma se le adjudica a estos pueblos el empleo de dos vidrios cóncavos con aumento para usarlos como binoculares. A continuación, y a modo de resumen, analizaremos las características y *propiedades del vidrio*.

12.3. Características del vidrio

Origen y descubrimiento

¿Cómo se hace el vidrio? Es un fluido que se conoce desde la edad antigua del hombre. Si bien su descubrimiento no es exacto, su origen comienza al mezclar arena y carbonato a altas temperaturas.

2. Historia del vidrio

El vidrio ya se utilizaba por los pueblos musulmanes y árabes. De esta forma se le adjudica a estos pueblos el empleo de dos vidrios cóncavos con aumento para usarlos como binoculares.

3. Usos del vidrio

¿Para qué sirve el vidrio? Originalmente su uso era estrictamente ornamental. Luego dio paso al ámbito religioso. Más adelante comenzó la fabricación de envases y usos cotidianos como la elaboración de utensilios de uso diario.

En la actualidad sus **usos** son diversos y variados desde botellas, prótesis de cadera, dentales, espejos, ventanas, etc.

4. Reciclaje

El vidrio es un tipo de material que **se puede reciclar con mayor facilidad** que otros materiales. No obstante, existen algunos tipos de vidrio que, por su composición, el proceso de reciclado es más extenso en el tiempo. Por ejemplo: espejos, vidrios ventana, focos y vidrios templados.

5. Propiedades ópticas

Estas propiedades hacen referencia a que una parte de la luz es refractada, otra absorbida y una tercera parte es transmitida. Las propiedades ópticas del vidrio no se alteran con el paso del tiempo.

6. Propiedades físicas

- Composición del vidrio. Si bien existen infinidad de formas de hacer vidrio, en líneas generales el vidrio está compuesto por materiales de origen mineral fusionados térmicamente. Específicamente contiene arena de cuarzo de sosa, cal, óxido de magnesio y óxido de aluminio.
- Color. El color se origina por los elementos que se agregan al momento de su fusión. Así por ejemplo un color rojo azulado se conseguirá por la utilización de óxido de cobalto; un color amarillo se conseguirá por usar óxido férrico y una coloración azulada se logrará por la utilización de óxido ferroso.
- Textura. La textura puede variar el brillo del vidrio. Este depende del proceso de fundido que se haya llevado a cabo.

- Maleabilidad. Son maleables cuando se hallan en su etapa de fundición. Los principales métodos de moldeado son:
 - Prensado
 - Soplado
 - Estirado
 - Laminado

7. Propiedades mecánicas

- Ablandamiento. El vidrio se ablanda aproximadamente a los 730 °C.
- Dureza. Es de 470 en la dureza Knoop (HK)
- Resistencia a la compresión. Oscila entre 800-100 MPa (megapascal)
- Elasticidad del vidrio. Hace referencia al alargamiento elástico de una barra delgada de vidrio y cuán resistente es esta barra. Se ha demostrado que el vidrio posee una resistencia a la elasticidad de 70.000 MPa.
- Resistencia a la flexión. Mide la resistencia durante la deformación del vidrio. Según ensayos se ha determinado que dicho material tiene una resistencia a la flexión de 45 MPa.

8. Propiedades térmicas

En cuanto a las propiedades térmicas se puede decir que el vidrio tiene un calor específico y también una conductividad térmica.

Temperatura para su ablandamiento: Ciertamente el vidrio no tiene un punto de ablandamiento definido. Así, este material pasa de un estado sólido a un estado plástico de aspecto pastoso. Sin embargo, se pueden observar características de modificación a partir de los 600 °C aproximadamente.

9. Propiedades eléctricas

- Constante dieléctrica. Entre 5 °C y 10 °C. Es una constante física que explica o describe cómo un campo eléctrico afecta (o es afectado) por un medio.
- Resistividad eléctrica superficial. En condiciones normales el vidrio posee una resistividad eléctrica de 10^{20} ohm·cm. Esto lo transforma en uno de los mejores aislantes eléctricos conocidos.

10. Propiedades químicas

- Densidad. Dicha densidad depende del tipo de materiales incluidos en su fabricación. Sin embargo, en líneas generales la densidad del vidrio es de aproximadamente 2500 kg/m³. Esto otorga al vidrio plano un peso de 2,5 kg/m² (por cada milímetro de espesor).
- Viscosidad. Es la resistencia que tiene un líquido a fluir. Aquí estamos frente a un material sólido, pero igual debemos hacer referencia a la viscosidad. Sin embargo, los vidrios son *líquidos sobre-enfriados*. Es por esta razón que se debe tener en cuenta esta propiedad química del vidrio.
- Corrosión. El vidrio resiste mucho a la corrosión. Es por ello por lo que se le utiliza con frecuencia en experimentos químicos. De todos modos, esto no quiere decir que dicho material sea indestructible. De hecho, existen 4 sustancias frente a las cuales el vidrio se rompe:
 - Ácido Hidrofluorídrico

- Ácido fosfórico de alta concentración
- Concentraciones alcalinas a altas temperaturas
- Agua a temperatura elevada

- **Cerámica**

La **cerámica** es un material que se utiliza desde hace muchísimo tiempo con fines utilitarios y decorativos. Se obtiene a partir de distintas materias primas presentes en forma de polvo o de pasta, las cuales se amasan o se moldean para darles la forma requerida y luego se someten a una cocción, con lo que adquieren rigidez. Finalmente, las piezas cerámicas pueden ser pintadas con esmalte.

En la elaboración de objetos de cerámica se emplean siempre materiales sólidos inorgánicos, como sílice, alúmina, caolín y óxidos metálicos, combinados con otras sustancias.

La **cerámica** es usada en parte por destacadas propiedades físicas y químicas. Entre ellas podemos mencionar su estabilidad, que le permite evitar la oxidación. Resiste la corrosión y la abrasión, no presenta elasticidad, no es combustible y es refractaria.

1. **No es combustible**

A diferencia de la madera, resulta un material mucho más seguro para la construcción.

2. **No es oxidable**

Es altamente estable, el agua no la altera en lo más mínimo.

3. **Resistente a la corrosión y a la abrasión**

No es afectada por las sustancias químicas, tampoco se desgasta por el pulido.

4. **Frágil o vidriosa**

Si bien durante la cocción adquiere dureza, la cerámica es un material que se fractura frente a los esfuerzos de tensión.

5. **No elástica**

Una vez fraguada, la cerámica permanece fija, ya no es posible seguir moldeándola.

6. **Refractaria**

La cerámica en general resiste altas temperaturas (de hecho, se obtiene en hornos a temperaturas que superan los 1000 °C), pero esta propiedad se puede optimizar incluyendo en la mezcla de las arcillas óxidos de aluminio, berilio y circonio. En ese caso, la cocción se realiza a 1300-1600 °C y se procede a un enfriamiento muy lento. Se logran así productos que pueden resistir temperaturas de hasta 3000 °C, necesarios en usos bastante específicos.

7. **No conductora de electricidad**

Además de la resistencia a la temperatura, caracteriza a la cerámica su gran poder de aislamiento eléctrico.

8. Dureza

La dureza de la cerámica está dada principalmente por su contenido en silicato o arena, pero esto al mismo tiempo resta homogeneidad; el molido bien fino de la materia prima ayuda en este sentido.

9. Diferentes tipos de cerámica

- Cerámica porosa: realizada con arcilla de grano grueso, son ásperos y permeables a los gases y las grasas; absorben la humedad. Son los que no han sufrido el proceso de vitrificación, al no haber sido expuestos a temperaturas lo suficientemente elevadas como para fundir el cuarzo con la arena. Su fractura (al romperse) es terrosa. Los ladrillos y las tejas se consideran cerámicos porosos.
- Cerámica semicompacta: posee arcilla de grano fino, son poco permeables y no absorben la humedad.
- Cerámica compacta: tiene una estructura microcristalina, son impermeables, suaves y no absorben humedad. Se ubican allí las losas finas y las porcelanas.
- Cerámica tenaz: soportan altos esfuerzos. Son las que se emplean en la fabricación de baldosas o porcelanatos, por ejemplo.

10. Importante en la historia de la humanidad

Los objetos hechos en cerámica forman parte de muchas **culturas** del mundo y resultan significativos a la hora de reconstruir las costumbres de una civilización ya desaparecida, como sucede con las civilizaciones precolombinas.

Gracias a su durabilidad, se han recogido en diferentes relevamientos arqueológicos muchos objetos hechos en cerámica y destinados a las actividades cotidianas (como elementos para cocinar, para transportar agua, etc.) o para su empleo en ocasiones especiales, como funerales, bodas, celebraciones rituales y otras.

Intervención No. 3 (Anexo VIII)

Objetivo

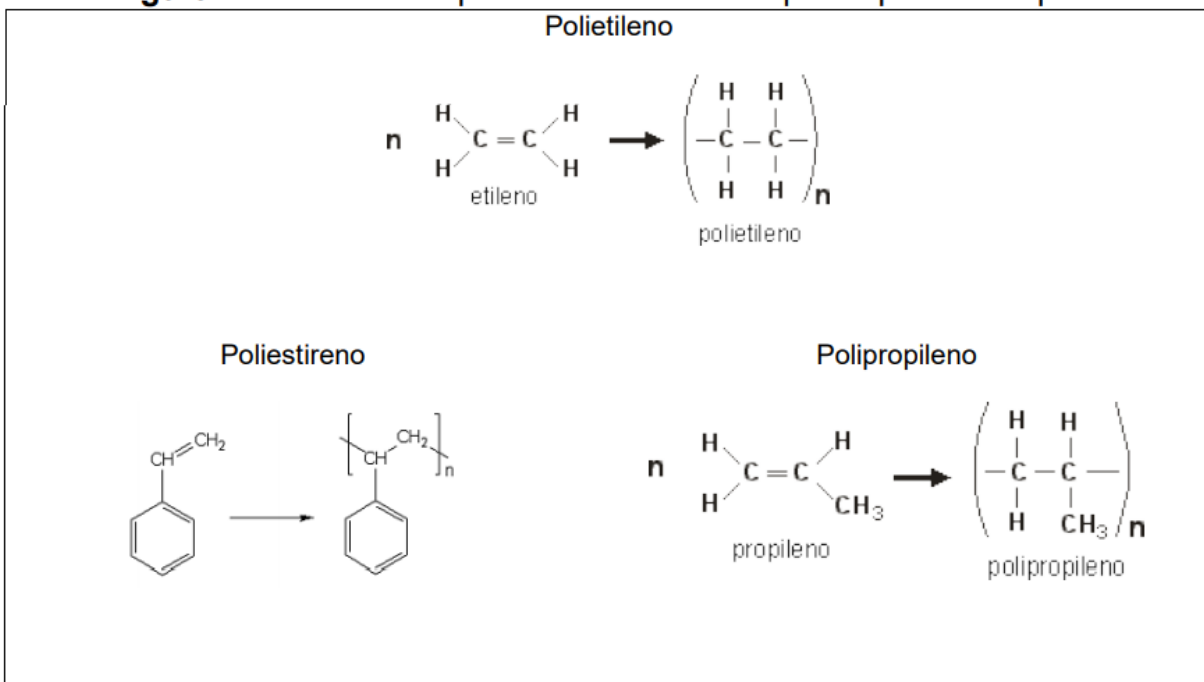
Explicar el proceso de Pirólisis de las poliolefinas y las reacciones químicas que se dan en el reactor de despolimerización.

Pirólisis

La pirólisis térmica es un proceso endotérmico de alta energía que requiere temperaturas de por lo menos 350 a 650 °C, dependiendo del polímero a degradar. En algunos procesos se requieren temperaturas de hasta 900 °C para alcanzar rendimientos de productos aceptables. Los estudios realizados en craqueo térmico se han centrado principalmente en el polietileno, Poliestireno y polipropileno tanto virgen como de residuos.

La descomposición térmica de polímeros (poliolefinas) conlleva a la formación de hidrocarburos con pesos moleculares más altos y char o coque, que se pueden presentar en diferentes cantidades según el material.

Figura 1. Estructura de poliolefinas formadas por alquenos simples.



Reacciones de condensación, adición y sustitución.

Actividad No. 6 (Anexo IX)

Armar las reacciones

Objetivo

Facilitar la comprensión de la temática 'reacciones de pirólisis', mediante una actividad rompe cabezas.

Tiempo: Una hora

Desarrollo

Se les presenta a los estudiantes diferentes fichas bibliográficas, en las cuales están representadas las reacciones características del proceso de pirólisis. Estas están cortadas y los estudiantes deben ordenarlas de acuerdo con la explicación antecedida.

El profesor presenta a los estudiantes la explicación de la actividad y seguidamente arma grupos de 6 estudiantes, con el fin de generar trabajo en grupo para el análisis de problemas.

Al final, los estudiantes deberán responder a la pregunta ¿Cómo se forman los plásticos químicamente? El profesor toma apuntes en el tablero de las respuestas de los estudiantes y entre todos arman un mapa conceptual.

Materiales:

Fichas bibliográficas, las cuales tienen dibujadas representaciones gráficas de diferentes reacciones de polimerización o despolimerización del plástico.

Al final de la actividad

El docente debe ser un observador, además debe estar en el proceso para la corrección de posibles errores. El docente debe ser un facilitador.

Actividad No. 7 (Anexo X)

Video Foro

¿Del Plástico a Combustible?

Objetivo

- Mostrar una alternativa de solución que existe para dar solución a problemáticas de contaminación por plástico.

Vídeo1: <https://www.youtube.com/watch?v=Dut4OI2ZZ0>

Vídeo2: <https://www.youtube.com/watch?v=XBHBHR2hvXY>

Después de haber visto los anteriores videos, responda:

1. ¿Es posible lograr un cambio totalmente sustentable de acuerdo con el avance tecnológico?
2. ¿El desarrollo de los plásticos es un avance científico importante para la humanidad entera?
3. ¿Cuáles son las implicaciones de las acciones del hombre sobre el planeta?
4. ¿Qué efectos trae consigo, la mala disposición de los residuos plásticos?
5. Desde el desarrollo sustentable, ¿usted qué hace por el bienestar común?
6. ¿De qué manera influye la acción del hombre en la naturaleza?

Bibliografía

- Calderón, F. (2016). *La Producción de Combustibles Vehiculares a partir de Plásticos de Deshecho*.
Obtenido de
<http://www.drcalderonlabs.com/Procesos/Pirolisis/Proceso%20de%20Pirolisis.pdf>
- Calderón, F., & Martínez, M. (2014). *Plasti Combustibles. Gestión Sostenible de Residuos Plásticos*.
Obtenido de
<http://www.drcalderonlabs.com/Plasticcombustibles/Presentaciones/GESTION-SOSTENIBLE-DE-RESIDUOS-PLASTICOS.pdf>
- Calderón, R., Sumarán, R., Chumpitaz, J., & Campos, J. (2016). *EDUCACIÓN AMBIENTAL. Aplicando el enfoque ambiental hacia una educación para el desarrollo sostenible*. Huánuco.
- Mckeown, R. (2002). *Manual de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de
http://www.esdtoolkit.org/manual_edsp01.pdf
- MEN. (2011). *Ministerio de Educación Nacional*. Obtenido de
<https://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html>
- MENyA. (1994). *DECRETO 1743 DE 1994*. Obtenido de
http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_1743_030894.pdf
- Mindalia. (18 de septiembre de 2013). Obtenido de <https://www.mindaliatv.com/como-convertir-plastico-en-combustible-por-miguel-ferrero-parte-1/>
- Mora, W. M. (2009). Educación Ambiental y Educación para el Desarrollo Sostenible ante la crisis planetaria: demandas a los procesos formativos del profesorado. *Revista TED*, 7-35.
- Murga, M. M. (2015). *Competencias para el desarrollo sostenible: las capacidades, actitudes y valores meta de la educación en el marco de la Agenda global post-2015*. Obtenido de
<http://www.redalyc.org/html/4475/447544537005/>
- íUAESP. (2011). *Pliegos de Condiciones Licitación Pública N° 001 de 2011 y Anexos*. Obtenido de
<http://www.contratacionbogota.gov.co>
- UNESCO. (2012). *Educación para el Desarrollo Sostenible. Libro de Consulta*. Obtenido de
<http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002167/216756s.pdf>
- UNESCO. (2014). *Hoja de Ruta para la ejecución del Programa de acción mundial de Educación para el Desarrollo Sostenible*. Obtenido de
<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002305/230514s.pdf>
- Voltaico. (8 de abril de 2017). Obtenido de <https://voltaico.lavozdegalicia.es/2017/04/reactor-movil-capacidad-convertir-residuos-plastico-mar-diesel/>