

**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL  
CONCEPTO DE POLÍMERO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL RECICLAJE DEL  
PLÁSTICO**

**LIC. SONIA CAROLINA MORENO NARANJO**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2015**

**EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL  
CONCEPTO DE POLÍMERO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL RECICLAJE DEL  
PLÁSTICO**

**LIC. SONIA CAROLINA MORENO NARANJO**

**Trabajo de grado para optar por el título de Magister en Docencia de la Química**

**DIRECTOR:  
MSC. MANUEL ANTONIO ERAZO PARGA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA  
BOGOTÁ, NOVIEMBRE DE 2015**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Evaluador Interno**

---

**Firma del Evaluador Externo**

## DEDICATORIA

A Dios por brindarme cada mañana la luz del sol para hacerme sentir viva y darme la energía necesaria para cumplir todas las metas propuestas para el día y la vida, así como esta que estoy acariciando lentamente luego de un proceso largo y con altibajos, que me enseñaron muchas lecciones tanto a nivel personal como profesional.

A mis padres Isabel y Ricardo, que siempre han estado para brindarme su amor, apoyo e impulso en las diferentes situaciones que he tenido que afrontar, con su ejemplo y palabras de aliento gratificantes y enriquecedoras; a mis hermanitos que son un trío de alegrías, sueños, esperanzas y emociones que me han servido de inspiración para trabajar en pro de ellos.

A la fuente de amor más pura y el mejor regalo que he tenido en toda mi vida: mis hijitas Carolina y Juliana, por convencerme de que se es feliz cuando te miran unos ojos inocentes, llenos de sinceridad y confianza hacia tí.

A Milton su compañía y aliento en momentos de dificultad.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Institución Educativa Juan de Jesús Acevedo, en cabeza de su Rector, Raúl Eduardo Muñoz y el cuerpo docente de la sede Montejo, por su acompañamiento y enseñanzas durante todo el proceso de trabajo en los tres años que compartí en sus instalaciones.

A mis estudiantes promoción 2010 y 2011, por permitirme ser parte de sus vidas desde el aula y para siempre.

A MSc Manuel Erazo Parga, por sus asesorías y orientaciones para la feliz consecución del presente trabajo.

A todas las personas que me incentivaron a seguir cuando las fuerzas fallaban, y directa o indirectamente me colaboraron para llegar a esta meta.

"Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos".

Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, parágrafo 2

<b>1. Información General</b>	
<b>Tipo de documento</b>	Tesis de grado de maestr
<b>Acceso al documento</b>	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
<b>Título del documento</b>	EL APRENDEIZAJE SIGNIFICATIVO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL CONCEPTO POLÍMERO: ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA EL RECICLAJE DEL PLÁSTICO.
<b>Autor(es)</b>	MORENO NARANJO, SONIA CAROLINA
<b>Director</b>	MSC. MANUEL ERAZO PARGA
<b>Publicación</b>	Bogotá, Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 149 p
<b>Unidad Patrocinante</b>	Universidad Pedagógica Nacional
<b>Palabras Claves</b>	POLÍMERO, PLÁSTICO, POLIMERIZACIÓN, REACCIONES DE SÍNTESIS, RECICLAJE, DEGRADACIÓN, APRENDIZAJES SIGNIFICATIVO, ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE POR INVESTIGACIÓN, UNIDAD DIDÁCTICA.

<b>2. Descripción</b>
Este trabajo de investigación propone el aprendizaje significativo del concepto polímero, a través del diseño, aplicación y evaluación de una unidad didáctica basada en la resolución de problemas, para la enseñanza y aprendizaje de conceptos que favorezcan el reciclaje del plástico para evitar su contaminación en el suelo, el aire o el agua.

<b>3. Fuentes</b>
ANGEL, A. (1992) Perspectivas pedagógicas en la educación ambiental. Una visión interdisciplinaria. Colombia
AUSUBEL. (1983) Teoría del aprendizaje significativo <a href="http://www.eduinformatica.com.ar/docentes/articulo/educacion/ausubel/index.html">www.eduinformatica.com.ar/docentes/articulo/educacion/ausubel/index.html</a>
COLOMER, m. Francisco e IZQUIERDO, Antonio. (2007) Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial UPV. Valencia, España. p. 179 - 186
ESPIN, Guadalupe. 2007. Los plásticos y la contaminación. Revista Ciencia, Septiembre No. 30, pp 12-18
GALLEGO BADILLO, R., (1996). Discurso constructivista sobre las ciencias experimentales: Una concepción actual del conocimiento científico. Cooperativa Editorial Magisterio
GARCIA, SERGIO. (2009) Historia de los polímeros. Revista Iberoamericana de Polímeros. p 71-80

MOREIRA, Manuel (1993): Unidades Didácticas e Investigación en el Aula. Colección: QUINTANILLA, Mario, MERINO, Cristian y DAZA, Silvio (2010). Unidades didácticas en química. Editorial Grecia, julio.  
SAUVE, L. (2005). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en educación ambiental. Montreal, Canadá.  
SERRANO, P. ALCOSER. (2006) Plásticos. Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador

#### 4. Contenidos

Introducción: El presente trabajo se enmarca en la ejecución de una estrategia didáctica para el aprendizaje significativo del concepto polímero en un comunidad educativa rural, para mejorar el reciclaje del plástico.

Pregunta problémica: ¿Una unidad didáctica basada en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula, posibilitará el aprendizaje significativo de concepto polímero, entre los estudiantes de educación media de una comunidad rural, para el reciclaje del plástico?

Objetivo general: Propender por un proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto químico de polímero a partir del aprendizaje significativo en estudiantes de educación media rural, mediante una unidad didáctica.

Objetivos específicos

- Identificar las ideas previas que los estudiantes tienen acerca de los polímeros como producto químico macromolecular y su afectación en el ambiente como contaminante.
- Diseñar y aplicar una unidad didáctica basada en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, para la aprehensión del concepto químico de polímero y su impacto ambiental.
- Aplicar el instrumento de evaluación de la unidad didáctica, para evidenciar la eficiencia y eficacia frente al aprendizaje propuesto.
- 

#### 5. Metodología

Epistemología: Fenomenología

Perspectiva Teórica: Investigación crítica en educación ambiental

Metodología: Investigación acción

Método: Observación directa

La investigación se describe en cuatro fases, fundamentalmente, en las que se diseñó e implemento un instrumento de ideas previas acerca de los conceptos de plásticos, polímeros, y sus métodos de reciclaje; este instrumento arrojó resultados tales como la falta de dominio conceptual por parte de los estudiantes acerca de las diferencias entre plástico y polímero, las formas como se clasifican adecuadamente los plásticos, el tipo de reacciones que dan origen a los plásticos, los métodos de degradación del plástico, entre otros, que permitió se orientara el diseño de la unidad didáctica como estrategia para la investigación. En la segunda fase de la investigación, se adecuo la unidad

didáctica a los conceptos que el estudiante debía afianzar, procurando actividades sencillas, de uso del lenguaje científico, con guías de laboratorio que corroboren información teórica y favorezcan la construcción de redes conceptuales en el estudiante. En la tercera fase se llevó a cabo la observación y desarrollo de la unidad didáctica. En la cuarta fase se dio paso a la evaluación de la unidad didáctica con base en un informe técnico de recolección de datos sobre los resultados dados durante el desarrollo de las actividades por parte de los estudiantes y la aplicación de un instrumento que confirmara el éxito de la estrategia didáctica.

## 6. Conclusiones

- De acuerdo a las hipótesis planteadas se corroboró que los estudiantes de educación media rural de Chinavita, no poseían unas bases conceptuales apropiadas para el reciclaje del plástico como sustancia química de peso molecular variable, y cuyo comportamiento químico implica una serie de reacciones químicas favorables para su degradación no contaminante para el ambiente
- El identificar las ideas previas de los estudiantes, favoreció el diseño de la estrategia didáctica, para aproximarla a la realidad del estudiante y adecuarle el lenguaje a uno claro y sencillo para su comprensión y puesta en práctica.
- La aproximación que se hizo del problema de los plásticos desde el punto de vista ambiental y químico, se vio fortalecido en el área de artística con la elaboración de diferentes tipos de accesorios para vestir o usar en las labores agropecuarias.
- De acuerdo a los resultados de las actividades de la unidad didáctica diseñada para la estrategia, se encontró que el joven campesino al ser educado en la parte ambiental rescata aún más su papel de compromiso con la naturaleza y valora su propio proceso de formación académica como una herramienta para actuar y pensar coherentemente con su ambiente.
- El papel del investigador como observador participante favoreció el desarrollo del trabajo investigativo, ya que se hizo centrado en una realidad palpable, deducible y aterrizada a una comunidad particular con una problemática latente y común al mundo en general.
- El diseño de la estrategia didáctica conllevó a la consulta sistemática y organizada de fuentes verídicas y confiables que permitieran el uso de información actualizada y eficaz para los objetivos planteados en la investigación.
- Las mejoras que se obtuvieron en los procesos de desecho del plástico, desde su misma clasificación en la fuente, fueron otro tipo de resultados favorables generados luego del trabajo con la estrategia planteada y que se adoptaron como acciones comunes en toda la institución para su ejercicio continuo.
- El incorporar estrategias alternativas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes para el desarrollo de cualquier temática resultó algo innovador en la institución y se logró articular tanto el PEIR, como el plan de estudios del área y el PRAE, en busca de objetos de conocimiento claros para el estudiante y en

transversalidad con las demás áreas de formación.

- La unidad didáctica en su ejecución, favoreció el fortalecimiento de las competencias científicas avocadas desde la clase de ciencias, evidenciándose en la presentación de pruebas externas, tales como ICFES, con puntajes altos en el área de ciencias naturales.
- Al comparar los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de ideas previas y el de evaluación final a partir de la unidad didáctica, se evidenció la aprehensión de los conceptos de polímeros, copolímeros, polímeros naturales y polímeros sintéticos, polimerización y síntesis de polímeros, resinas y plásticos.

<b>Elaborado por:</b>	SONIA CAROLINA MORENO NARANJO
<b>Revisado por:</b>	MSC. MANUEL ERAZO PARGA

<b>Fecha de elaboración del Resumen:</b>	24	02	2016
--	----	----	------

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>15</b>
<b>1. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>2. ANTECEDENTES</b>	<b>21</b>
2.1 Antecedentes sobre la educación ambiental en la escuela	21
2.1.1 Panorama mundial: historia social y política	23
2.1.2 Panorama nacional: normatividad y legislación colombiana	25
2.1.3 Panorama regional y local	27
2.2 2.2 Antecedentes de estudio sobre enseñanza-aprendizaje, educación rural y unidades didácticas	28
<b>3.PROBLEMA</b>	<b>33</b>
3.1 Identificación	
3.2 Formulación	
<b>4. OBJETIVOS</b>	<b>34</b>
4.1 Objetivo General	
4.2 Objetivos Específicos	
<b>5.HIPOTESIS</b>	<b>35</b>
5.1 Variables	
<b>6. MARCO REFERENTE</b>	<b>36</b>
6.1 Epistemología: Fenomenología	36
6.2 Pedagógico y Psicológico	39
6.2.1 Principios del aprendizaje significativo	39
6.2.2 Ideas previas	45
6.3 Didáctico: Unidades didácticas	50
6.3.1 La resolución de problemas	52
6.3.2 Perspectiva teórica: Investigación crítica en educación ambiental	53
6.4 Referente teórico del plástico	57
6.4.1 Aspectos históricos: etimología, origen, vulcanizado, nacimiento del plástico, celuloide y evolución	57
6.4.2 Aspectos conceptuales: definición, características, composición química, usos (mundial. Nacional. Local)	66
6.4.3 Reciclaje del plástico	77
6.4.4 Contaminación por plásticos	79

<b>7. METODOLOGÍA</b>	<b>82</b>
7.1 Metodología: Investigación Acción	82
7.2 Método: Observación participativa	84
7.3 Población	86
<b>7.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>87</b>
7.4.1.1 Instrumento de ideas previas	88
7.4.2 Diseño de la unidad didáctica	91
7.4.3 Informe de validación de la unidad didáctica	93
7.4.4 Instrumento de evaluación final	99
<b>7.5 Análisis de Resultados</b>	<b>101</b>
7.5.1 Análisis de instrumento de ideas previas	101
7.5.2 Análisis de ideas previas a nivel individual	102
7.5.3 Análisis de ideas previas a nivel grupal	103
7.5.4 Análisis evaluación final a nivel individual	105
7.5.5 Análisis evaluación final a nivel grupal	107
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>112</b>
<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>115</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>118</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1: Leyes nacionales sobre la educación ambiental	25
Tabla No. 2: Aprendizaje significativo vs. Significado psicológico	40
Tabla No. 3: Clasificación de los plásticos	76
Tabla No.4: Métodos de reciclaje de los plásticos	78
Tabla No. 5: Conceptos de la investigación-acción	82
Tabla No. 6: Ventajas y desventajas de la observación directa	85
Tabla No.7: Descripción de los ítems planteados en el instrumento de ideas previas	89
Tabla No. 8: Parámetros para sistematizar las ideas previas de los estudiantes	90
Tabla No.9: Criterios de evaluación del instrumento de ideas previas a nivel individual y grupal.	91
Tabla No. 10: Parámetros de sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto polímero	100
Tabla No. 11: Criterios de evaluación del instrumento evaluativo final	101
Tabla No. 12: Puntajes obtenidos en la aplicación del instrumento de ideas previas	101
Tabla No. 13: Caracterización de las ideas previas de los estudiantes a nivel individual	103
Tabla No. 14: Análisis de resultados grupales del instrumento de ideas previas	103
Tabla No. 15: Puntajes obtenidos en la aplicación de la evaluación final	106
Tabla No.16: Caracterización de evaluación final de la unidad didáctica	106
Tabla No. 17: Análisis de resultados grupales del instrumento de evaluación final	107

## LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
<b>Gráfica No. 1: Tendencias de la educación ambiental</b>	<b>22</b>
<b>Gráfica No.2: Clasificación de los plásticos según sus propiedades físicas</b>	<b>69</b>
<b>Gráfica no.3: Conceptualización de polímeros</b>	<b>75</b>
<b>Gráfica No.4: Análisis de ideas previas a nivel individual</b>	<b>102</b>

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura No.1 Evolución histórico legislativa de la educación ambiental</b>	<b>24</b>
<b>Figura No. 2 Resumen del avance histórico del plástico</b>	<b>65</b>

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
<b>Anexo No.1: Instrumento de ideas previas</b>	<b>118</b>
<b>Anexo No.2: Registro fotográfico</b>	<b>119</b>
<b>Anexo No.3: Instrumento de evaluación final</b>	<b>121</b>
<b>Anexo No.4: Unidad didáctica</b>	<b>123</b>
<b>Anexo No. 5: Informe de evaluación de la unidad didáctica</b>	<b>147</b>

## INTRODUCCIÓN

A nuestro alrededor se viene gestando un movimiento de índole ambiental que recurre a todos los medios para hacerse escuchar y así despertar el sentido de pertenencia que el hombre tiene con la naturaleza, no solo por el servicio que ésta le presta, sino por la necesidad que ella tiene de él para sobrellevar el equilibrio en el planeta que los dos comparten.

Desde esta visión de comunidad, que debemos recordar en cada una de nuestras acciones, se denota la importancia de la formación inicial en valores ambientales hacia el entorno, por parte de los ciudadanos del futuro, con lo cual se genere un pensamiento de responsabilidad moral y ambiental del hoy sobre el mañana, y que de la misma forma no sólo señale al ser humano como un individuo sino como un agente generador de estrategias y soluciones de mejora y cambio en los sistemas con los que el planeta cuenta actualmente. Es así que la escuela se convierte en un espacio de filtro para el tipo de acciones que deben seguirse en pro de recuperar nuestro ambiente y tratar de conservar los recursos con los que podríamos sobrevivir los próximos 100 años. Bajo esta mirada la reformulación de planes de estudio, currículos y normatividad educativa deben tender a volcar su atención a la proyección ambiental no solo desde la clase de biología, ecología, educación ambiental u otras, sino de manera transversal en todas las áreas de formación del niño o el joven.

Conscientes de que no solo se pretende generar un enriquecimiento conceptual del

problema sino que además engrandecer las acciones de prevención y cuidado que se avocan, se tiene que reconocer la acción de gobiernos anárquicos que disfrazan sus intenciones con la disculpa de la preservación de recursos, que como el agua, están en riesgo de desaparecer, y que a su vez se pretenden privatizar para optimizar su uso.

A continuación se muestra una propuesta basada en el aprendizaje significativo para la enseñanza y aprendizaje del concepto polímero, como estrategia didáctica para el reciclaje del plástico, con un grupo de estudiantes de una comunidad rural donde la principal problemática ambiental es la falta de control en sus residuos sólidos, específicamente los plásticos, y la forma como se “deshacen” de ellos, generando un impacto negativo que contribuye con la devastación del suelo, el aire y el agua, entre otros recursos. Además, ante la falta de otros medios de reciclaje y recolección de basuras que no existen en el sector por la distancia al pueblo y la falta de interés de sus gobernantes en que esto mejore, la comunidad realiza acciones inadecuadas que son el punto de partida para este trabajo.

Esta particularidad acerca del no adecuado reciclaje del plástico lo abordamos desde la misma fuente de producción de los residuos plásticos, ya que por ejemplo, se realizaban quemas de los residuos combinando plásticos de los productos alimentarios humanos y tarros de aceite para carro, o envolturas de dulces con envolturas de fertilizantes para suelos. Esto hizo eco entre los jóvenes, los cuales se interesaron en saber el por qué separar este tipo de productos podría marcar la diferencia en la forma

de eliminarlos como residuos.

Se consideraba equivocado el proceso de reciclaje en la comunidad, ya que a pesar de separar los plásticos de otros residuos, como por ejemplo los desechos de la cocina, la forma de eliminarlos era a través de la quema en fosas improvisadas cerca a las aulas escolares, que luego de terminar la quema eran tapadas con tierra nuevamente.

Desde la clase de Ciencias Naturales en todos sus enfoques (Biología, Ecología, Educación Ambiental, Química, entre otras) se pretendió reformular la estrategia de tratamiento de los plásticos, capacitando al estudiante frente a los métodos más adecuados para el reciclaje y reutilización de este tipo de residuo, tratando de disminuir así su impacto negativo en el ambiente.

No solo basta articular un PRAE en la institución, siendo que en el momento de la investigación no se hallaba explícito como documentos sino como un proyecto a desarrollar en forma de actividades para un grupo en particular, tanto de profesores como estudiantes, más no se consideraba un trabajo interdisciplinar y multigradual. Además debió realizarse una conceptualización a nivel específico dentro de la comunidad estudiantil a partir del diseño, implementación y evaluación de una unidad didáctica en los grados de educación media, cuyo fundamento fue el reciclaje adecuado del plástico para mejorar nuestro ambiente.

Esta estrategia se aplicó con base en las ideas previas de los estudiantes frente el

problema presentado, el seguimiento a una serie de actividades propuestas para el desarrollo de una unidad didáctica y una continua evaluación de las mismas para conseguir entonces el alcance de los objetivos propuestos.

Posteriormente se establecieron campañas entre los padres de familia, recurriendo a reuniones de padres, para acercarlos al contexto que ellos viven y en el cual no siempre mantienen una conciencia clara del cuidado del medio.

Cabe la pena anotar que al tratarse de una comunidad rural la estrategia se encaminó más a formar una conciencia ambiental que les permitió reconocer el tipo de acciones que a diario ejecutaban y estaban favoreciendo el deterioro de las fuentes primarias de recursos, que al pensarlas eternas, no se vislumbraban dentro de la crisis ambiental que se está desarrollando.

## 1. JUSTIFICACIÓN

La necesidad del hombre de reconocer en el otro un sujeto con oportunidades y debilidades, lo ha llevado a repensarse como un agente activo en procesos naturales que antes no le resultaba importantes. Pero ese cambio de mentalidad se ha dado por las desgracias que los fenómenos naturales nos han mostrado durante las últimas décadas, y que han cobrado millones de vidas humanas, y que tal vez se hubieran podido evitar si se pensara en las consecuencias de los actos que a diario se realizan.

Por esto los procesos educativos desde la edad preescolar deben apuntarle a la construcción de una identidad comprometida con su entorno y responsable de sus acciones, para no generar desequilibrios que afecten al otro en cualquier momento. Dentro de esos procesos, acciones como esta, de conceptualizar desde la teoría, son favorables para que el estudiante fortalezca sus mentefactos acerca de los impactos negativos de residuos sólidos, producto de sus actividades diarias, para que inicie la transformación de su ambiente en procura del mejoramiento de su calidad de vida.

De esta manera la presente investigación buscó mejorar los procedimientos de reciclaje de residuos sólidos en el colegio, a partir de la conceptualización del plástico como una sustancia química, cuyas reacciones químicas de degradación pueden convertirse en productos de alto impacto contaminante para el suelo, el agua y/o el aire, de manera que se afecta el equilibrio natural del entorno.

Si al estudiante se le enseña el qué, el cómo y el por qué, el aprenderá a actuar responsablemente y a defender con argumentos sus acciones en pro del otro. Esto repensando la escuela desde las vivencias del presente, teniendo en cuenta las experiencias del pasado y construyendo futuro en términos de calidad de vida.

En el siguiente informe de investigación el papel del profesor fue de observador participante, ya que convivió en la realidad del problema y le resultó fácil interpretar las situaciones de forma más sencilla y a la vez incluyente.

Con lo anterior se pretendió que el estudiante fortaleciera su proceso de aprendizaje desde el dominio conceptual del polímero, e identificara entonces el plástico con características de degradación, los supiera clasificar adecuadamente, y realizar los procesos indicados para eliminar esas sustancias de origen polimérico de su entorno, actuando de forma responsable y comprometida con sus procesos formativos de manera integral.

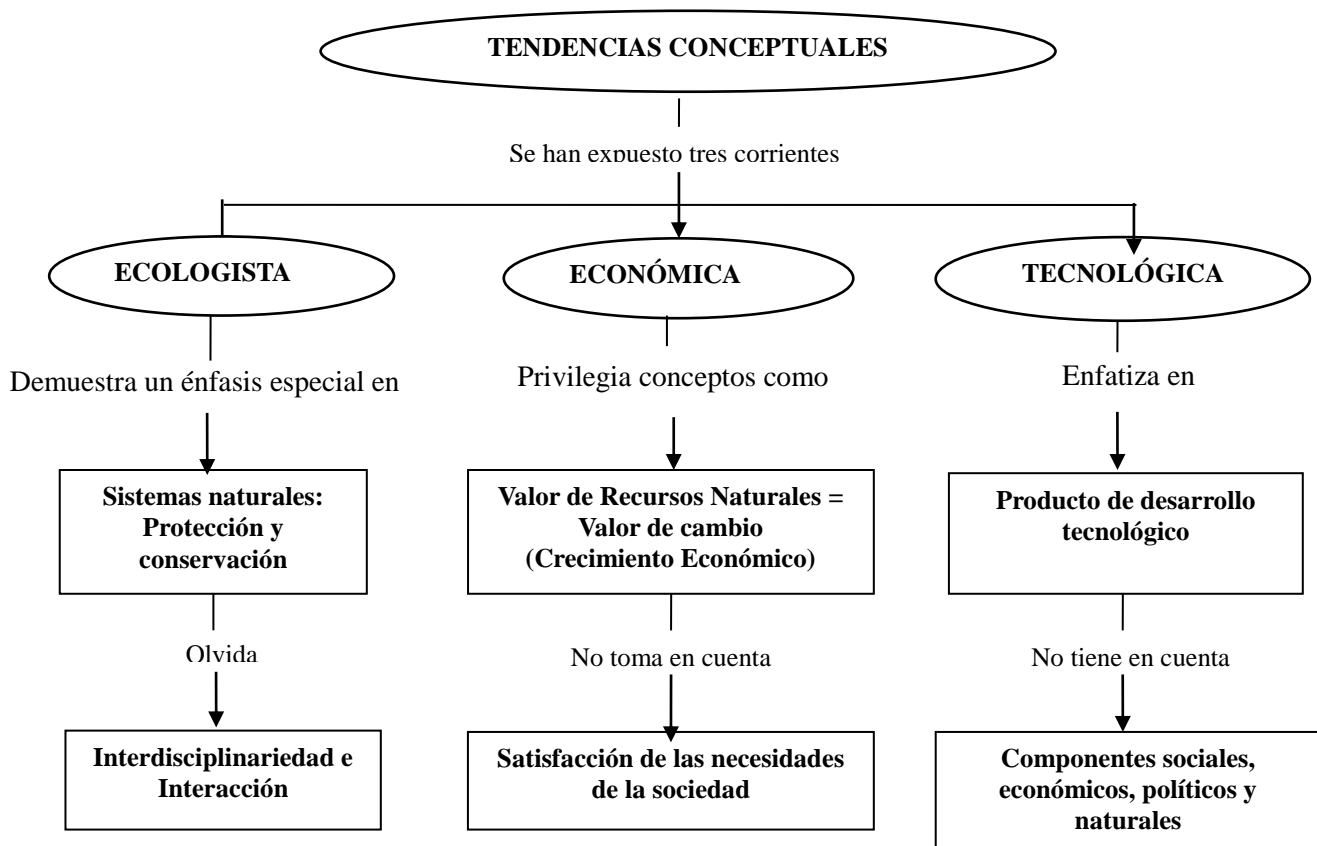
## **2. ANTECEDENTES**

### **2.1 Antecedentes sobre la educación ambiental en la escuela**

Para poder comprender el proceso mediante el cual se ha venido orientando y fortaleciendo la conceptualización de la educación ambiental, sus objetivos y metas, y con el fin de contribuir en el diseño y ejecución de políticas educativas coherentes con las necesidades de un manejo adecuado del ambiente, se hace necesario ubicar, de manera general, las diferentes concepciones que en materia de ambiente han hecho carrera y que de una u otra forma han influido en los diversos grupos, asociaciones, organizaciones, etc. que trabajan los temas ambientales y la educación ambiental. (Torres, 1996)

#### **A. Tendencias conceptuales**

El desarrollo del movimiento ambiental ha estado marcado por diversas tendencias, entre las cuales se encuentran: la ecologista, la economicista, la tecnológica y algunas tendencias políticas (Angel, 1992) las cuales se presentan en el siguiente diagrama:



GRÁFICA No.1: TENDENCIAS DE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL

Con lo anterior se refleja de manera similar el desarrollo del concepto de educación ambiental acompañado de diferentes metodologías y estrategias, de actividades formativas en el campo de la educación, tanto formal como no formal e informal.

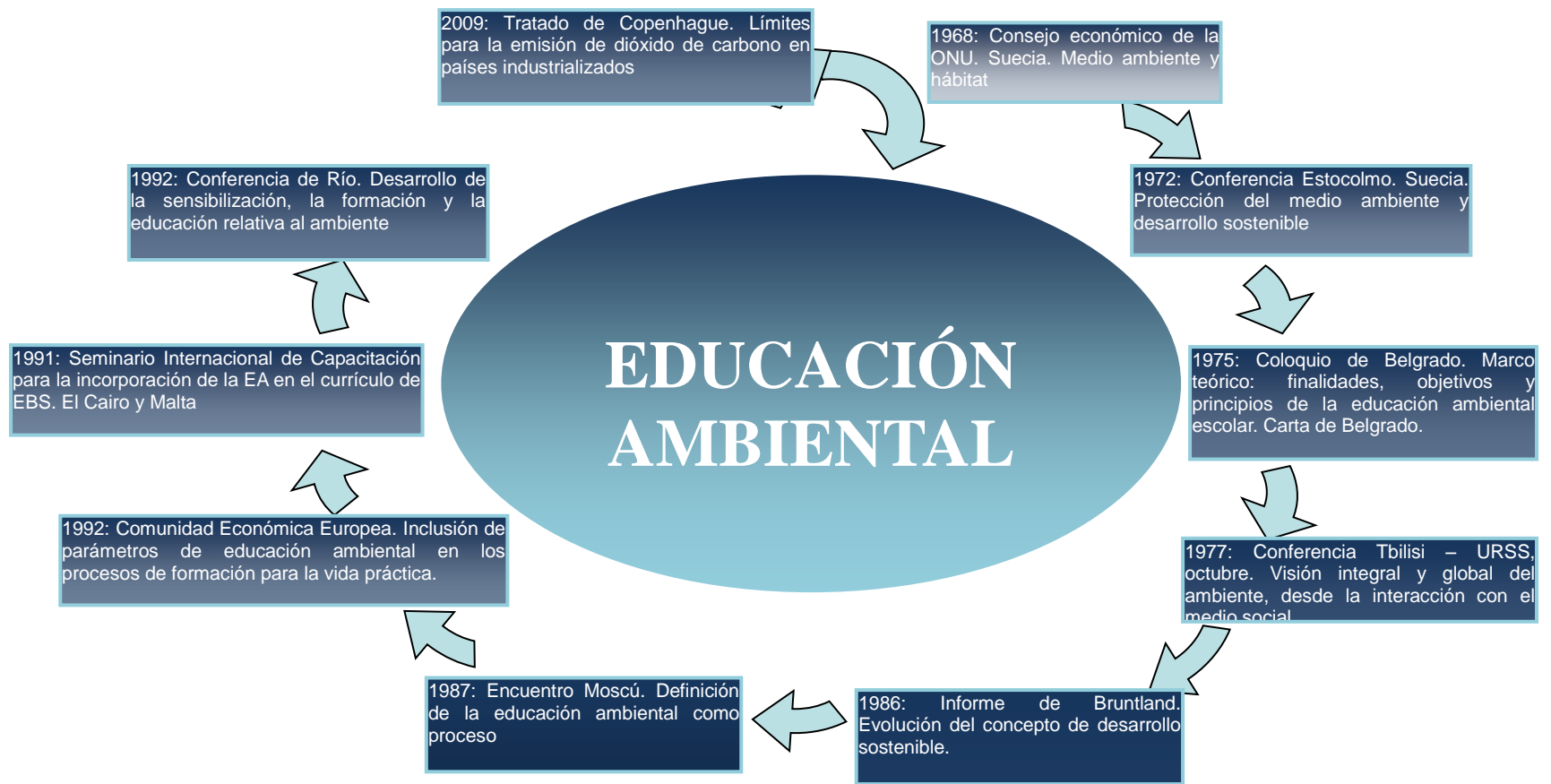
Sin embargo, en el ámbito escolar, la tendencia ecologista ha sido la que ha orientado los trabajos y propuestas tendientes a solucionar las problemáticas relacionadas con el ambiente, confundiéndose la ecología con ambiente. De ahí se desprende la idea de articular los currículos con la enseñanza de la ecología desde la

resolución de problemas ambientales puntuales en comunidades y sitios geográficos específicos, y es así como en la última década se ha incrementado la preocupación por el desarrollo de concepciones más integradoras del ambiente y la educación ambiental, que busca, clarificar las relaciones que existen entre la ecología, la tecnología, la economía y la política entre otras, con el fin de comprender la problemática ambiental y proponer e impulsar las estrategias y actividades tendientes a la resolución de conflictos derivados de la misma que buscan la participación local y global.

### **2.1.1 Panorama mundial: historia social y política**

La educación ambiental ha venido perfilándose como estrategia fundamental para la comprensión, tanto específica como general, de la problemática ambiental y la toma de conciencia de la necesidad del manejo responsable y ético del entorno. Por esta razón la temática cobra cada vez mayor importancia y no solamente está presente en las agendas de reuniones nacionales e internacionales sobre ambiente y desarrollo, sino que ha venido generando una dinámica propia.

A continuación se presenta una breve descripción de los eventos de corte internacional donde se ha discutido la evolución conceptual, metodológica y estratégica de la educación ambiental.



**FIGURA No 1 Recorrido Histórico y Legislativo de la Educación Ambiental**

A lo largo de estos años se han venido desarrollando reuniones para evaluar los alcances eficaces de la Conferencia de Río en todos sus planteamientos, incluyendo los relacionados con la educación ambiental. Desde la UNESCO se ha visualizado un enfoque más integral a la educación ambiental denominado “Educación para las poblaciones y el Desarrollo-EPD”

Otras organizaciones internacionales como la OEA y la OEI, también se han unido a los esfuerzos por la concientización y conceptualización ambiental, desarrollando encuentros tendientes a fortalecer la interinstitucionalidad y la intersectorialidad, en busca de mecanismos de concertación regional para el diseño de políticas públicas que en materia de comunicación y educación para el ambiente, logren impactos deseados, con respecto a su adecuado manejo.

### 2.1.2 Panorama Nacional: Legislación y Proyectos Educativos.

En nuestro país los esfuerzos encaminados a la conservación del ambiente y la educabilidad de la población con relación al ambiente son temas de discusión e interés para grupos especializados en ello.

A continuación se esboza un cuadro de resumen acerca de las leyes y proyectos que se han desarrollado en nuestro país con relación a la educación ambiental y su inclusión en el sistema educativo.

LEGISLACIÓN	CARACTERÍSTICAS	PUBLICACIÓN
Código Nacional De Recursos Naturales y Renovables de Protección del Medio Ambiente	Disposiciones generales relacionadas con la educación ambiental.	Diciembre, 1974
Decreto 1337/1978	Reforma al Código Nacional en cuanto a las limitaciones que este presentaba en la implementación de la educación ambiental desde cursos de ecología	1978

Constitución Nacional de Colombia	Se establecen parámetros para la apertura de espacios de trabajo para la educación ambiental.	4 de Julio, 1991
Ley General de Educación - Ley 115/1994 Decreto 1743	Se introduce como obligatoria la educación ambiental en los planteles públicos y privados de educación formal, tanto a nivel preescolar como de básica y media.	8 de Febrero, 1994
Ley 99	Creación del Ministerio del Medio Ambiente	1993
CONPES	Documentos de políticas ambientales, desde la ejecución de estrategias fundamentales para reducir las tendencias actuales de destrucción ambiental.	1991, hasta nuestros días.
PRAES	Proceso participativo en el que se identifican las principales necesidades ambientales y se implementa un proyecto en el que de manera coherente y articulada con el pénsun, bajo un ejercicio interdisciplinario se programan actividades que sensibilicen a los estudiantes, padres de familia y comunidad educativa	1994
Decreto 1713 Resolución 1045	La separación en la fuente de los diferentes tipos de residuos domiciliarios, la recolección selectiva de los residuos, la existencia de centros de acopio y el fomento de las actividades propias de la recuperación de los residuos como el reciclaje y el compostaje.	2002 2003
Manual del R4ciclador de Residuos Plásticos	capacitación de los diferentes actores que intervienen en la cadena del reciclaje de los plásticos, ofreciéndoles información sobre las bondades de estos materiales, la forma sencilla de identificar los diferentes tipos de resinas plásticas y la importancia de realizar el reciclaje de los residuos plásticos de manera selectiva, es decir, por tipo de resina	1998
Guía Técnica Colombiana	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos.	2004

Tabla No.1: Leyes nacionales sobre la educación ambiental y manejo de residuos

Con estas acciones legales se pretende analizar el contexto de la necesidad de recoger, fortalecer y organizar los múltiples esfuerzos que numerosas entidades y organizaciones gubernamentales y no gubernamentales han venido desarrollando en materia de educación ambiental en el país en los últimos años.

A nivel del Ministerio de Educación, los esfuerzos están encaminados en la formación del mismo profesorado que va a las escuelas y el hecho que en los programas de formación inicial de docentes se incluya la temática desde un aspecto

más conceptual que empírico.

Así se le permite a la escuela colombiana que esté marcada por una organización basada en la estructura disciplinaria que pone las primeras fronteras al proceso de integración, dado el carácter vertical del trabajo al interior de cada disciplina, la falta de conexión entre ellas y su descontextualización social y cultural. Las aulas de clase han sido el escenario por excelencia de la “enseñanza” en donde los problemas reales y cotidianos se dibujan en el tablero, sin que para la comprensión de los fenómenos se tenga en cuenta la realidad concreta. Esto ha dado lugar a la aparición y fortalecimiento de otras fronteras que separan al individuo de su contexto.

Por otro lado, la industria también se ha venido involucrando en el desarrollo de proyectos que concienticen su papel productor de polímeros y su eliminación adecuada para evitar el alto impacto en el ambiente, tal es el caso del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con la publicación que hizo de dos Guías Ambientales para el Sector Plásticos Post- consumo., en el año 2004, en la cuales enseña diversos procesos de manejo, aprovechamiento y disposición de los residuos plásticos post-consumo para la industria y los particulares.

### **2.1.3 Panorama Regional y/o Local**

Existen entidades regionales que se encargan de acercar los problemas ambientales a la realidad del joven campesino, e intentan minimizar los problemas de reciclaje de los residuos sólidos en los campos para mejorar el nivel de conservación de recursos desde su fuente. Es el caso de las corporaciones regionales, en este caso en

particular, Corpochivor, quien a través de campañas de capacitación y entrega de folletos promueve cambios de actitud entre la comunidad, pero no alcanza el impacto necesario ya que se queda corta en relación a las falencias de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos desde el campo hacia la urbes.

Para finalizar este capítulo de antecedentes se hace necesario relacionar el contexto particular donde se origina la preocupación de cómo se eliminan desechos plásticos en la vida cotidiana del campesino y la falta de concientización que esta acción tiene en su análisis de cuidado del ambiente. El campesino muchas veces opta por quemar estos residuos sin pensar el daño que se genera al aire, el suelo, el agua y los organismos vivos que se encuentran a su alrededor.

## **2.2 Antecedentes de estudio sobre enseñanza-aprendizaje, educación rural y unidades didácticas**

*VILLARRUEL LIDUEÑA. (2004)*, presentó es su trabajo de tesis:

Objetivo: Facilitar las herramientas necesarias para hacer del docente un investigador permanente en el aula, a partir de los programas guía de actividades.

El trabajo propuesto por el docente Villarruel consistió en diseñar, implementar y validar una estrategia de enseñanza – aprendizaje por investigación del concepto estructurante de óxido – reducción. Se presenta una estrategia que tiene como propósito fundamental generar en el docente un perfil investigador a partir de un programa guía de actividades en el cual se desarrollaron los temas que los estudiantes deben trabajar durante su curso de ciencias naturales, con el objetivo de colocar a estos

en situaciones que les posibiliten producir conceptos, explorar nuevas alternativas, controlar sus ideas dejando de lado la mera adquisición de información y conceptos elaborados por otros sin ningún significado para ellos. La estrategia contempló el aprendizaje como una construcción personal y social que busca, entre otras cosas, una modificación en la estructura conceptual, metodológica y actitudinal de los estudiantes. El estudiante es considerado como alguien implicado activamente en el proceso aprendizaje, aportando ideas previas y ayudando a resolver situaciones problemáticas con el fin de construir nuevos conocimientos.

*BURGOS LEGUIZAMÓN. (2005)*

Objetivo: Diseñar una estrategia para el modelo de enseñanza – aprendizaje por investigación a partir de la resolución de problemas para el concepto de cambio químico.

Este trabajo investigativo se desarrolló con estudiantes de grado décimo del colegio Emilio Valenzuela, ubicado en la localidad de Suba, en Bogotá. Se implementó una estrategia en la que se tuvieron en cuenta dos aspectos fundamentales: la construcción progresiva del concepto cambio químico y la implementación del modelo didáctico enseñanza-aprendizaje por investigación centrado en la resolución de problemas. La evaluación de la estrategia se realizó con base en los cambios generados en los estudiantes a nivel conceptual, metodológico y actitudinal.

*BENITEZ ROZO. 2010.*

Objetivo: Propone realizar una investigación utilizando el enfoque CTSA, como una herramienta didáctica que permita abordar la enseñanza de la química en una institución rural.

La investigación se realizó en la comunidad de la Institución Educativa Departamental Ernesto Aparicio Jaramillo, ubicada en la inspección de la Esperanza en el municipio de La Mesa, Cundinamarca, con los jóvenes de educación media y bajo la orientación del docente de Ciencias Naturales – Química.

Se realizó bajo la metodología de investigación- acción, con el diseño, aplicación y evaluación de programas guía de actividades en las que se destacaban los conceptos de propiedades fisicoquímicas del agua, contaminación de fuentes hídricas, relación entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente.

El autor elaboró instrumentos para la recolección de información a manera de ideas previas entre la comunidad rural de la inspección, la historia del río Apulo y su influencia en el desarrollo de la comunidad educativa.

A partir de esta información diseñó los programas guía de actividades en los cuales pretendía desarrollar el dominio de conceptos propios de la química y que a su vez se relacionaban con el cuidado y preservación del río Apulo.

En los resultados expuestos el autor confirma el éxito de la estrategia aplicada y sugiere que el problema de contaminación de la fuente hídrica se empezó a tratar a partir del desarrollo de un currículo de química relacionada con la tecnología, el grupo social y la temática ambiental.

Desde este punto se puede comentar que el trabajo en el espacio rural toma mayor fuerza si se piensa en los orígenes de procesos ambientales que desarrollan comunidades con pocas posibilidades de mejora inmediata debido al poco interés que suscitan para los gobernantes locales o regionales. Así mismo, este trabajo aporta a la hipótesis propuesta el enfoque de cambio tanto conceptual como actitudinal dentro de un colegio rural con problemáticas de contaminación centradas en la eliminación equivocada de residuos sólidos como los plásticos.

*VILLAMIZAR FÚQUENE. 2011.*

Objetivo: Desarrollar una unidad didáctica para la complejización del conocimiento en química a partir del concepto discontinuidad.

El trabajo desarrollado por la docente Villamizar, se basó en la baja comprensión del estudiantado de primaria y secundaria sobre la naturaleza de los materiales, desde el abordaje en la literatura especializada propia de la Didáctica de la Química y considerada como uno de los conceptos estructurantes en el aprendizaje de la misma.

De acuerdo con esto, se desarrolló una investigación que permitió determinar cómo mediante el diseño e implementación de una Unidad Didáctica basada en la Enseñanza para la Comprensión (EPC) de este concepto y en las Tramas Didácticas (TD) propuestas por Mosquera, Mora y García (2003), Mora y Parga (2007) y Gómez (2010) se puede complejizar las ideas que tiene el estudiantado sobre la naturaleza de los materiales. Para ello, se hizo un proceso de integración Didáctica que permitió determinar las hipótesis de progresión por las cuales pasan las estudiantes del grado

séptimo B, las cuales fueron identificadas progresivamente mediante la implementación de la Unidad Didáctica.

Como resultado la docente comenta que en el grupo muestra que tuvo se evidenció el nivel de comprensión frente al concepto de discontinuidad en la materia y que partir del mismo se pudo iniciar la construcción de una dinámica histórico-epistemológico del currículo en ciencias dado para el nivel educativo.

### **3. PROBLEMA**

#### **3.1 Identificación**

El contexto del aula es el espacio más enriquecedor para el fortalecimiento del conocimiento en los niños y jóvenes, significando entonces la importancia de la escuela y el maestro dentro de la formación de individuos conscientes y analíticos con sentido de pertenencia a un ambiente, en el cual puedan tomar decisiones críticas y coherentes con vías a responder los cuestionamientos que se planteen y dando así soluciones a los problemas ambientales que se presentan en su entorno particular.

Bajo observaciones tales como: la carencia de una contextualización clara de por qué y para qué se hace educación ambiental, el desconocimiento de algunas campañas educativas en materia de educación ambiental que no tienen en cuenta, muchas veces, el perfil regional o local, el poco trabajo realizado sobre la problemática ambiental rural, la concentración de los trabajos en marcos ecologistas que dejan de lado los aspectos culturales y sociales como parte integral de la problemática ambiental y la no socialización de investigaciones o resultados de procesos entorno al reciclaje de plásticos, se genera el siguiente interrogante:

#### **3.2 Formulación**

¿Una unidad didáctica basada en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula, posibilitará el aprendizaje significativo de concepto polímero, entre los estudiantes de educación media de una comunidad rural, para el reciclaje del plástico?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 GENERAL**

- Propender por un proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto químico de polímero a partir del aprendizaje significativo en estudiantes de educación media rural, mediante una unidad didáctica.

### **4.2 ESPECÍFICOS**

- Identificar las ideas previas que los estudiantes tienen acerca de los polímeros como producto químico macromolecular y su afectación en el ambiente como contaminante.
- Diseñar y aplicar una unidad didáctica basada en los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula, para la aprehensión del concepto químico de polímero y su impacto ambiental.
- Aplicar el instrumento de evaluación de la unidad didáctica, para evidenciar la eficiencia y eficacia frente al aprendizaje propuesto.

## **5. HIPOTESIS**

De acuerdo con el planteamiento del problema se presentaron las siguientes hipótesis que orientaron el trabajo investigativo:

- Los estudiantes de educación media de una comunidad rural no poseen una concepción clara del concepto químico de polímero y por tanto desconocen el efecto de los mismos sobre el ambiente
- La unidad didáctica elaborada desde la investigación acción, posibilitará el aprendizaje significativo del concepto polímero y su impacto negativo en el ambiente.

### **5.1. VARIABLES**

#### **Independientes**

- Ideas previas de los estudiantes frente al concepto químico de polímero.
- Estrategia didáctica basada en la enseñanza y aprendizaje por investigación – acción.

#### **Dependientes**

- Aprendizaje significativo de los estudiantes

## 6. MARCO REFERENTE

### 6.1 Epistemológico: Fenomenología

La fenomenología entiende la educación como una dimensión de la vida cuya duración es prolongada y sus efectos duraderos. Podemos hacer de ella una praxis cuya meta sea la transformación de la existencia y no sólo el cambio educativo. La fenomenología se opone a la concepción de la filosofía como algo ajeno a la vida: somos conciencias intencionalmente dirigidas al mundo, seres-en-el-mundo que nos sabemos tales. No desvincula los medios de los fines ni la teoría de la práctica, porque considera que acción y reflexión se necesitan; entiende la razón de una manera unitaria enraizada en el mundo de la vida. (Marías, 1980)

En una época como la presente en la que desde niños disponemos de una enorme cantidad de información inconexa que incita al consumo indiscriminado y al culto de lo novedoso, se hace cada vez más necesaria una enseñanza que integre de forma crítica dicha información, que aliente a pensar por uno mismo y que restaure los valores. Para ello hay que establecer condiciones que favorezcan el aprendizaje infantil y juvenil de habilidades de pensar y amplíen la razonabilidad del niño, es decir, el razonamiento con los otros y el uso de la razón en provecho del desarrollo humano. Esta es la meta de la fenomenología, la cual entiende la razón como utopía de la humanidad y no como un simple medio para lograr determinados fines.

La fenomenología enseña que la conciencia es intencionalidad hacia el mundo y

que éste es constituido por aquélla en la medida en que le da sentido. A su vez, Lipman asegura que los jóvenes aprenden aquello que tiene sentido para ellos. El sentido no se enseña, pero la educación puede propiciar el desarrollo de habilidades que contribuyan a descubrir el significado de los contenidos transmitidos al alumno y éste deje de permanecer ajeno a ellos. Desde niños nos vemos obligados a organizar el mundo de manera que tenga una constancia y un sentido. Lo esencial del desarrollo intelectual es esta organización y esta donación de sentido al mundo.

La fenomenología entiende el mundo como un cosmos, como unidad de sentidos, no como yuxtaposición de cosas y así es como debe manifestarse el mundo ante los jóvenes para que perciban sus conexiones y sean capaces de encontrarle significados para sus vidas (Fazio y Labastida, 2004). Vinculando los conocimientos con los intereses, la fenomenología estimula la creatividad y la capacidad de abstracción del joven desde temprana edad, ya que pone en práctica el razonamiento en el aula y la reflexión sobre la razón. La interdisciplinariedad de la filosofía es imprescindible para tal fin. Por otro lado, la indagación desmitificadora, contribuye a desvelar el currículo oculto que transmite la escuela y que tiene por objeto la reproducción y legitimación de las diferencias existentes en la sociedad.

La educación tiene lugar en el mundo en el que vivimos y es, por tanto, algo fáctico con un devenir histórico y una serie de prácticas y de teorías sedimentadas.

La enseñanza debe tener en cuenta las diferencias ante la igualdad, el hecho de que los jóvenes no piensan igual. Los docentes deben fomentar las diferencias y permitir que el pensamiento se contamine con afectos, determinaciones sociales, de género,

valores éticos, estéticos, etc. Que la fenomenología tienda relaciones no significa que disuelva las diferencias y menos aún que las oculte. Educar en la fenomenología es educar en la confianza en una verdad que resulta de profundizar en el tiempo y en la finitud, que son insuperables; la verdad de la fenomenología es intersubjetiva, el resultado de la visión de las esencias presentes en lo percibido. Su interés por la interdisciplinariedad y la ciencia es precisamente lo que le hace enfrentarse al cientificismo, que ha olvidado su suelo, el mundo de la vida en el que todas las ciencias se originan.

Es así como se encuentra otro elemento que favorece el desarrollo de la fenomenología en la escuela: el diálogo. El diálogo no sólo estimula a los niños a imitar, a interiorizar los procesos del grupo y a distanciarse de lo dado poniéndolo en cuestión.

En los jóvenes domina esa capacidad de extrañamiento que caracteriza a la filosofía y origina la reducción fenomenológica.

Aunque Dewey y el mismo Lipman, (Lipman, 1992) insisten en la necesidad de enseñar a pensar para construir una verdadera democracia, lo cierto es que dadas las prácticas educativas vigentes en las democracias indirectas en las que vivimos, se diría que éstas persiguen una educación formal que congele los problemas sociales y adoctrine a los individuos en los valores dominantes en lugar del pensamiento creativo y crítico. De hecho, la educación actual enfatiza la adquisición de datos y minusvalora la educación del pensamiento y del juicio hasta tal punto que se bombardea al alumno con tal cantidad de información que ésta no es en absoluto asimilada y mucho menos de forma crítica o con una cierta profundidad. Frente a esa avalancha informativa, resulta

necesaria la reflexión filosófica.

Tal es el caso de la enseñanza sobre los plásticos que se ha manejado en la escuela, reduciéndola únicamente al papel consumista que estos tienen en nuestra sociedad y por lo cual son menospreciados como productos químicos con alternativas para reducirlos o reciclarlos correctamente. Bajo la mirada de la fenomenología este proceso cognitivo resulta muy superficial para el hombre y la sociedad, ya que se limita la acción de la escuela, como un ente transmisionista, dejando de lado la reflexión en torno a problemas puntuales del contexto del estudiante. Es así como se favorecen resistencias educativas y no se posibilita el cambio de las tendencias dominantes en la escuela, actuando siempre de forma operativa y mecánica, sin importar el papel tanto de profesores como estudiantes, que están en su derecho de exigir un desarrollo individual y social; esto trasciende en la dicotomía entre una ciencia que produce y una escuela que reproduce pasivamente.

## **6.2 PEDAGÓGICO Y PSICOLÓGICO**

### **6.2.1 PRINCIPIOS DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO**

El aprendizaje significativo comprende la adquisición de nuevos significados y, a la inversa, éstos son producto del aprendizaje significativo. El surgimiento de nuevos significados en el alumno refleja la consumación de un proceso de aprendizaje significativo. Este presupone tanto que el alumno manifiesta una actitud hacia el aprendizaje significativo; es decir, una disposición para relacionar, no arbitraria, sino sustancialmente, el material nuevo con su estructura cognoscitiva, como que el material

que aprende es potencialmente significativo para él, especialmente relacionable con su estructura de conocimiento, de modo intencional y no al pie de la letra. Según Ausubel, (1983) en la siguiente tabla se describen las relaciones entre el aprendizaje significativo y el significado.

**RELACIÓN DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO POTENCIAL Y EL SIGNIFICADO PSICOLÓGICO**

<b>A. APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO O ADQUISICIÓN DE SIGNIFICADOS</b>	Requiere de	1. Material potencialmente significativo 2. Disposición para el aprendizaje significativo
<b>B. SIGNIFICATIVIDAD POTENCIAL</b>	Depende de	1. Significatividad lógica (la responsabilidad intencional y sustancial del material del aprendizaje con las correspondientes ideas pertinentes que se hallan al alcance de la capacidad del aprendizaje humano) 2. La disponibilidad de tales ideas pertinentes en la estructura cognoscitiva del alumno en lo particular.
<b>B. SIGNIFICADO PSICOLÓGICO (SIGNIFICADO FENOMENOLÓGICO)</b>	Es el producto	1. Aprendizaje significativo 2. La significatividad potencial y la disposición para el aprendizaje significativo

**TABLA No. 2: Aprendizaje significativo vs. Significado Psicológico**

Una de las razones de que se desarrolle en los alumnos una propensión hacia el aprendizaje repetitivo con relación a la materia potencialmente significativa consiste en que aprenden por triste experiencia que las respuestas sustancialmente correctas que carecen de correspondencia literal con lo que les han enseñado no son válidas para algunos profesores. Otra de las razones consiste en que por un nivel generalmente elevado de ansiedad, o por experiencias de fracasos crónicos en un tema dado que

reflejan, a su vez, escasa aptitud o enseñanza deficientemente y de ahí que, aparte del aprendizaje por repetición, no encuentren ninguna otra alternativa que el pánico. Por último, puede desarrollarse en los alumnos una actitud para aprender por repetición si están sometidos a demasiada presión como para ponerse sueltos de lengua o para ocultar, en vez de admitir y remediar gradualmente su falta original de comprensión genuina.

En estas circunstancias parece más fácil o más importante crear la impresión falsa de haber entendido con sencillez, aprendiéndose de memoria unos cuantos términos u oraciones clave, que tratar de comprender el significado de éstos. Los profesores suelen olvidar que los alumnos pueden inclinarse marcadamente al uso de términos abstractos que den la apariencia de propiedad, aunque la comprensión de los conceptos fundamentales de hecho no exista.

Para que el proceso del aprendizaje significativo se aproxime realmente a su naturaleza, se deben tener en cuenta dos elementos: la naturaleza del material y la potencialidad del material para ser significativo.

El primer término, la naturaleza del material, no debe pecar de arbitrario ni de vago para que pueda relacionarse de modo intencionado y sustancial con las correspondientes ideas pertinentes que se hallen dentro del dominio de la capacidad humana (a las correspondientes ideas pertinentes, ideas que por lo menos algunos seres humanos sean capaces de aprender sí se les concede la oportunidad de hacerlo). Esta propiedad de la tarea de aprendizaje, que es la que determina si el material es o

no potencialmente significativo, pertenece a la significatividad lógica, en muy raras ocasiones ausente de las tareas de aprendizaje escolar, pues el contenido de la materia de estudio, casi por definición, tiene significado lógico.

El segundo término determinante para que el material de aprendizaje sea o no potencialmente significativo varía exclusivamente en función de la estructura cognoscitiva del alumno. La adquisición de significados como fenómeno natural ocurre en seres humanos específicos, y no en la humanidad en general. Por consiguiente, para que ocurra realmente el aprendizaje significativo no basta con que el material nuevo sea intencionado y relacionable sustancialmente con las ideas correspondientes y pertinentes en el sentido abstracto del término (a ideas correspondientes pertinentes que algunos seres humanos podrían aprender en circunstancias apropiadas). Es necesario también que tal contenido ideático pertinente exista en la estructura cognoscitiva del alumno en particular. Es obvio, por tanto, que en lo concerniente a los resultados del aprendizaje significativo de salón de clase, la disponibilidad y otras propiedades importantes, de contenidos pertinentes en las estructuras cognoscitivas de alumnos diferentes constituyen las variables y determinantes decisivos de la significatividad potencial. De ahí que la significatividad potencial del material de aprendizaje varíe no sólo con los antecedentes educativos, sino con factores como la edad, el C. I., la ocupación y pertinencia a una clase social y cultura determinadas.

La enorme eficacia del aprendizaje significativo como medio de procesamiento de información y mecanismo de almacenamiento de la misma puede atribuirse en gran parte a sus dos características distintas: la intencionalidad y la sustancialidad de la relacionabilidad entre la tarea de aprendizaje y la estructura cognoscitiva. En primer lugar, al relacionar intencionalmente el material potencialmente significativo a las ideas establecidas y pertinentes de su estructura cognoscitiva, el alumno es capaz de explotar con plena eficacia los conocimientos que posea a manera de matriz ideática y organizadora para incorporar, entender y fijar grandes volúmenes de ideas nuevas. Es la misma intencionalidad de este proceso lo que lo capacita para emplear su conocimiento previo como auténtica piedra de toque para internalizar y hacer inteligibles grandes cantidades de nuevos significados de palabras, conceptos y proposiciones, con relativamente pocos esfuerzos y repeticiones.

Por este factor de intencionalidad, el significado potencial de ideas nuevas en conjunto puede relacionarse con los significados establecidos (conceptos, hechos y principios) también en conjunto para producir nuevos significados. En otras palabras, la única manera en que es posible emplear las ideas previamente aprendidas en el procesamiento (internalización) de ideas nuevas consiste en relacionarlas, intencionadamente, con las primeras. Las ideas nuevas, que se convierten en significativas, expanden también, a su vez, la base de la matriz de aprendizaje.

Cuando, por otra parte, el material de aprendizaje se relaciona arbitrariamente con la estructura cognoscitiva, no puede hacerse empleo directo del conocimiento establecido para internalizar la tarea de aprendizaje. En el mejor de los casos, los componentes ya

significativos de la tarea de aprendizaje pueden relacionarse a las ideas unitarias que existan en la estructura cognoscitiva (con lo que se facilita indirectamente el aprendizaje por repetición de la tarea en su conjunto); pero esto no hace de ninguna manera que las asociaciones arbitrarias acabadas de internalizar sean por sí mismas relacionables con el contenido establecido de la estructura cognoscitiva, ni tampoco las hace útiles para adquirir nuevos conocimientos. Y dado que la mente humana no está diseñada eficientemente para internalizar y almacenar asociaciones arbitrarias, este enfoque permite que se internalicen y retengan únicamente cantidades muy limitadas de material, y sólo después de muchos esfuerzos y repeticiones.

Es así como la solución de problemas independientes es a menudo la única manera factible de probar si los estudiantes en realidad comprendieron significativamente las ideas que son capaces de expresar verbalmente. Pero esto no es totalmente correcto ya que no es lo mismo afirmar que el alumno incapaz de solucionar un conjunto representativo de problemas necesariamente no entiende, sino tan sólo que ha memorizado mecánicamente los principios ejemplificados por tales problemas.

La correcta solución de problemas exige muchas otras habilidades y cualidades, como saber razonar, perseverancia, flexibilidad, improvisación, sensibilidad al problema y astucia, táctica, además de comprender los principios fundamentales; por consiguiente, ser incapaz de resolver los problemas en cuestión quizá refleje deficiencias en estos últimos factores, en lugar de carencia de comprensión genuina; o,

en el peor de los casos, reflejaría un orden inferior de comprensión que el manifestado en la capacidad para aplicar correctamente los principios al solucionar problemas.

El papel del docente en la promoción del aprendizaje significativo de los alumnos, no necesariamente se debe ver como un transmisor de conocimientos o facilitador del aprendizaje, sin mediar en encuentro de sus alumnos con el conocimiento de manera que pueda orientar y guiar las actividades constructivistas de sus alumnos.

Es así que el aprendizaje significativo ocurre solo si se satisface una serie de condiciones para que el alumno sea capaz de relacionar de manera no arbitraria y sustancial la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que tiene en su estructura de conocimientos.

### **6.2.2 IDEAS PREVIAS**

Las ideas previas son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos, y para brindar explicaciones, descripciones o predicciones. Son construcciones personales, pero a la vez son universales y muy resistentes al cambio; muchas veces persisten a pesar de largos años de instrucción escolarizada.

Si bien algunos autores consideran que pueden existir ideas previas relativamente aisladas (Mortimer, 1995), numerosos investigadores piensan que no son aisladas, sino que implican la formación de una red conceptual (o red semántica) o esquema de pensamiento más o menos coherente, pero diferente al esquema conceptual científico.

La concepción misma del cambio conceptual se ha modificado a lo largo de la historia y hoy se cuenta con numerosos modelos del mismo, que abarcan desde las posiciones más radicales (Strike y Posner, 1985) que proponen la sustitución total de las ideas previas por los conceptos científicos, hasta propuestas que aceptan la modificación gradual y parcial de las ideas de los alumnos, llegando a considerar la coexistencia dual o múltiple de concepciones en el estudiante (Mortimer, 1995; Vosniadou, 1994; Caravita y Halldén, 1995; Taber, 2001) cuyo uso estará determinado por el contexto social y fuertemente determinado por aspectos afectivos. (Bello, 2008)

El aprendizaje se puede describir como una actividad racional y genera preguntas acerca de qué manera incorporan los aprendices nuevas concepciones a sus estructuras cognitivas y cómo cuando se vuelven disfuncionales las viejas concepciones, las reemplazan por nuevas. Según Piaget, se puede considerar que existen dos formas de cambio: la *asimilación* y la *acomodación*. La asimilación implica los tipos de aprendizaje en donde no se requiere una revisión conceptual mayor, mientras que la acomodación es un proceso gradual que implica una reestructuración para obtener la nueva concepción, aunque también puede ser vista como una competición entre concepciones.

Según Strike y Posner se requieren las siguientes condiciones para el cambio conceptual:

- a) es preciso que el estudiante sienta insatisfacción con sus concepciones existentes;
- b) la nueva concepción debe ser mínimamente entendida (clara);

c) la nueva concepción debe parecer desde el inicio plausible (aceptable, tomando en cuenta sus posibles aspectos contraintuitivos), y

d) la nueva concepción debe ser fructífera (fecunda, amplia, es decir aplicable a un gran grupo de fenómenos o eventos; resolver los problemas creados por su predecesora y explicar nuevos conocimientos y experiencias), (Bello. 2008).

Por otro lado se encuentra la visión de Chi (2003) sobre el cambio conceptual en la que difiere de la de Strike y Posner, pues ella distingue entre las preconcepciones y las concepciones alternativas o ideas previas. Para Chi, la reparación de las preconcepciones es solamente una reorganización conceptual, mientras que el cambio conceptual propiamente dicho es un asunto relacionado con la reparación de ideas previas. La instrucción puede corregir las preconcepciones con relativa facilidad, pero el cambio conceptual es mucho más difícil de lograr. Sin embargo, el “conocimiento ingenuo”, también conocido como las preconcepciones, puede llegar a persistir fuertemente aun al ser confrontado con formas de instrucción ingeniosa, y debe ser reparado para promover el entendimiento profundo. Para Chi el cambio conceptual es el proceso de reparar ideas previas, a través de reasignar la categorización de un concepto, pasándolo de una categoría ontológica a otra. En cambio, al proceso de reparar preconcepciones le llama “reorganización conceptual”. En opinión de Chi, el conocimiento puede ser representado como un conjunto de proposiciones interrelacionadas, también llamados modelos mentales. Existen modelos mentales incoherentes o fragmentados, concebidos a partir de proposiciones que no se

encuentran interconectadas. También hay modelos coherentes pero defectuosos; éstos son aquellos modelos mentales cuya estructura coherente es organizada alrededor de un conjunto de creencias o principios que son incorrectos.

Las representaciones mentales pueden usarse para generar explicaciones, hacer predicciones y resolver preguntas de una manera consistente y sistemática. Los procesos ordinarios de aprendizaje propuestos como mecanismos que pueden remover creencias incorrectas y reparar modelos mentales defectuosos, según Chi, son: asimilación y acomodación.

La asimilación consiste en implantar la proposición entrante dentro del modelo mental existente, mientras que la acomodación implica una revisión profunda de la creencia incorrecta.

Esto implica un cambio en la estructura de una representación mental. Chi establece una analogía entre las teorías ingenuas de los estudiantes, formadas por su conocimiento ingenuo, y las teorías científicas, para explicar el cambio conceptual como cambio de teoría.

Las teorías ingenuas dominantes comparten suposiciones básicas con teorías vigentes en otras épocas; ello se puede ver al capturar regularidades de concepciones ingenuas y determinar sus principios y leyes. En el mismo contexto, Chi incorpora el concepto de inconmensurabilidad, proveniente de Khun (1962) y que se refiere a diferencias irresolubles en los conceptos, creencias y explicaciones de teorías.

Los conceptos son inconmensurables si se pueden definir en el ámbito de tres procesos:

- 1) reemplazo: un concepto inicial es sustituido por uno alternativo, fundamentalmente diferente;
- 2) diferenciación: otro proceso de reemplazo, divide el concepto inicial en dos o más nuevos conceptos, inconmensurables con el inicial o entre sí, y
- 3) coalescencia: dos o más conceptos son colapsados dentro de un concepto nuevo, reemplazando al original.

Estos tres procesos son una base para pasar de una categoría a otra. Como ya se dijo, para Chi el cambio conceptual es el proceso de cambiar un concepto de categoría ontológica. Las principales dificultades para lograr el cambio conceptual son:

1. El educando no es consciente de la necesidad de cambiar de categoría. Por ejemplo, cuando el calor se considera una sustancia y, por ende, se ubica en la categoría de materia, en vez de asumirlo como parte de la categoría de proceso.
2. Falta de categorías alternativas, es decir, al estudiante le falta construir una categoría. Por ejemplo, la relacionada con el aspecto simbólico de la Química; los alumnos no distinguen las diferencias cualitativas entre el comportamiento químico de un elemento metálico y uno no metálico.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se retoman los postulados enunciados por Chi, en los que se habla de una asimilación del concepto teniendo en cuenta el mentefacto existente en el estudiante acerca de los plásticos, y la acomodación de nuevos conceptos en esa estructura mental para corregir las percepciones erróneas que se manejan acerca del impacto negativo del plástico en el

ambiente, cómo se puede mejorar su degradación conociendo sus procesos químicos de formación y los mismos de degradación natural.

### **6.3 DIDÁCTICO: UNIDADES DIDACTICAS**

Desde el contexto en particular que se maneja en el proceso de enseñanza y aprendizaje para la educación ambiental se plantea este tipo de estrategia que favorece en el estudiante la aproximación a su realidad desde la aprehensión de conceptos claves sobre determinada temática y que además ilustran su proceso competitivo del saber, saber ser y saber hacer.

Las Unidades Didácticas en Química, y su contribución al pensamiento científico, captan una temática de actualidad e importancia práctica; la enseñanza y el aprendizaje de la química bajo un enfoque de promoción de competencias de pensamiento científico, generando desafíos para la iniciativa, la innovación y, en suma, la actividad creativa de profesores y estudiantes. Así la solución de problemas científicos, constituyen el eje de cada guía, con lo cual se genera un estímulo en el pensamiento de los estudiantes, favoreciendo así el desarrollo de habilidades cognoscitivas. (Quintanilla, Mario.2010)

El diseño y desarrollo de unidades didácticas ofrece un contexto adecuado para el éxito del proceso de enseñanza y aprendizaje en situaciones puntuales del aula de clase, por lo que sirven de apoyo a la labor docente y al mejoramiento en procesos cognitivos del estudiante.

Según algunos autores (De Pablo y otros, 1992) se puede sugerir que una unidad didáctica se caracteriza por:

a) Ser una unidad de trabajo que articula los objetivos, los contenidos, la metodología y la evaluación en torno a un eje o tema organizador.

b) Ser un instrumento de trabajo que permite al profesor organizar su práctica educativa para articular unos procesos de enseñanza-aprendizaje de calidad y ajustados al grupo y al alumno.

c) Ser coherente con una determinada concepción de la enseñanza y el aprendizaje, guardar un equilibrio y cuidar que exista una verdadera interacción entre éstos, y responder a las características concretas y a la diversidad de los alumnos a los que se dirige.

d) Mantener estrechas relaciones con otras que la preceden, la siguen o se desarrollan paralelamente en el tiempo y con otros diseños de diferente nivel de concreción

e) Dos unidades didácticas sobre un mismo eje temático o centro de interés pueden ser diferentes entre sí. No existe un tipo único e ideal de unidad didáctica.

f) Las unidades didácticas pueden tener diferentes duraciones, autores, lugares, ejes organizadores, grados de especificidad disciplinar, ambientes o grados de definición o terminación de su diseño. Estos aspectos no son independientes entre sí, sino que las decisiones tomadas respecto a cada uno de ellos condicionan en menor o mayor medida a los demás.

g) Conocer diferentes posibilidades en el diseño de unidades didácticas es útil si favorece que cada uno pueda identificar las características que tienen las unidades

didácticas propias, reflexionar en torno a las razones que las justifican, discutir acerca de ello con otros y, finalmente, introducir modificaciones para mejorarlas, evitando la rutina y la repetición.

En definitiva, la unidad didáctica varía en función de la etapa educativa y del modelo organizativo del área, asignatura o nivel. (Moreira, 1993)

### **6.3.1 La resolución de problemas**

**Resolución de Problemas.** Desde el modelo de enseñanza y aprendizaje por investigación se critica la orientación de la resolución de ejercicios de lápiz y papel de una forma operativa y mecánica que no favorece cambios metodológicos y conceptuales en los alumnos (Gil, 1988; Calderón, 1994). Se plantea por el contrario el transformar dichos ejercicios de lápiz y papel en situaciones problemáticas de partida, sin datos, que se solucionen a partir de procesos de resolución desde el punto de vista investigativo y aplicativo, de tal manera que se logre un aprendizaje significativo de conceptos y se familiarice a los estudiantes con la metodología científica, para dar razón de soluciones a problemas reales de su entorno.

**Actitudes hacia las Ciencias.** El modelo considera posible la transformación de actitudes negativas en actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes, partiendo de conflictos que generen interés en el estudiante y a su vez el del profesor y el desarrollo de la clase, llegando a situaciones consensuadas de partida, que generen motivación y reto, lo que proporciona una activa participación en el estudiantado.

**La evaluación.** Dentro de ésta perspectiva la evaluación se concibe como un instrumento de aprendizaje y mejora de la enseñanza, que va en contravía de la concepción y el uso de la evaluación como un instrumento para constatar si los alumnos han adquirido los conocimientos que se han transmitido en el aula y que es independiente del proceso de enseñanza y aprendizaje (Alonso 1994, Salcedo y otros 1996), como se observa desde una enseñanza tradicional.

### **6.3.2 Perspectiva Teórica: Investigación Crítica en Educación Ambiental**

La investigación en EA debe ser abordada, como lo subraya Sauv  (2005, p. 32) “con una perspectiva ecológica, es decir, como parte integrante del sistema educación ambiental, y no como una actividad externa o más allá de ese sistema”. Según esta autora, esto implica recurrir a un «diálogo de saberes» (Alberto Patiño *et al.*, 1993) de diversos tipos (tradicionales, cotidianos o de sentido común, científicos, de experiencia, etc.). Pues s , la realidad ambiental actual es de una complejidad creciente y cambia de modo acelerado, lo que requiere un enfoque global, holístico e integral (Grün, 1996), enriquecido por el aporte complementario de estas miradas diversas, cruzadas. La investigación en educación ambiental hace frente al desafío de hacer dialogar estos saberes entre ellos, confrontándolos, cuestion ndolos, verific ndolos, identificando sus especificidades, sus oposiciones, rupturas, convergencias y complementariedades. Según esta misma autora (Sauv , 1999, p. 33), tres razones principales se encuentran a la base de la investigación ambiental:

- ✓ Enriquecer la intervención con una dinámica reflexiva, que va más allá del relato anecdótico de nuestras experiencias; la investigación aporta un valor agregado a la intervención educativa : ella precisa su significación, explicita sus fundamentos (generalmente implícitos), documenta y analiza la dinámica y los procesos y pone en evidencia los aspectos positivos transferibles a otras situaciones;
- ✓ Conservar la memoria crítica de los avances; la investigación construye progresivamente un patrimonio de reflexiones, de saberes y de saber-hacer que contribuye a conservar (por sus escritos) a organizar, a enriquecer y a difundir;
- ✓ Aportar pertinencia y eficacia a nuestras intervenciones; la investigación clarifica la acción educativa sugiriéndole fundamentos, principios, enfoques, modelos y estrategias justificadas y validadas».

La investigación en educación ambiental propone el desarrollo de una mirada reflexiva sobre las teorías y prácticas de la educación ambiental poniendo el acento sobre un ajuste continuo, estimulando la evolución, el enriquecimiento y la actualización de este ámbito y contribuyendo de este modo a favorecer las capacidades de aprendizaje, de creación y de transformación de las personas en lo que concierne a su relación con el medio ambiente.

Abordada a partir de estas premisas, la investigación en educación ambiental aparece asociada a epistemologías que promueven procesos de construcción de sentido llevados conjuntamente por investigadores y participantes implicados en la

investigación. El saber se construye a través de un contacto estrecho del investigador con el fenómeno estudiado, con su contexto, con su dinámica, con los actores de este fenómeno (Savoie-Zajc, 2002). Se privilegia entonces un enfoque participativo (Robottom y Sauv , 2003; Hart *et al.*, 1994), que implica la valorización del aporte de cada persona concernida por el estudio, de sus visiones, sus cuestionamientos, sus representaciones e intereses, para hacer emerger el sentido que para ellas tiene y adquiere el objeto de estudio, el sentido que tiene para los contextos.

Los elementos evocados revelan igualmente la pertinencia de abordar la investigación a partir de una epistemología crítica, es decir concibiendo la construcción del saber a través de una penetración activa de la realidad, por medio de un diálogo dinámico, reflexivo y crítico con ella, de un proceso de apropiación de ésta, para transformarla y transformarse, como lo propone Freire (1997). Es decir, el proceso investigativo mismo aparece entonces como «una práctica de un ejercicio liberador y emancipatorio (*Ibid*).

Según Sauv  (2005, p. 37), «una investigación de este tipo está centrada en la pregunta central del  Por qué?, y no en el sentido de poner en evidencia sus relaciones causales empíricas, sino que sus fundamentos, sus intenciones.

La preocupación esencial de la investigación crítica en educación ambiental es desconstruir las realidades socio-ambientales para analizar sus componentes (cuestionando sus evidencias, sus presupuestos, sus hipótesis, sus valores, las

relaciones de poder, etc.), y finalmente, reconstruir una realidad más apropiada en lo referente a las redes de relaciones persona-sociedad-medioambiente.

Se trata entonces de favorecer una tensión creativa y constructiva. El desafío que enfrenta la investigación en EA es el de contribuir a resolver la inadecuación creciente de un saber fragmentado, dislocado y compartimentado ante realidades complejas, multidimensionales, transnacionales, globales (Morin, 1999) y de asumir su rol social construyendo un saber que contribuya a cambiar las situaciones problemáticas produciendo las transformaciones necesarias para una mejor calidad de vida.

Una investigación de tipo crítica implica una elaboración y una reelaboración de saberes pertinentes asegurando su enraizamiento contextual (Carr y Kemmis, 1986). Sin embargo, como lo evoca Gramsci (1976), no se trata de reducir los fenómenos a sus bases sociales y económicas, sino que de abordarlos considerando la complejidad de estas bases en el contexto en el que se producen. El esfuerzo de investigación debe en ese sentido contribuir a la toma de conciencia de estas situaciones y debe actuar sobre ellas, estimulando un proceso y el desarrollo de una práctica reflexiva y continua, como lo propone Schön (1983), que conduzca a la emancipación, a los cambios. La investigación, abordada de este modo, constituye una práctica de libertad en la cual el proceso es tan importante como los resultados. Efectivamente, como lo subraya Sauv e (2005, p. 31), «son importantes el proceso mismo de investigaci3n, las preguntas, las reflexiones, las dificultades, los aprendizajes que realizan los protagonistas de la investigaci3n, la historia de ésta, como forma de vivir la educaci3n ambiental» a través

de este recorrido participativo en el cual la investigación, formación e intervención van aparejadas, se construyen nuevas solidaridades, una visión de mundo y una ética.

Por lo tanto, no es la acumulación de una cantidad de informaciones transferidas que asegurará el desarrollo de un saber pertinente. Se trata más bien de un proceso complejo dialógico y dialéctico, reflexivo y crítico que el investigador desarrolla con el mundo, con sus dimensiones socio-históricas y con los participantes concernidos por la situación investigada. Es requerido además el aprender a desarrollar un saber sobre las formas de establecer una distancia crítica de las situaciones estudiadas, sin perder por ello la implicación y el compromiso con éstas. Como así mismo, de aprender a plantear y a plantearse cuestionamientos, a coleccionar, tratar, analizar datos, a buscar soluciones, a formular y sistematizar los resultados de una investigación.

## **6.4 REFERENTE TEÓRICO DEL PLÁSTICO**

### **6.4.1 Aspectos Históricos: Origen y Evolución**

Desde el marco disciplinar la presente propuesta se desprende del concepto químico del plástico, su historia, producción y evolución consumista desde hace 50 años; la concepción de la contaminación por este tipo de desecho en la sociedad moderna y la estructuración de las unidades didácticas como estrategias pedagógico-didácticas, enmarcadas desde las fuentes epistemológica, pedagógica y social del currículo.

#### ***A. Etimología***

El vocablo plástico deriva del griego *plastikos*, que se traduce como moldeable. Los polímeros, las moléculas básicas de los plásticos, se hallan presentes en estado natural

en algunas sustancias vegetales y animales como el caucho, la madera y el cuero, si bien en el ámbito de la moderna tecnología de los materiales, tales compuestos no suelen encuadrarse en el grupo de los plásticos, que se reduce preferentemente a preparados sintéticos.(García, 2009)

### ***B. Origen: El vulcanizado***

En la historia del hombre podemos encontrar diversas etapas entre las que se encuentran la Edad de Piedra, la Edad de Hierro o la Edad de Bronce. En nuestros días ya podemos prever que, si dentro de cientos de años nos estudian, podrán denominar nuestra época como la edad del plástico.

El primer polimérico del que se tiene noticia fue producido por Charles Goodyear en el año 1839. Goodyear consiguió modificar las propiedades mecánicas de la goma natural, extraída del jebe (Árbol del Brasil) mezclándola con azufre y calentándola. Esta mezcla consiguió que el caucho obtenido se mantuviera seco y flexible a cualquier temperatura, cuando antes en las épocas de calor, se reblandecía y quedaba pegajoso. Goodyear patentó este producto que se conoció como vulcanización y que pronto encontró muchas aplicaciones y fue transformándose en un producto comercial. Entre otras cosas dio lugar a las ruedas para coches.

### ***D. Nacimiento del plástico en 1861***

Alexander Parkes nació en Birmingham en 1813. No tuvo una formación específica en Física o Química pero se le ocupó durante un tiempo en la elaboración de la goma natural, en un momento en el cual en este campo se hacían grandes pasos hacia adelante con el descubrimiento de la vulcanización y de las primeras máquinas de

elaboración.

Parkes buscaba sustancias que pudieran dar resultados similares a los de la goma en algunas utilidades siempre más solicitadas por las industrias. Estudiando el nitrato de celulosa obtenido en 1845 a Basel por C.F. Shoenbein, Parkes obtiene un nuevo material que podía ser "utilizado en su estado sólido, plástico o fluido, que se presentaba de vez en vez rígido como el marfil, opaco, flexible, resistente al agua, coloreable y era posible trabajarlo con un utensilio como los metales, estampar por compresión, laminar", al cual llamó Parkesina, lo patentó y, aunque no tuvo mucho éxito comercial debido a su elevado costo de producción, sí que fue un paso definitivo en lo que se puede considerar la materia plástica primigenia de la que se ha desarrollado una gran familia de polímeros que se conocen hoy en día. (García, 2009)

### **E. El celuloide**

En 1868 la empresa Phetan and Collander, empresa de Estados Unidos productora de bolas de billar, prometió un premio de 10.000 dólares a quien pudiera desarrollar un producto capaz de sustituir al marfil en la fabricación de las bolas ya que la materia prima natural estaba escaseando.

John W. Hyatt se puso a investigar en este campo y alrededor de 1868 mejoró el producto desarrollado por Parkes y consiguió un producto económicamente viable sustituyendo el aceite de ricino, que usó Parkes, por el alcanfor. A este producto se le denominó **celuloide** y las bolas de billar que se produjeron pueden considerarse como el primer producto fabricado en material plástico. El celuloide fue patentado en 1870.

La primera fábrica de la nueva materia plástica artificial se llamó Albany Dental Plate

Company fundada en 1870. Su nombre se explica con el hecho que una de las primeras utilidades del celuloide fue experimentada por dentistas, felices de sustituir con ella la goma vulcanizada, entonces extremadamente cara, utilizada para obtener las huellas dentales.

El celuloide fue usado durante mucho tiempo en la fabricación de una diversidad de productos: peines, mangos de cubiertos, muñecos, dentaduras, soportes de lentes, bolas de ping pong y películas fotográficas. Poco a poco se abandonó la producción de celuloide por el surgimiento de otros materiales poliméricos menos inflamables.

El celuloide se fabricaba disolviendo celulosa, un hidrato de carbono obtenido de las plantas, en una solución de alcanfor y etanol. Con él se empezaron a fabricar distintos objetos como mangos de cuchillo, armazones de lentes y película cinematográfica. Sin éste, no hubiera podido iniciarse la industria cinematográfica a fines del siglo XIX. Puede ser ablandado repetidamente y moldeado de nuevo mediante calor, por lo que recibe el calificativo de termoplástico.

## ***F. Evolución***

### **El cloruro de polivinilo**

La de las resinas vinílicas es una historia que atestigua la tenacidad y la obstinación requeridas en los investigadores para llegar al éxito. Fue E. Baumann, en 1872, quien estudió el procedimiento de polimerización del cloruro de vinilo y puso su atención en la importancia del producto termoplástico que era posible obtener. Pero fue necesario esperar la profundización de los conocimientos sobre la síntesis del cloruro de vinilo debida a F. Katte y del mecanismo de polimerización que realizó el químico ruso

Ivanovic Ostromislenski (1880-1939), antes de poder empezar con la producción industrial de los polímeros vinílicos. En 1927 la americana Union Carbide Chemicals produjo los primeros copolímeros cloruro-acetato de vinilo que solo fueron fabricados en escala industrial a partir del año 1939.

### **El aporte teórico de la ciencia de los polímeros**

Los descubrimientos de la parkesina y del celuloide representaron el inicio de un nuevo material pero las estructuras químicas de sus moléculas eran totalmente desconocidas. La primera hipótesis de la existencia de macromoléculas fue desarrollada en 1877 por Friedrich A. Kekulé, cuando advirtió la posibilidad de que estas sustancias orgánicas naturales podrían estar constituidas de moléculas muy grandes y tener propiedades especiales.

En 1893, Emil Fisher, sugirió que la estructura de la celulosa natural podría estar formada por cadenas constituidas por unidades de glucosa, mientras que los polipéptidos serían grandes cadenas de poliaminoácidos asociadas.

En 1907, Leo H. Baekeland perfeccionó la resina de formaldehído que había sido desarrollada unos años antes por Adolf Von Bayer. La sustancia que obtuvo, una resina rígida y poco inflamable que denominó Baquelita. La baquelita fue ampliamente utilizada en la construcción del cuerpo de aparatos eléctricos como los teléfonos y actualmente está siendo sustituida por otros polímeros más por motivos estéticos que prácticos, ya que la baquelita es oscura y casi no acepta cambios de color.

### **Pasos definitivos**

Fue Hermann Staudinger (1881-1965), director del Instituto de Química de Friburgo,

quien comenzó en 1920 los estudios teóricos sobre la estructura y la propiedad de los polímeros naturales (celulosa, isopreno) y sintéticos. Formuló la hipótesis de que los poliésteres y el caucho natural eran constituidos de estructuras químicas lineales, independientes y muy largas y propuso nombrarlas como macromoléculas. Las teorías de Staudinger no fueron acogidas positivamente por todo el mundo y la discusión, a nivel científico, continuó hasta los años veinte. Las demostraciones experimentales demostraron que él tenía razón destruyendo las razones de quienes se oponían, sobre todo después de investigaciones sistemáticas a los rayos X de los diferentes polímeros y los trabajos de síntesis de W.H. Carothers que demostraron en modo experimental, la estructura lineal de las macromoléculas. Esta aclaración puso las bases para el desarrollo de la química macromolecular en términos científicos y no debido a inventos casuales como se había verificado con Parkes y Hyatt. Staudinger recibió el Premio Nobel en Química en el 1953 por haber sido pionero en la elucidación de la estructura química de las macromoléculas.

Entre 1930 y 1942 se descubrieron otros polímeros como el copolímero de estireno-butadieno (1930), los poliuretanos (1937), el poliestireno y el poli (tetraflúoro-etileno) (1938) o los poliésteres insaturados (1942), entre otros.

En 1938 se empezó a producir nylon por la empresa Dupont. Por esta época en Alemania P. Shlack hizo la primera polimerización por abertura de anillo, de un compuesto orgánico cíclico, al producir el nylon a partir de la caprolactama.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la fabricación y comercialización de polímeros tuvo un gran impulso con la aparición de las resinas epoxi en 1947 y el ABS en 1948.

## **Década de los 50**

Otro paso significativo en los estudios de la química de los polímeros ocurrió en 1953, con el descubrimiento de la polimerización estereo regular por los investigadores Karl Ziegler y Giulio Natta. Por estas investigaciones recibieron el Premio Nobel de Química en 1963.

Esta década estuvo marcada por el nacimiento de nuevos polímeros como polietileno linear, el polipropileno, el poliacetal, el policarbonato, el polióxido de felineo, así como de nuevos copolímeros.

## **Últimas décadas**

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland (1863-1944) sintetizó un polímero de interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificar. No conducía la electricidad, era resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable. Se lo bautizó con el nombre de baquelita (o bakelita), el primer plástico totalmente sintético de la historia. Baekeland nunca supo que, en realidad, lo que había sintetizado era lo que hoy se conoce con el nombre de copolímero. A diferencia de los homopolímeros, que están formados por unidades monoméricas idénticas (por ejemplo, el polietileno), los copolímeros están constituidos, al menos, por dos monómeros diferentes.

Otra cosa que Baekeland desconocía es que el alto grado de entrecruzamiento de la

estructura molecular de la baquelita le confiere la propiedad de ser un plástico termoestable, es decir que puede moldearse apenas concluida su preparación. En otras palabras, una vez que se enfría la baquelita no puede volver a ablandarse. Esto la diferencia de los polímeros termoplásticos, que pueden fundirse y moldearse varias veces, debido a que las cadenas pueden ser lineales o ramificadas pero no presentan entrecruzamiento.

Durante los años 60, los plásticos pasaron a sustituir muchos otros productos como la madera, el cartón o el vidrio en los embalajes.

En los años 70 los plásticos sustituyeron a algunas aleaciones ligeras, ocupando el lugar de algunos metales.

Durante los años 80 la producción de plásticos se intensificó y diversificó convirtiéndose en una de las principales industrias del mundo. Se aumentaron las necesidades de estos materiales y de nuevos desarrollos, muchos centros de investigación en industrias y universidades mantuvieron y aumentaron la investigación en estos campos obteniendo constantemente desarrollos de polímeros con las más variadas propiedades químicas y físicas.

La historia de los tecnopolímeros se desarrolla junto con el perfeccionamiento de las tecnologías de transformación que permiten de convertir un puño de gránulos, un poco de polvo o un bote de líquido en un objeto terminado con una forma propia y capaz de absolver una función precisa.













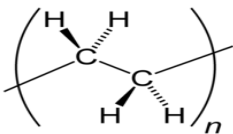


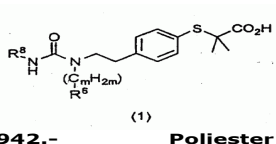

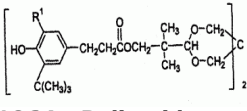



 <p><b>1839.- Caucho natural.</b> Charles Goodyear</p>	 <p><b>1843.- Vulcanite</b> Thomas Hancock</p>	 <p><b>1843.-Gutta-Percha</b> William Montgomerie</p>	 <p><b>1856.- Shellac</b> Alfred Ritchlow.</p>	 <p><b>1839.- Poliestireno</b> Eduard Simon</p>
 <p><b>1862- Parkesine</b> Alexander Parkes</p>	 <p><b>1863-Celuloide</b> John Wesley Hyatt</p>	 <p><b>1872.- Cloruro de polivinilo</b> Eugen Baumann</p>	 <p><b>1894.- Rayón</b> Charles Frederick Cross</p>	 <p><b>1909.- Baquelita</b> Leo Hendrik Baekeland</p>
 <p><b>1926.- PVC</b> Walter Semon</p>	 <p><b>1927.- Acetato de celulosa</b> Reginald Gibson</p>	 <p><b>1935.- Polietileno baja densidad (LDPE)</b> Reginald Gibson</p>	 <p><b>1938.- Poliestireno</b></p>	 <p><b>1938.- Teflón</b> Roy Plunkett</p>
 <p><b>1939 Nylon</b></p>	 <p><b>1941.- PET</b> Whinfield and Dickson</p>	 <p><b>1942.- insaturado</b> Poliester</p>	 <p><b>1951.- Polietileno de alta densidad (HPDE)</b> Paul Hogan y Robert Banks</p>	 <p><b>1964.- Poliamida</b></p>
 <p><b>1970.-Poliester termoplástico</b></p>	 <p><b>1978- Polietileno lineal de baja densidad</b></p>	 <p><b>1985- Polímeros líquidos cristal</b></p>		

Figura No. 2: RESUMEN HISTÓRICO DE LA EVOLUCIÓN DEL PLÁSTICO

## **6.4.2 Aspectos Conceptuales: Definición, características, composición química, usos (mundial, nacional, local)**

### ***A. Definición***

El término polímero se aplica a las sustancias de distintas estructuras y naturalezas que carecen de un punto fijo de ebullición y poseen durante un intervalo de temperaturas, propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas y aplicaciones. En otro sentido, denota ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación artificial de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.(Serrano y Alcoser, 2006)

En la definición enciclopédica de plásticos se encuentra lo siguiente: Materiales poliméricos orgánicos que son plásticos, es decir, que pueden deformarse hasta conseguir una forma deseada por medio de extrusión, moldeo o hilado. Las moléculas pueden ser de origen natural, por ejemplo la celulosa, la cera y el caucho (hule) natural, o sintéticas, como el polietileno y el nylon. Los materiales empleados en su fabricación son resinas en forma de bolitas o polvo o en disolución. Con estos materiales se fabrican los plásticos terminados.

### ***B. Características***

Las resinas plásticas base están constituidas por moléculas de gran tamaño compuestas por gran número de átomos de carbono, denominadas macromoléculas de alto peso molecular que se caracterizan por tener una gran inercia química, es decir no sufren procesos de oxidación por la humedad y oxígeno del medio ambiente y ataques

de muchos productos químicos. A éstas resinas base se le agregan cantidades mínimas de aditivos que permiten el normal procesamiento del material (estabilizantes, antioxidantes, lubricantes, etc). Estas mezclas de resinas y aditivos es lo que se conoce con el nombre de Materiales Plásticos que se formulan de acuerdo a la aplicación final del producto.

Las propiedades de los polímeros se determinan por:

- ✓ La propiedad química.
- ✓ La forma de las moléculas.
- ✓ El tipo de enlace entre las moléculas.
- ✓ La polidispersión.
- ✓ La masa molecular, que es una característica importante, que influye fuertemente sobre las propiedades de los polímeros.

Con el incremento de la media molecular de la masa se elevan la resistencia mecánica, la dureza, la elasticidad y la inercia química a la acción de diferentes agentes.

La estructura química de los polímeros determina tales propiedades como su estabilidad ante la acción de agentes químicos disolventes, a las altas temperaturas y sus propiedades dieléctricas. En particular resisten bien la acción de los ácidos y álcalis y poseen capacidad antiinflamatoria, los polímeros que contienen en el monómero halógeno. La estabilidad ante la luz de los materiales se eleva significativamente con la introducción en la macromolécula de flúor y de grupos de nitruros (CN).

El carácter de los enlaces entre los eslabones elementales de las macromoléculas influye fuertemente en las propiedades de los polímeros. Así, los polímeros con carbocadenas, que contienen enlaces saturados de carbono, son muy estables ante la acción de ácidos, álcalis y otros medios agresivos. Los polímeros con heterocadenas, que contienen enlaces complejos de éteres, acetatos y aminos, poseen menor estabilidad química ante los ácidos y álcalis.

La forma de la macromolécula también influye sobre las propiedades de los polímeros: mientras más alargada y menos ramificada sea la macromolécula del polímero, más elevadas serán su resiliencia y resistencia mecánica y menor su solubilidad en diferentes medios.

Existen tres aspectos por los cuales los polímeros actúan de modo distinto a las moléculas pequeñas y las razones son un poco más complicadas que decir simplemente "porque son más grandes". Los tres aspectos se denominan por lo general:

- ✓ Enredo de las cadenas.
- ✓ Adición de fuerzas intermoleculares.
- ✓ Escala de tiempo del movimiento.

Los plásticos son materiales artificiales obtenidos sobre la base de sustancias orgánicas altamente moleculares (macromoléculas) naturales (hidrocarburos, productos de hidratos de celulosa, lana, albúminas, etc.) o artificiales (polímeros: oleofínicos, vinílicos, acrílicos, copolímeros, poliuretanos, aminoplásticos, poliamidas, poliésteres, silicona, etc.). Además de dicha base en su composición forman parte: rellenos,

plastificadores, estabilizadores, colorantes, solidificadores (endurecedores) y otras adiciones especiales (ingredientes).



**GRÁFICA No. 2: CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS SEGÚN SUS PROPIEDADES FÍSICAS**

**Los rellenos** mejoran las propiedades físico-mecánicas. Rellenos como el hollín y el grafito, además de la resistencia, elevan las conductividades térmica y eléctrica de los materiales.

**Los plastificantes**, que son moléculas pequeñas encargadas de hacer más flexible al plástico, transferirle elasticidad y plasticidad, así como facilitarle su transformación en artículos.

**Los estabilizadores** le otorgan estabilidad ante la destrucción química de la base altamente molecular bajo la acción de la luz, el calor, el oxígeno, la humedad, las acciones mecánicas. Los cambios irreversibles, debidos a la acción de los factores

señalados, están unificados bajo la denominación general de **envejecimiento** de los plásticos. (Serrano y Alcoser, 2006)

Si en las sustancias macromoleculares se encuentran pequeñas cantidades de adiciones (1 a 2 % de la masa) de plastificantes, estabilizadores y otros; el material obtenido se denomina **plástico simple**. En este grupo se encuentran, entre otros: el cloruro polivinílico, el polietileno, el polipropileno; formados básicamente por los polímeros puros de la propia denominación.

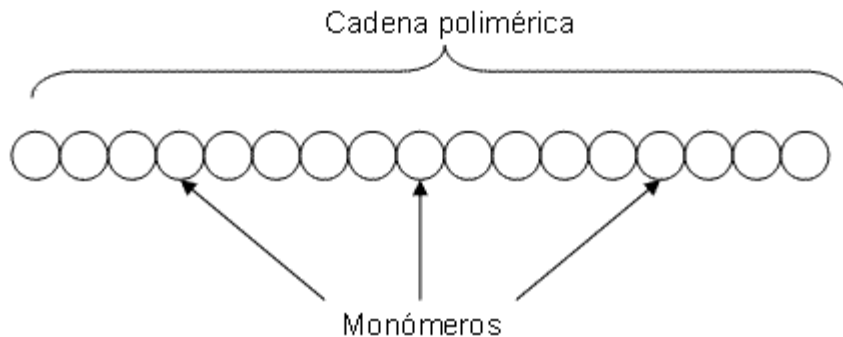
Al introducir en la macromolécula, además de las adiciones señaladas, polvo de cuarzo, fibras de vidrio, tejidos y otros, cuya cantidad generalmente constituye del 40 a 70 % de la masa, se obtienen los plásticos compuestos.

### ***C. Conceptos***

***Polímeros:*** (largas cadenas de átomos covalentemente enlazados), son sustancias macromoleculares, que constituyen la base de los plásticos, denominadas también aglutinantes, están compuestas por moléculas gigantes de estructuras lineales, ramificadas y espaciales (reticulares).

Tales macromoléculas en la mayoría de los casos contienen eslabones estructurales elementales (grupos de átomos), que se repiten reiteradamente y están unidos por las fuerzas del enlace químico.

***Mónomeros:*** (simples unidades químicas, capaces de formar polímeros al unirse). Un polímero típico puede incluir decenas de miles de monómeros y debido a su extensión tan grande es que los polímeros son clasificados como macromoléculas.



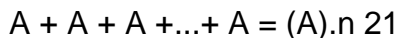
Así, por ejemplo: el polímero de polietileno ( $- \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 -$ ) $_n$  se obtiene mediante la polimerización de un número  $n$  de monómeros  $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$  (de moléculas del gas etileno). Los polímeros contienen cientos y miles de átomos, compuestos por una mezcla de polímeros con diferente masa molecular denominada polímero homólogo. Se habla de la masa media, cuyo valor llega hasta ciento de miles de unidades. Con el aumento de la masa molecular cambia el estado de la sustancia, además de sus propiedades físicas y mecánicas. Por ejemplo: un polímero compuesto por 20 eslabones  $\text{CH}_2$ , constituye un líquido. El incremento del largo de la molécula origina un plástico sólido y flexible, mientras que el polietileno compuesto de  $5 \times 10^3$  a  $6 \times 10^3$  cadenas, posee mayor dureza.

En su mayor parte, cuando se habla de polímeros se hace referencia a moléculas con pesos moleculares de cientos de miles, o aún millones.

**Polímeros lineales.** Un polímero lineal es una molécula polimérica, en la cual los átomos se arreglan más o menos en una larga cadena. Esta cadena se denomina cadena principal. Las macromoléculas de los polímeros lineales constituyen una cadena de eslabones elementales "A", cuya longitud en ciento y miles de veces sobrepasa las

dimensiones de la sección transversal.

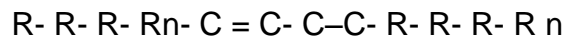
**Polimerización:** es el proceso de formación de compuestos macromoleculares a partir de monómeros, como resultado de su interacción a través de enlaces dobles no saturados o mediante la interacción de heterociclos con apertura de los enlaces. El proceso se realiza sin desprendimiento de productos marginales (secundarios). En este caso la macromolécula que se forma tiene la misma composición empírica que el monómero inicial:



Al realizar la polimerización se emplean catalizadores e iniciadores, que son sustancias destinadas a acelerar la polimerización. La polimerización conjunta de dos o varios monómeros se denomina copolimerización (por ejemplo el copolímero de etileno con propileno, se diferencia en propiedades del polietileno y del polipropileno).

La polimerización puede llevarse a cabo **por adición** o **por condensación**.

• **Polímeros de adición.** Se forman por la unión sucesiva de monómeros, que tienen uno o más enlaces dobles y triples.



En esta fórmula, **R** puede ser un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo o algún grupo funcional como halógeno, ácido carboxílico, éster u otro. Los monómeros utilizan el enlace doble o triple para unirse entre sí.

✓ En el proceso de polimerización de este tipo se distinguen tres etapas: iniciación, en la que participa como reactivo una molécula llamada iniciador; propagación, en la

que la cadena comienza a alargarse por repetición del monómero y terminación, en la que se interrumpe el proceso de propagación y la cadena deja de crecer ya que se han agotado los monómeros.

Pueden obtenerse a través de un proceso de polimerización catiónica, aniónica o radicalaria, según sea el reactivo iniciador que se emplee para ello.

**Polimerización catiónica** de un alqueno, es el proceso en el que el extremo por el que crece la cadena es un catión (electrófilo).

**Polimerización radicalaria**, transcurre para las adiciones en cadena de radicales libres, es decir, los intermediarios que se forman en una reacción por ruptura homolítica y que no tienen carga. La descomposición de un peróxido origina un radical libre que puede adicionarse a un alqueno produciendo un radical carbono.

**Polímeros de condensación.** Se forman por un mecanismo de reacción en etapas, es decir, a diferencia de la polimerización por adición, la polimerización por condensación no depende de la reacción que la precede: el polímero se forma porque los monómeros que intervienen tienen más de un **grupo funcional** capaz de reaccionar con el grupo de otro monómero.

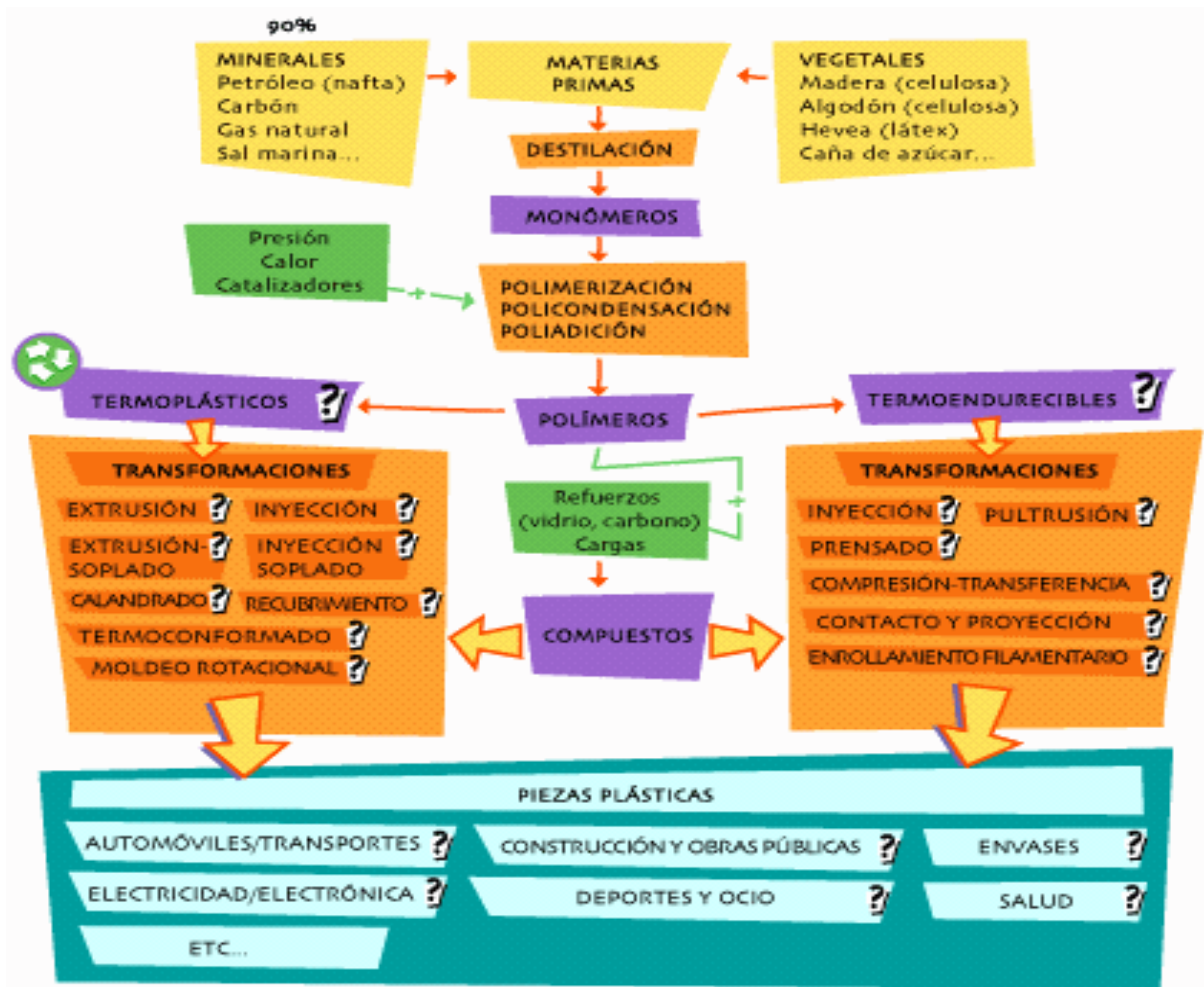
Los grupos ácido carboxílico, amino y alcohol son las funciones más utilizadas en estos fines. En este tipo de reacción, por cada nuevo enlace que se forma entre los monómeros, se libera una molécula pequeña.

**Homopolímeros.** Son macromoléculas formadas por la repetición de unidades monómeras idénticas. La celulosa y el caucho son homopolímeros naturales. El polietileno y el PVC son homopolímeros sintéticos.

**Copolímeros.** Son macromoléculas constituidas por dos o más unidades monómeras distintas. La seda es un copolímero natural y la baquelita, uno sintético.

Los copolímeros más comunes están formados por dos monómeros diferentes que pueden formar cuatro combinaciones distintas.

- Si los monómeros se agrupan en forma azarosa, el polímero se llama copolímero al azar.
- Si se ubican de manera alternada, se obtiene un copolímero alternado.
- Si se agrupan en bloque, por ejemplo, dos monómeros de un tipo y tres monómeros del otro, en forma alternada, se forma un copolímero en bloque.
- Si se parte de una cadena lineal formada por un monómero y se agregan ramificaciones de otro monómero, se obtiene un copolímero injertado.











**GRÁFICA No. 3: CONCEPTUALIZACIÓN DE POLÍMEROS.**

**Fuente: Serrano Paco.(2006) Tesis de grado.** Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil-Ecuador

#### **D. Clasificación**

A continuación se describe la clasificación más común que existe para la identificación de polímeros, teniendo en cuenta las características del producto, e uso que tiene y el símbolo que los representa:

POLÍMERO	CARACTERÍSTICAS	USOS	SÍMBOLOS
<p><b>PET</b> Polietilentereftalato</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alta rigidez y dureza.</li> <li>- Altísima resistencia a los esfuerzos permanentes.</li> <li>- Superficie barnizable.</li> <li>- Gran indeformabilidad al calor.</li> <li>- Muy buenas características eléctricas y dieléctricas.</li> <li>- Alta resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie.</li> <li>- Alta resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envases de alimentos.</li> <li>- Botellas</li> <li>- Fibras textiles</li> <li>- Fabricación de piezas técnicas</li> <li>- Fibras de poliéster</li> <li>- Fabricación de envases</li> </ul>	 <b>PET</b>  <b>PETE</b>
<p><b>PEAD</b> Polietileno de alta densidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blanquecino.</li> <li>- Semiopaco.</li> <li>- Rígido.</li> <li>- Versátil.</li> <li>- Se obtiene a bajas presiones.</li> <li>- Se obtiene a temperaturas bajas en presencia de un catalizador órgano-metalico.</li> <li>- Su dureza y rigidez son mayores que las del PEBD.</li> <li>- Su densidad es 0,94.</li> <li>- Su aspecto varía según el grado y el grosor.</li> <li>- Es impermeable.</li> <li>- No es tóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contenedores.</li> <li>- Mamaderas.</li> <li>- Envases de leche,</li> <li>- Detergentes,</li> <li>- Champú</li> <li>- Baldes,</li> <li>- Bolsas</li> <li>- Tanques de agua</li> <li>- Cajones para pescado</li> <li>- Juguetes</li> </ul>	 <b>HDPE</b>
<p><b>PEBD</b> Polietileno de baja densidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blanquecino.</li> <li>- Blando.</li> <li>- Flexible.</li> <li>- Versátil.</li> <li>- Se obtiene a altas presiones.</li> <li>- Se obtiene en temperaturas altas y en presencia de oxígeno.</li> <li>- Es un producto termoplástico.</li> <li>- Tiene densidad 0,92</li> <li>- Es blando y elástico</li> <li>- El film es totalmente transparente dependiendo del grosor y del grado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bolsas de embalaje.</li> <li>- Contenedores.</li> <li>- Aislantes para cables eléctricos.</li> <li>- envases de alimentos</li> <li>- congelados</li> <li>- aislante para heladeras</li> <li>- juguetes</li> </ul>	 <b>LDPE</b>

<p><b>PVC</b> Cloruro de polivinilo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente al calor.</li> <li>- Impermeable.</li> <li>- Es necesario añadirle aditivos para que adquiera las propiedades que permitan su utilización en las diversas aplicaciones.</li> <li>- Puede adquirir propiedades muy distintas.</li> <li>- Es un material muy apreciado y utilizado.</li> <li>- Tiene un bajo precio. <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede ser flexible o rígido.</li> </ul> </li> <li>- Puede ser transparente, translúcido u opaco</li> <li>- Puede ser compacto o espumado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tuberías.</li> <li>- Envases.</li> <li>- Impermeables.</li> <li>- desagües</li> <li>- aceites</li> <li>- mangueras</li> <li>- cables</li> <li>- simil cuero</li> <li>- usos médicos como catéteres, bolsas de sangre,</li> <li>- juguetes</li> <li>- botellas</li> <li>- pavimentos.</li> </ul>	 
<p><b>PP</b> Polipropileno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistente al calor.</li> <li>- Impermeable.</li> <li>- Excelente comportamiento bajo tensiones y estiramientos.</li> <li>- Resistencia mecánica.</li> <li>- Elevada flexibilidad.</li> <li>- Resistencia a la intemperie.</li> <li>- Reducida cristalización.</li> <li>- Fácil reparación de averías.</li> <li>- Buenas propiedades químicas y de impermeabilidad.</li> <li>- Aprobado para aplicaciones con agua potable.</li> <li>- No afecta al medio ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Envases para alimentos.</li> <li>- Alfombras.</li> <li>- Artículos de bazar y menaje,</li> <li>- Bolsas de uso agrícola y cereales</li> <li>-Tuberías de agua caliente</li> <li>- Films para protección de alimentos</li> </ul>	
<p><b>PS</b> Poliestireno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Económico.</li> <li>- Resistente.</li> <li>- Termoplástico ideal para la elaboración de cualquier tipo de pieza o envase</li> <li>- Higiénico y económico.</li> <li>- Cumple la reglamentación técnico <ul style="list-style-type: none"> <li>- sanitaria española.</li> </ul> </li> <li>- Fácil de serigrafiar.</li> <li>- Fácil de manipular,</li> <li>- se puede cortar, taladrar y perforar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aislantes.</li> <li>- Cubierta de computadoras y otros electrodomésticos.</li> </ul>	

**TABLA No 3: Clasificación de los plásticos**

### 6.4.3 Reciclaje del plástico: métodos

Debido a su carácter de inertes los materiales plásticos tampoco son atacados por los microorganismos presentes en el medio ambiente razón por la cual los plásticos de uso

masivo derivados del gas ó petróleo no son biodegradables.

	<b>Propiedades</b>	<b>Aplicaciones</b>	<b>Procesado</b>	<b>Eliminación</b>
<b>Almidón</b>	Propiedades mecánicas similares a plásticos convencionales. Resistente a grasas y alcoholes.	Menaje, envasado de alimentos, cuidado personal, bolsas de basura, etc.	Inyección y extrusión-soplado, termoformado.	Compostable.
<b>Celulosa</b>	Posibilidad de transparente, traslúcido y opaco. Frágil en congelación. Buen aislante.	Asas de cubiertos, bolígrafos, recubrimientos, etc.	Inyección.	Biodegradable.
<b>Proteínas</b>	Resistente. No-tóxico.	Botones, cajas, asas.	Inyección.	Reciclado
<b>PHAs</b>	Posibilidad de combinar hasta 100 monómeros diferentes.	Menaje. Cuchilla de afeitar (PHA) Botella de champú (PHBV)	Soplado. Inyección. Extrusión.	Compostaje. Degradación en agua.
<b>PLA</b>	Claridad. Buena estética (brillo). Frágil, requiere aditivos	Films y materiales de envase. Fibras.	Inyección. Soplado. Extrusión.	Reciclaje, compostaje o incineración.
<b>PCL</b>	Buena resistencia al agua, aceite y disolventes. Bajo punto de fusión. Baja viscosidad.	Resinas para recubrimientos, adhesivos. Bolsas. Fibras.		Compostaje.
<b>Copolímeros alifáticos-aromáticos</b>	Combina las propiedades del PET con la biodegradabilidad de los poliésteres alifáticos.	Bolsas, menaje y recipientes.	Inyección soplado. Extrusión.	Degradación por hidrólisis. Reciclaje, compostaje o incineración.

**TABLA No. 4: MÉTODOS DE RECICLAJE DEL PLÁSTICO**

**Fuente:** Tamara Castrillón (2005, pág 3). Dpto. Tecnologías del Envase de ainia,

No obstante ello existen plásticos biodegradables que son obtenidos de fuentes de materia prima renovables como el almidón del maíz, azúcares, aceites vegetales, etc., que se denominan biopolímeros que son verdaderamente biodegradables en condiciones controladas como por ejemplo en condiciones de compostaje. En la tabla anterior se describen los distintos tipos de materiales degradables incluyendo sus

propiedades, aplicaciones, procesos de formación y eliminación

#### **6.4.4 Contaminación por plásticos**

Algunas de las propiedades de estos compuestos que los han hecho tan ampliamente usados son: la facilidad con que pueden ser trabajados o moldeados, su impermeabilidad, su baja densidad, su baja conductividad eléctrica, su resistencia a la corrosión y a la intemperie, su resistencia a diversos factores químicos y biológicos, y en buena medida, su bajo costo. La basura generada por las actividades humanas hasta mediados del siglo XX consistía principalmente en desechos biodegradables o reciclables.

Al incorporarse el plástico a la vida cotidiana, una parte considerable de los desechos producidos comenzó a acumularse en el ambiente, precisamente por la resistencia de los plásticos a la corrosión, la intemperie y la degradación por microorganismos (biodegradación). Anualmente se producen varios millones de toneladas de plásticos a nivel mundial, el consumo anual de plásticos por habitante en el 2005 se estimaba en 49 Jtg. Del total consumido, mas de 1'000.000 de toneladas por año se convierten en desecho. La degradación de los plásticos sintéticos es muy lenta. La descomposición de productos orgánicos tarda 3 ó 4 semanas; la de telas de algodón, 5 meses; mientras que la del plástico puede tardar 500 años. La "degradación" de estos plásticos simplemente genera partículas de plástico más pequeñas que, a pesar de ya no ser evidentes, se acumulan en los ecosistemas. Al respecto, estudios recientes sobre la presencia de "microplásticos" o fragmentos de plástico de tamaño inferior a 5 milímetros, que probablemente provienen de la fragmentación de objetos de

plástico más grandes, han demostrado que éstos se están acumulando de forma considerable en los mares.

En arena de playas y estuarios son muy abundantes los microfragmentos de acrílico, polipropileno, polietileno, poliamida (Nylon), poliéster, polimetacrilato. etc.

La presencia de estos plásticos en los mares es variable, pero hay reportes de abundancia de 3 a 5 kg/Km<sup>2</sup>, con registros de hasta 30 kg/Km<sup>2</sup>. Lo que sí es seguro es que esa cantidad aumenta considerablemente cada año. En el norte del océano Pacífico se ha determinado que la cantidad de microplásticos se ha triplicado en la última década, y cerca de la costa de Japón la cantidad se multiplica por 10 cada 23 años. La existencia de residuos plásticos en los mares es más que un problema estético, pues representa un peligro para los organismos marinos que sufren daños por ingestión y atragantamiento. Se calculan en cientos de miles las muertes de mamíferos marinos al año por esta causa. En aves se determinó que 82 de 144 especies estudiadas contenían fragmentos de plástico en sus estómagos y en algunas especies hasta el 80% de los individuos los presentan. Además, se ha demostrado que los plásticos acumulan compuestos químicos tóxicos como los bifenilos policlorados, el diclorodifenil dicloroetano y los fenoles, que no son muy solubles en agua y por esta razón se adhieren y se acumulan en los plásticos. Se ha demostrado que organismos marinos planctónicos, animales filtradores y aquellos que se alimentan de detritos, ingieren estos plásticos y en muchos casos éstos quedan atrapados en sus tejidos. Aun no se ha determinado si de esta manera es posible que compuestos tóxicos contaminantes se bioacumulen y entren en la cadena alimenticia, pero se piensa que es

posible. Otra parte de la problemática consiste en que una gran cantidad de basura, incluyendo los plásticos, es desechada en barrancas, ríos, calles, etc.

Los plásticos naturales, debido a que son producidos por seres vivos mediante reacciones enzimáticas, también son susceptibles de degradación por sistemas biológicos, ya que han estado presentes en el ambiente desde hace mucho tiempo, y así cómo han evolucionado organismos capaces de producirlos, también lo han hecho organismos con capacidad para aprovecharlos degradándolos para obtener energía y nutrientes.

De hecho, las mismas bacterias que los producen como reserva de alimento, deben ser capaces de degradarlos eventualmente para utilizarlos. En el caso de los PHAs, éstos son completamente degradables, produciendo en este proceso agua y bióxido de carbono (se puede producir metano bajo ciertas condiciones), sin dejar residuos indeseables. Así como son abundantes en la naturaleza los organismos capaces de producir PHAs, también lo son aquellos capaces de degradarlos. Los grupos de organismos con representantes capaces de comer PHAs son las bacterias y los hongos. Para dar una idea de la velocidad con que pueden ser degradados estos materiales, una botella de plástico enterrada en suelo o en una composta tardaría unos tres meses en degradarse. Aunque ya se producen industrialmente, uno de los problemas para el desarrollo de los polímeros biodegradables naturales como sustitutos de los plásticos convencionales, es que los plásticos derivados del petróleo son muy baratos, lo que hace que los procesos de producción de plásticos biodegradables no sean competitivos desde un punto de vista económico.

## 7. METODOLOGÍA

### 7.1 INVESTIGACIÓN ACCIÓN

Conceptualmente la investigación acción ha sido descrita por varios autores como se señala a continuación:

AUTOR	DEFINICIÓN
<b>KEMMIS (1984)</b>	“Una forma de indagación autoreflexiva realizada por quienes participan en las situaciones sociales que mejora: prácticas sociales o educativas; comprensión sobre sí mismas; y las instituciones en que estas prácticas se realizan”
<b>ELLIOT (1993)</b>	“Estudio de una situación social con el fin de mejorar la calidad de la acción dentro de la misma”
<b>LOMAX (1990)</b>	“Intervención en la práctica profesional con la intención de ocasionar mejora”
<b>LATORRE (2003)</b>	“Una indagación práctica realizada por el profesorado de forma colaborativa, con la finalidad de mejorar su práctica educativa a través de ciclos y reflexión”

**TABLA No.5: CONCEPTOS DE LA INVESTIGACIÓN ACCIÓN**

**Fuente: Javier Murillo, 2010, UAM, pág.5-6**

La investigación-acción es una forma de estudiar, de explorar, una situación social, con la finalidad de mejorarla, en la que se implican como “indagadores” los implicados en la realidad investigada. Se centra en la resolución de problemas, resolviéndose a nivel metodológico con los pasos habituales de la investigación clásica. Se trata de una perspectiva amplia, un compromiso para problematizar las prácticas sociales, con base en un interés de transformación individual y social (McTaggart, 1994).

La investigación –acción une la teoría y la práctica, el conocimiento y la acción, se proyecta en tres dimensiones: personal, profesional y política. Se reconoce el potencial generados de conocimientos científicos de los prácticos y se conectan comunidades

investigadoras y los prácticos. Según Elliot (1993) la investigación-acción interpreta lo que ocurre desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan en la situación problema, por ejemplo, profesores y alumnos, profesores y rector.

El proceso de investigación – acción constituye un proceso continuo, una espiral, donde se van dando los momentos de problematización, diagnóstico, diseño de una propuesta de cambio, aplicación de la propuesta y evaluación, para luego reiniciar un nuevo circuito partiendo de una nueva problematización.

Las características de la investigación-acción se pueden describir a continuación:

►La investigación-acción se plantea para cambiar y mejorar las prácticas existentes, bien sean educativas, sociales y/o personales.

►La investigación-acción se desarrolla de forma participativa, es decir, en grupos que plantea la mejora de sus prácticas sociales o vivencias.

►Metodológicamente se desarrolla siguiendo un proceso en espiral que incluye cuatro fases: Planificación, Acción. Observación y Reflexión.

►La investigación-acción se convierte en un proceso sistemático de aprendizaje ya que implica que las personas realicen análisis críticos de las situaciones (clases, centros o sistemas) en las que están inmersos, induce a que las personas teorizen acerca de sus prácticas y exige que las acciones y teorías sean sometidas a prueba (Buendía et al, 1998).

## **7.2 MÉTODO: OBSERVACIÓN PARTICIPATIVA**

La observación participante es una técnica de observación utilizada en las ciencias sociales, sobre todo en la antropología, en donde el investigador comparte con los investigados (objetos de estudio según el positivismo) su contexto, experiencia y vida cotidiana, para conocer directamente toda la información que poseen los sujetos de estudio sobre su propia realidad, o sea, pretender conocer la vida cotidiana de un grupo desde el interior del mismo.

Uno de los principales aspectos que debe vencer el investigador en la observación es el proceso de socialización con el grupo investigado para que sea aceptado como parte de él y, a la vez, definir claramente dónde, cómo y qué debe observar y escuchar.

Durante el proceso de investigación, para recolectar la información, el investigador debe seleccionar el conjunto de informantes, a los cuales además de observar e interactuar con ellos, puede utilizar técnicas como la entrevista, la encuesta, la revisión de documentos y el diario de campo o cuaderno de notas en el cual escribe las impresiones de lo vivido y observado, para poder organizarlas posteriormente.

Esta metodología en su forma más radical es observar un grupo social desde dentro hasta 'verse como uno de ellos' en su ambiente natural. Es una práctica desde la 'Sociología del conocimiento', como una observación pausada para identificar los elementos de un hecho social. Es el punto de vista del realismo en la 'Filosofía de la ciencia', para hallar la verosimilitud de lo real de forma empírica, que no es precisamente la verdad moral. Los conceptos a captar son la acción social por la

interacción de los sujetos y el contenido de sus comunicaciones, desde el interaccionismo simbólico. Algunas características de la investigación participativa son:

- Se reconoce el mundo como independiente de su percepción o conocimiento
- El conocimiento se desarrolla desde un marco conceptual.
- En este mundo se producen reformas continuas.
- Las realidades están estratificadas o agrupadas.
- Las reformas dependen además de los conceptos de los agentes (sujetos).
- El mundo real son prácticas sociales.
- La postura ante él debe ser crítica.

Con estos postulados y sus métodos particulares: entrevistas informales, observación directa, participación en la vida del grupo, análisis de discusiones colectivas, documentos personales, historias de vida y otros; en un trabajo de campo para subculturas —grupos distintos—, principalmente con dimensiones cualitativas (dicotomizado: sí o no) de tipo transversal, con un modelo de tipo etnográfico, clasifica los eventos, pero no los "mide", propiamente.

Así mismo como método de investigación tiene unas ventajas y unas desventajas a continuación descritas:

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
➤ Permite la veracidad de datos obtenidos debido a que se originan en una sola fuente y al hecho de que ésta sea ajena a los intereses de	➤ En ocasiones el costo es elevado porque el investigador requiere invertir bastante tiempo para que el método sea completo.

<p>quien ejecuta el trabajo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No requiere que el investigador deje de realizar sus labores cotidianas.</li> <li>➤ Es un método ideal para aplicarlo en todas las instancias educativas</li> <li>➤ Hay una correspondencia adecuada entre los datos obtenidos y la fórmula básica del análisis de la investigación (qué hace, cómo lo hace, por qué lo hace)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La simple observación, sin el contacto directo y verbal con el investigado, no permite obtener datos importantes para el análisis.</li> <li>➤ No es recomendable para trabajarlo en situaciones académicas cuyo contacto no es continuo con el objeto de investigación.</li> <li>➤ Debe aplicarse acompañado de otros métodos para que el análisis sea más completo y preciso</li> </ul>
--	---

**TABLA NO.6: VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA OBSERVACIÓN DIRECTA**

**Fuente: J,R Martín, 2009, pág.1-3**

### **7.3 POBLACIÓN**

La población donde se llevó a cabo el desarrollo del trabajo pedagógico didáctico fue la comunidad académica de grado décimo y undécimo de la Institución Educativa Juan de Jesús Acevedo. Carácter Mixto, Oficial de Zona rural, con estrato socioeconómico 1 y 2.

El grupo total es de 19 estudiantes, distribuidos entre 10 mujeres y 9 hombres, cuyas edades oscilan entre los 15 años y los 19 años.

Adicional a esto, se pretendió recoger información entre algunos padres de familia, cuya cercanía al colegio les permita asistir a capacitaciones o realizar visitas en sus hogares para llevar a cabo el estudio y control de los residuos plásticos que allí se emiten.

## **7.4 FASES DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación aquí descrita inicia con la indagación del objeto de conocimiento a enseñar, el cual está basado en la conceptualización química del plástico, luego se da paso al diseño de una estrategia didáctica que sea significativa para el aprendizaje de los conceptos señalados como implícitos en la base del objeto de conocimiento a enseñar. Para esto se realizaron las siguientes fases:

### **I.PLANIFICACIÓN**

Se determinaron las ideas previas del estudiante entorno al concepto de plástico, a través de un instrumento de recolección de información, encuesta (Anexo No.1) que abordaba preguntas de tipo abierto sobre qué entienden de plásticos, polímeros, cómo son sus métodos de separación en la fuente, cómo se deshacen de ellos, qué impacto tienen en su entorno como contaminantes. Estos ítems se apoyaron en registros fotográficos (Anexo No.2) tomados días después de la aplicación de la encuesta.

### **II. ACCIÓN**

Con base en estos resultados se dio inicio a la segunda parte de la investigación cuyo objetivo era la aplicación de la estrategia didáctica para realizar la aprehensión de conceptos químicos entorno a los plásticos. Durante el desarrollo de esta fase se diseñó la estrategia didáctica a través de una unidad didáctica en la que se llevaban a cabo diferentes actividades académicas con base en el concepto del plástico, sus clasificaciones, métodos de degradación, impacto ambiental negativo y otra serie de conceptos relacionados.

### **III. OBSERVACIÓN**

Esta fase se llevó a cabo durante la aplicación y desarrollo de la unidad didáctica permitiendo recolectar información de forma cualitativa y cuantitativa, según los instrumentos utilizados, los espacios visitados, las muestras recolectadas, y los comportamientos registrados por parte del grupo que respondió a las actividades asignadas para dichos propósitos.

### **IV. FASE REFLEXIVA**

Para concluir la investigación se desarrolló un instrumento de evaluación para contrarrestar las ideas y manejo de conceptos que se dieron durante el trabajo de la estrategia, obteniendo resultados claros y concisos acerca de la viabilidad y pertinencia de la unidad didáctica para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre el concepto del plástico.

Cabe la pena anotar que no se trató de un método de pretest y posttest, ya que los dos instrumentos utilizados para la recolección de información coincidían en la intención de cualificar el grado de comprensión que los estudiantes tenían acerca de un concepto en particular como lo es polímero, y que así mismo, luego del desarrollo de las actividades propuestas en la unidad didáctica, se pudo referenciar el proceso de aprendizaje del estudiante acerca del concepto y sus diferentes implicaciones en su entorno natural.

#### **7.4.1 Diseño de instrumentos para recolección de información (Encuesta)**

##### **7.4.1.1 Instrumento de ideas previas**

Al iniciar el proceso de investigación se aplicó una prueba de entrada que permitió

evaluar el grado de complejidad que se tenían en las preguntas del instrumento para evaluar la validez del mismo y realizar los ajustes correspondientes.

Este instrumento de ideas previas se aplicó a una muestra de 19 estudiantes de grado décimo y undécimo de la Institución Educativa Juan de Jesús Acevedo (Anexo 1); el instrumento constaba de 9 ítems, los cuales estaban relacionados con manejo de conceptos claves, situaciones de la vida cotidiana y comportamientos ambientales.

A continuación se realiza una descripción de la finalidad de cada ítem.

Ítem	Descripción
1.	Indaga al estudiante acerca de conceptos químicos puntuales y su aplicación en la vida diaria; qué entiende el estudiante por el término de polímero
2.	Pregunta qué es un plástico desde la percepción del estudiante en el manejo cotidiano que hace de ellos.
3.	Luego de que el estudiante ha comprendido la existencia de estos conceptos se pregunta por las clases de plásticos que conoce o maneja en su vida cotidiana.
4.	Enseguida se indaga acerca de las estrategias de clasificación de los plásticos según el comercio y su distribución en la comunidad
5.	Se pregunta al estudiante acerca de qué diferencia encuentra entre los términos polímeros y plásticos, luego que ya definieron cada uno por separado.
6.	El estudiante estará en capacidad de responder cómo recicla el plástico en sus actividades diarias.
7.	Se indaga al estudiante que sería del planeta sin la existencia del plástico, para que logre comprender la trascendencia del mundo moderno acerca del uso desmedido de este material
8.	Luego de imaginar el mundo sin plásticos, se pregunta acerca del impacto, entonces, que generan los plásticos en el ambiente y como se dan paso a situaciones de contaminación muy puntuales.
9.	En el último ítem se indaga por cuál será el método de reciclaje del plástico más importante para su cotidianidad

**TABLA No.7: Descripción de los ítems planteados en el instrumento de ideas previas**

Con base en la anterior tabla y en los siguientes puntajes de evaluación, se caracterizan las ideas previas de los estudiantes por medio de una tabulación en la que se asigna un número arbitrario, el cual caracteriza el tipo de respuesta dada por el estudiante, así en la siguiente tabla se describen los parámetros utilizados.

<b>Puntaje</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Se asigna este puntaje a los estudiantes que no contesten o que tengan ideas erróneas sobre lo preguntado
<b>3</b>	Este puntaje se asigna a los estudiantes que presentan algunos conceptos sobre la temática de los plásticos
<b>5</b>	Este puntaje se asigna a los estudiantes que presentan ideas correctas que involucran todas las variables frente a la temática presentada.

**TABLA NO.8: Parámetros para sistematizar las ideas previas de los estudiantes**

De esta manera, al establecer los parámetros de sistematización, se prosigue a describir los criterios de evaluación, que fueron asignados en forma arbitraria y que determinaron en que categorías encontraban los estudiantes a nivel grupal e individual. Las categorías fueron:

**BAJA:** se ubican los estudiantes que no hacen uso de los conocimientos previos para el aprendizaje de conceptos relacionados con la obtención de un extracto natural.

**MEDIA:** corresponde al nivel en el que los estudiantes presentan concepciones aproximadas, fundamentales para el aprendizaje de conceptos como polímeros, monómeros, polimerización, clasificación química, etc.

**ALTA:** en esta categoría se ubican los estudiantes que hacen uso de sus conocimientos

previos y están en la capacidad de generar nuevos significados y relaciones entre ellos. A continuación entonces, se describen las categorías con sus respectivos puntajes para caracterizar las ideas previas de los estudiantes a nivel grupal e individual.

<b>Categoría</b>	<b>Puntaje a nivel individual</b>	<b>Puntaje a nivel grupal</b>
Baja	5 – 10	15 – 30
Media	11 – 21	35 – 67
Alta	22 – 28	68 – 86

**Tabla no. 9: Criterios de evaluación del instrumento de ideas previas a nivel individual y grupal**

#### **7.4.2 Diseño de la unidad didáctica**

La unidad didáctica diseñada se realizó bajo los parámetros establecidos por el Dr. Mario Quintanilla en su compendio de unidades didácticas para la enseñanza de la química (2010), el cual describe “las Unidades Didácticas en Química, y su contribución al pensamiento científico, captan una temática de actualidad e importancia práctica; la enseñanza y el aprendizaje de la química bajo un enfoque de promoción de competencias de pensamiento científico, generando desafíos para la iniciativa, la innovación y, en suma, la actividad creativa de profesores y estudiantes. Así la solución de problemas científicos, constituyen el eje de cada guía, con lo cual se genera un estímulo en el pensamiento de los estudiantes, favoreciendo así el desarrollo de habilidades cognoscitivas”. (Quintanilla, 2010).

Con esto se tuvo en cuenta el esquema planteado en el texto:

- ✓ *Presentación.*
- ✓ *Resumen.*

- ✓ *Una introducción histórica de reacciones químicas.*
- ✓ *Enseñanza de la cinética de reacciones química en la educación media.*
- ✓ *Desarrollo de la unidad didáctica.*
- ✓ *Exploración.*
- ✓ *Introducción a nuevos conocimientos.*
- ✓ *Sistematización.*
- ✓ *Aplicación.*
- ✓ *Evaluación de competencia de pensamiento científico.*
- ✓ *Reflexiones sobre la aplicación de la Unidad Didáctica.*
- ✓ *Referencias bibliográficas.*

De esta manera el orden para la unidad didáctica de química ambiental diseñada para la conceptualización de los plásticos se organizó así:

- Presentación de la unidad didáctica a los estudiantes
- Resumen del trabajo a seguir con los plásticos
- Introducción histórica del plástico: origen y evolución,
- Clasificación de los plásticos: químico y comercial
- Desarrollo actividades de la unidad didáctica
- Exploración
- Introducción a nuevos conceptos: polimerización y clases, biodegradación del plástico, métodos de reciclaje
- Sistematización

- Aplicación
- Evaluación de las competencias de pensamiento científico
- Reflexiones sobre la aplicación de la unidad didáctica
- Referencias bibliográficas

Con estos parámetros se realizó la organización de la información en la unidad didáctica (Anexo No.4), y se trabajó con los estudiantes de la institución, teniendo en cuenta su contexto y la problemática de abordaje para la investigación: el reciclaje del plástico, a partir de su conceptualización química.

#### **7.4.3 Informe de validación de la unidad didáctica**

Para recoger la información de la unidad didáctica se toma como referencia el modelo de informe de Moreira, que recoge a manera de resumen las características del trabajo diseñado para los estudiantes y su consecución por parte de los mismos.

A continuación se presenta el modelo del informe utilizado para validar la unidad didáctica:

#### **ESQUEMA DESARROLLADO DEL INFORME**

##### **DATOS DE IDENTIFICACION**

Título de la Unidad Didáctica.

Autor/es.

Área o Materia, nivel educativo y ciclo

Institución Educativa donde se desarrolla

## **I. JUSTIFICACION DE LA UNIDAD DIDACTICA**

- ¿Por qué ha sido seleccionada?
- ¿Qué se pretende con la misma?

## **II. CONTEXTUALIZACION**

- ¿En qué periodo o momento del curso ha sido desarrollada?
- ¿Qué relación mantiene esta unidad con el resto de la programación y desarrollo de la asignatura?
- ¿Qué características específicas presenta la clase o grupo en el que se ha desarrollado?
- ¿Qué otras incidencias serían necesario destacar en torno a la elaboración y puesta en práctica de la unidad?

## **III. EL DISEÑO CURRICULAR DE LA UNIDAD DIDACTICA**

### **a) Descripción del proceso de diseño**

- ¿Quién o quiénes han participado (y para qué tareas) durante la planificación o diseño de la unidad?
- ¿Cuándo, en qué momento fue realizado el diseño? ¿Cuánto tiempo duro la planificación?
- ¿Cuáles fueron las mayores dificultades y problemas para realizar el diseño?  
¿Cómo fueron resueltos?

- ¿Qué materiales, personas, recursos fueron utilizados como fuente de consulta o de apoyo para el diseño?
- ¿Cómo se ha hecho la planificación? (¿a partir de qué elemento de enseñanza se empezó: objetivos, contenidos, materiales, etc.?, ¿cómo se integraron unos con otros?)
- ¿Qué tipo de revisiones o reelaboraciones se realizaron sobre el diseño a medida que éste era puesta en práctica en el aula?
- ¿Cuándo y cómo se realizaron dichas revisiones?

## **b) Presentación del diseño curricular de la unidad**

### b.1. Objetivos

- ¿Qué se pretende que aprendan los alumnos?
- ¿Qué relación mantienen los objetivos de esta unidad con los de Diseños Curriculares del área y con el Proyecto Curricular del Colegio (si lo hubiera)?

### b.2. Contenidos

- ¿Cuáles son los tipos de contenidos seleccionados?
- ¿Cuál es la organización (secuencia y estructura) de los contenidos?
- ¿Qué relación mantienen con los bloques temáticos de los Diseños Curriculares del área o materia?

### b.3. Metodología

- ¿Cuáles son los principios y características relevantes de la metodología de enseñanza?

- ¿Cuál es el modelo didáctico o de trabajo en el aula utilizado?
- ¿Qué actividades se han seleccionado y en qué secuencia?
- ¿Qué medios y materiales han sido seleccionados/elaborados para desarrollar las actividades?
- ¿Cuáles son los modos de agrupar a los alumnos en las actividades?

#### b.4. Evaluación

- ¿Cómo se concibe la evaluación de los alumnos?
- ¿Qué aspectos y aprendizajes serán evaluados?
- ¿Con qué instrumentos o técnicas se realizará la evaluación?
- ¿En qué momento/s del desarrollo de la unidad se realizará la evaluación?

#### b.5. Temporalización

- ¿Qué previsión de sesiones de clase y tiempo se ha planificado?

### **c) Valoración de la fase de diseño o planificación de la unidad**

## **IV. EL DESARROLLO EN EL AULA DE LA UNIDAD**

### **a) Descripción del proceso de desarrollo de la unidad en el aula**

Realizar una narración síntesis de cómo fueron las sesiones de clase con los alumnos.

Puede realizarse sesión a sesión, o bien en conjunto.

En esta descripción sería interesante dar cuenta de:

- ¿Cómo estaba organizada la clase?
- ¿Cómo se distribuyó el tiempo?

- ¿Qué contenidos se trabajaron?
- ¿Qué actividades fueron desarrolladas?
- ¿Qué materiales se utilizaron?
- ¿Cómo se agruparon los alumnos?
- ¿Cuál fue el papel del profesor
- ¿Cuál fue la implicación de los alumnos en la clase?
- ¿Cómo se desarrollaron las relaciones interpersonales entre el profesor-alumnos y los alumnos entre sí?
- ¿Qué otras incidencias fueron destacables?

#### **b) Valoración del desarrollo de la unidad en el aula**

- ¿En qué medida lo desarrollado en el aula se ha ajustado a la planificación realizada?
- ¿Cuáles fueron los problemas más destacables que se encontró cada profesor en su clase?, ¿Cómo los solucionó?

### **V. LA EVALUACION DE LA UNIDAD**

#### **a) La evaluación de los alumnos**

- ¿Qué aspectos y aprendizajes fueron evaluados?
- ¿Qué instrumentos o técnicas se emplearon?
- ¿En qué momento/s se realizó la evaluación de los alumnos?
- ¿Cuáles son los resultados más destacables de los aprendizajes de los alumnos?

## **b) La evaluación del proceso de elaboración de la unidad**

- ¿Qué instrumentos han sido utilizados para recoger datos sobre la elaboración y aplicación del proyecto (diarios, encuestas, actas, etc.)?
- ¿Cómo se han sistematizado y analizado dichos datos?
- ¿Cuáles son los resultados más destacados en torno a :
  - el proceso seguido en la planificación
  - el tipo de planificación escrita realizada
  - a la metodología desarrollada en clase
  - a la motivación e implicación de los alumnos en el proyecto
  - a las aportaciones profesionales de esta experiencia.

## **VI. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS**

- ¿Qué ha aprendido o qué le ha aportado al profesor la realización de esta experiencia?
- ¿Qué aspectos han sido los más positivos y los más negativos de esta experiencia?
- ¿Qué cambios o modificaciones en el modo de planificar, enseñar y evaluar habituales he tenido que realizar el profesor para elaborar y desarrollar esta unidad didáctica o experiencia?
- ¿Cuáles han sido los aspectos o dimensiones más innovadoras de la unidad experimentada?
- Si se volviera a diseñar y desarrollar este mismo proyecto o unidad didáctica qué se cambiaría del mismo?

- ¿En qué medida puede resultarle útil a otros compañeros? ¿Es generalizable?

## **BIBLIOGRAFIA**

Listado de aquellos documentos, libros, artículos, etc., que el docente ha utilizado como fuentes de referencia y de consulta.

## **ANEXOS**

Aquí se incluirá todo lo que se considere oportuno: materiales utilizados, elaborados, actas, plantillas de observación, de diarios, etc., etc.

### **7.4.4 Instrumento de evaluación final**

Para finalizar el proceso de investigación se desarrolló la resolución de un instrumento de evaluación con carácter cuantitativo para analizar en qué medida se avanzó en la significancia del concepto de polímero y todas sus implicaciones ambientales y químicas, a partir del desarrollo de todas las actividades programadas en la unidad didáctica.

El instrumento contenía 18 ítems desarrollados en esquemas de selección múltiple y afirmaciones con carácter falso o verdadero.

En los primeros 4 (cuatro) ítems se indaga por conceptos puntuales acerca de la definición de polímeros, la descripción usada en diferentes empaques para clasificar los polímeros, y algunas características de diferenciación entre polímeros naturales y sintéticos.

En los siguientes 4 (cuatro) ítems se preguntó por el método de polimerización atendiendo a verificar si eran falsos o verdaderos los enunciados propuestos.

A partir del ítem 9, se retoma el esquema de selección múltiple y se cuestionan los conceptos relacionados con polimerización, estructuras de polímeros, y algunos ejemplos de polímeros sintéticos usados en la vida diaria.

Como análisis de los resultados se tomaron en cuenta las respuestas dadas por los estudiantes y se implementó la misma escala de calificación dada para el instrumento de ideas previas, en relación a la asignación de puntajes arbitrarios para cada respuesta, con variaciones en la interpretación de la puntuación.

Puntaje	Descripción
1	Se asigna este puntaje a los estudiantes que no contesten el ítem
5	Este puntaje se asigna a los estudiantes que presentan las respuestas correctas a los ítems de la prueba que involucran todas las variables frente a la temática presentada.

**Tabla No. 10: Parámetros de sistematización del proceso de enseñanza – aprendizaje del concepto polímero**

A partir de estos parámetros los criterios de evaluación se refirieron a dos categorías:

**BAJA:** se ubican los estudiantes que no hacen uso de los conocimientos adquiridos a través del desarrollo de la unidad didáctica en la aprehensión de conceptos relacionados con procesos, reacciones y clasificación de los polímeros.

**ALTA:** en esta categoría se ubican los estudiantes que hacen uso de sus conocimientos y están en la capacidad de generar nuevos significados y relaciones entre ellos, para la interpretación de situaciones ambientales en la que intervengan los polímeros como agentes contaminantes.

De esa manera la puntuación dada al instrumento se ubicó en los siguientes criterios:

<b>Categoría</b>	<b>Puntaje a nivel individual</b>	<b>Puntaje a nivel grupal</b>
Baja	15 – 45	25 – 65
Alta	46 - 90	92 – 147

**Tabla No, 11: Criterios de evaluación del instrumento de evaluación final**

## 7.5 ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 7.5.1 Análisis del instrumento de ideas previas

El instrumento de ideas previas (Anexo 1), dio a conocer aquellas concepciones de los estudiantes frente al concepto de plástico y su relación en la vida cotidiana.

En la siguiente tabla se muestran los puntajes obtenidos en la aplicación del instrumento, observándose el desempeño individual y grupal, con su respectivo promedio y desviación estándar para cada ítem.

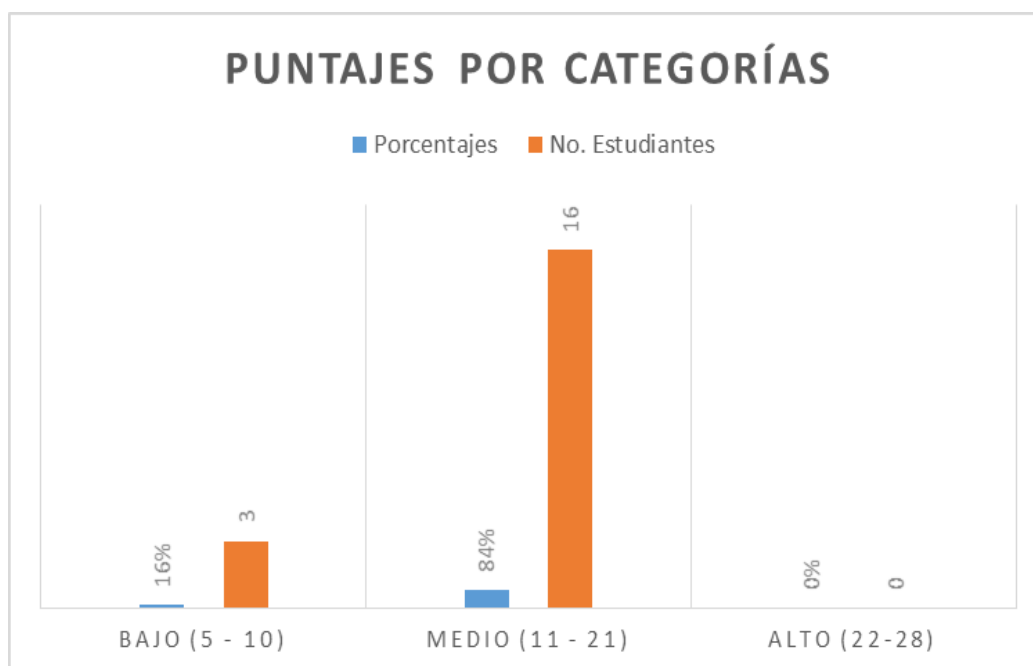
<b>ÍTEM</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>Puntaje total individual</b>
<b>ESTUDIANTE</b>										
<b>1</b>	3	3	1	1	3	3	1	3	1	19
<b>2</b>	1	3	1	1	1	3	1	3	1	15
<b>3</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
<b>4</b>	1	3	1	1	3	1	1	3	1	15
<b>5</b>	1	3	1	1	3	1	1	1	1	13
<b>6</b>	1	1	1	1	3	1	1	3	1	13
<b>7</b>	3	3	1	1	1	1	1	3	1	15
<b>8</b>	3	3	1	1	1	1	1	3	1	15
<b>9</b>	3	3	1	1	1	1	1	1	1	13
<b>10</b>	3	1	1	1	1	1	1	1	3	13
<b>11</b>	3	3	1	1	1	1	1	1	3	15
<b>12</b>	1	3	1	1	1	1	1	1	3	13
<b>13</b>	1	3	1	1	1	1	1	1	1	11
<b>14</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
<b>15</b>	3	3	1	1	1	1	1	1	1	13
<b>16</b>	3	3	1	1	1	3	1	1	1	15

<b>17</b>	3	1	1	1	3	3	1	3	3	19
<b>18</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9
<b>19</b>	3	3	1	1	3	1	1	3	1	17
<b>Puntaje total grupal</b>	39	45	19	19	31	27	19	35	27	261
<b>Promedio</b>	2,1	2,4	1,0	1,0	1,6	1,4	1,0	1,8	1,4	13,7
<b>Desviación</b>	1,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,8	0,0	1,0	0,8	2,9

**TABLA No. 12: Puntajes obtenidos en la aplicación del instrumento de ideas previas**

A continuación se describen las gráficas correspondientes a la interpretación de los resultados obtenidos en el instrumento de ideas previas.

### 7.5.2 Análisis de ideas previas a nivel individual



En la gráfica No.4, se observan los puntajes totales a nivel individual encontrando que el 84% de los estudiantes obtuvieron puntajes en el rango de 11-21 y el 16% de los estudiantes restantes se posicionaron en el rango de 5-10. Esto determina que la mayoría de los estudiantes se encuentran en la categoría media, con una

conceptualización previa para el trabajo a realizar en la unidad didáctica.

<b>Categorías</b>	<b>Porcentajes</b>	<b>No. Estudiantes</b>
Bajo (5 - 10)	16%	3
Medio (11 - 21)	84%	16
Alto (22-28)	0%	0

**TABLA No.13: Caracterización de las ideas previas de los estudiantes a nivel individual**

Con estos resultados la unidad didáctica se diseñó para fortalecer sus conceptos e iniciar nuevas relaciones con otros conceptos de las temáticas a trabajar.

### 7.5.3 Análisis de ideas previas a nivel grupal

El análisis de los ítems de la tabla no. 12, se realizó teniendo en cuenta las categorías y el porcentaje de estudiantes que se encuentran en éstas, describiendo los resultados del instrumento de ideas previas.

<b>Ítem</b>	<b>Categoría</b>	<b>Porcentaje de estudiantes (%)</b>	<b>Descripción</b>
<b>1</b>	Baja	47.37	De acuerdo a los resultados obtenidos, se deduce que este porcentaje de estudiantes no tienen claro el concepto de polímero, ya que la mayoría de respuestas se enfocaban a describirlos como solo sustancias químicas.
	Media	52.63	En este porcentaje los estudiantes se enfocaron hacia la definición de polímeros como macromoléculas químicas. Estas respuestas son favorables para el desarrollo de la unidad didáctica.
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>2</b>	Baja	31,58	El porcentaje descrito en esta respuesta indica que algunos estudiantes no tienen claro la definición plástico y solo lo relacionan con materiales de fácil manipulación y flexibilidad.
	Media	68,42	La mayoría de las respuestas fueron acertadas y se

			acercaron a la definición química del concepto, como material sintético de difícil degradación.
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>3</b>	Baja	100	En este ítem los estudiantes no poseen conceptos previos claros acerca de la clasificación de los plásticos en su vida diaria. A pesar de esto las respuestas dadas siempre se encaminaron a nombrar las bolsas de uso diario y algunos recipientes de la cocina.
	Media	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>4</b>	Baja	100	Los estudiantes demuestran no tener manejo de conceptos previos en este ítem, y así la clasificación de los plásticos se relaciona erróneamente con su uso.
	Media	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>5</b>	Baja	68,43	En este ítem el porcentaje ubica al grupo en la categoría baja, ya que no tienen un dominio conceptual apropiado sobre las diferencias entre polímeros y plásticos.
	Media	31.57	Este pequeño porcentaje identifica a un grupo de estudiantes que asimilaron la diferencia entre plásticos y polímeros según la definición que dieron en los numerales 1 y 2.
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>6</b>	Baja	79	Los estudiantes respondieron sinceramente y describieron que no hacen una clasificación de los plásticos sino que se deshacen de ellos de diversas formas.
	Media	21	Este porcentaje de estudiantes acertaron en responder que se pueden clasificar según su propia composición para evitar contaminación en el suelo o el aire.
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>7</b>	Baja	100	Para el ítem sobre el imaginario del mundo sin plásticos los estudiantes fueron muy renuentes acerca de pensar en otro tipo de material que reemplazara al plástico en todos sus usos.
	Media	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
<b>8</b>	Baja	57,9	En este ítem las respuestas dadas por los estudiantes simplifican sus acciones de desecho de los plásticos en sus actividades diarias, como acciones necesarias para evitar la acumulación de residuos.
	Media	42,10	Aunque el porcentaje es alto, las respuestas dadas

			por los estudiantes se acercaron solo a contaminación del aire por la quema de los plásticos.
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría
9	Baja	79	En este ítem los estudiantes reconocen que sus métodos de eliminación no son los más efectivos, pero no sugieren método más exactos para desechar los plásticos adecuadamente.
	Media	21	Este porcentaje respondió que algunos métodos de eliminación podrían ser el ciclo de R, como lo han trabajado en otras campañas para otro tipo de productos,
	Alta	0	No se encontraron estudiantes en esta categoría

**TABLA No.14: Análisis de resultados grupales del instrumento de ideas previas**

Según los resultados obtenidos, se pudo encontrar los vacíos conceptuales que los estudiantes poseían frente a la temática del reciclaje del plástico, por lo que se diseñó la unidad didáctica cuyo título es: *“El reciclaje del plástico: una acción inteligente con el ambiente”*, para propender por el aprendizaje significativo de conceptos químicos que están implicados en la temática.

#### **7.5.4 Análisis de evaluación final a nivel individual**

El análisis de los ítems de la tabla no.15, se realizó teniendo en cuenta las respuestas dadas por los estudiantes, describiendo los resultados del instrumento de evaluación final, a nivel individual.

ITEM ESTUDIANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	PUNTAJE FINAL INDIVIDUAL
1	5	5	1	5	5	5	1	1	5	5	1	5	5	5	5	1	1	5	66
2	5	5	5	5	5	5	1	1	5	5	1	5	1	5	5	1	5	5	70
3	5	5	5	5	5	5	1	1	5	1	1	5	5	5	5	1	1	5	66
4	5	1	5	5	5	5	1	1	5	1	1	5	1	5	5	5	5	5	66
5	5	1	5	5	5	5	1	5	1	1	1	5	5	1	1	5	1	1	54
6	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	1	5	1	1	1	5	5	1	58
7	5	1	5	5	5	5	1	5	1	5	1	5	5	1	1	5	5	5	66
8	5	1	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	1	1	5	5	5	5	66
9	5	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	1	5	5	1	5	74
10	5	1	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	74
11	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	1	1	5	78
12	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	5	5	1	5	5	1	5	5	58
13	5	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	1	5	5	82
14	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	5	5	1	1	5	1	5	5	70
15	5	1	5	5	1	5	5	5	1	1	5	5	5	1	1	1	5	5	62
16	5	5	1	5	5	5	5	5	1	1	5	5	1	1	1	5	5	5	66
17	5	5	1	5	5	5	1	5	5	5	5	5	5	1	1	5	1	1	66
18	5	5	5	5	5	1	1	1	5	5	5	5	1	5	5	5	1	5	70
19	5	5	5	5	5	1	5	5	1	5	1	5	5	5	5	5	1	5	74
PUNTAJE TOTAL GRUPAL	95	63	83	95	79	83	51	55	59	71	63	95	59	59	71	63	59	83	1286
PROMEDIO	5	3,3	4,4	5	4	4	3	3	3	3,7	3	5	3,1	3	3,7	3,3	3,1	4	67,68
DESVIACIÓN	0	2	1,5	0	2	1	2	2	2	1,9	2	0	2,1	2	1,9	2	2,1	1	6,97

**Tabla No. 15: Puntajes obtenidos en la aplicación de la evaluación final**

Categoría	Porcentajes	No. estudiantes
Baja (15- 50)	0%	0
Alta (51 - 99)	100%	19

**Tabla No. 16: Caracterización de la evaluación final de la unidad didáctica, a nivel individual**

Con estos criterios se pudo analizar que el desarrollo y seguimiento hecho a las actividades propuestas en la unidad didáctica, así como las clases magistrales y tipo

seminario que se propusieron en el curso de química general para los estudiantes de grado décimo y undécimo, tuvieron éxito y gran aceptación y se reflejan en los resultados obtenidos en la evaluación final.

Aunque en algunos cuestionamientos se evidencio la confusión que pudo tener el estudiante en lo relacionado con procesos de formación de polímeros e identificación de símbolos para la clasificación de distintos tipos de polímeros usados en actividades diarias.

### 7. 5. 5 Análisis de la evaluación final a nivel grupal

El análisis de los ítems resueltos por el grupo en la evaluación final de la unidad didáctica, se realizó teniendo en cuenta las categorías y porcentajes de los estudiantes que se clasificaron en cada una de ellas. En la tabla No. 17 se especifica cada ítem y su respectivo análisis.

Ítem	Categoría	Porcentaje de estudiantes (%)	Descripción
1	BAJO	0	Con este porcentaje se puede afirmar que el estudiante adquirió el concepto claro de polímero, y lo diferencia según su estructura macromolecular.
	ALTO	100	Los 19 estudiantes del grupo evaluado fueron acertados al escoger la respuesta b del primer cuestionamiento, destacando así la conceptualización clara de polímero.
2	BAJO	42,10	Se puede determinar la dificultad que presento la muestra al momento de identificar el símbolo con el cual se puede describir el polietileno de alta densidad encontrada en algunos recipientes de uso diario, como los frascos de champú o algunos tubos de acueducto.
	ALTO	57,90	Con este porcentaje se identifican los

			estudiantes que son capaces de identificar los símbolos de clasificación de los polímeros en diferentes tipos de utensilios de uso cotidiano.
3	BAJO	15,78	En este ítem no hubo mayor dificultad para dar la respuesta correcta a la diferenciación entre polímeros de origen natural y de origen sintético.
	ALTO	84,22	Los 16 estudiantes restantes diferenciaron claramente los polímeros naturales y los sintéticos, como es el cuestionamiento presentado en este nivel de la encuesta, señalando como respuesta correcta la b.
4	BAJO	0	No hubo dudas ante las características de algunos polímeros con respecto a su capacidad de elasticidad.
	ALTO	100	El grupo en pleno acertó en la selección de la respuesta c, ante las características de polímeros sintéticos que son muy flexibles.
5	BAJO	21,0	4 estudiantes tuvieron confusión ante la conformación estructural de la cadena de polímeros.
	ALTO	79	El grupo mayoritario identificó acertadamente la veracidad del enunciado frente a la conformación de una cadena polimérica
6	BAJO	15,78	Solo 3 estudiantes mostraron confusión ante el aporte de la síntesis de polímeros a la evolución de la industria del plástico.
	ALTO	84,22	La mayoría de los estudiantes reconocen que la evolución de la industria del plástico ha evolucionado por la conformación de cadenas macromoleculares.
7	BAJO	57,89	Este ítem fue el de mayor complejidad al momento de resolver ya que confundieron al estudiante la estructura planteada para diferenciar los copolímeros en sus organizaciones estructurales.
	ALTO	42,11	Los acertados con la respuesta afirmaron de forma verbal que se les dificulto dar la respuesta ya que ese tema de copolímeros les resultaba difícil de comprender
8	BAJO	52,63	Otro nivel de dificultad se evidenció en la resolución de este ítem que indagaba por las características de un ejemplo de polímeros de

			condensación. Se observó entonces que todavía se presentaban dudas acerca de la acertada clasificación
	ALTO	47,37	A pesar de tener dudas sobre la veracidad de la afirmación los estudiantes que respondieron acertadamente este cuestionamiento también comentaron que se les presentó cierto grado de dificultad para reconocer el tipo de polímero del cual se estaba preguntando.
9	BAJO	47,36	Resultó un cuestionamiento confuso para los estudiantes ya que este alto porcentaje no supo responder acerca de las características que no corresponden a los polímeros sintéticos.
	ALTO	52,64	Por otro lado están los otros 10 estudiantes que acertaron en la diferenciación de las características correctas y no correctas de los polímeros sintéticos.
10	BAJO	31,58	La definición del polietileno resulto difícil de recordar para este grupo de estudiantes que no lo relacionaron con materiales que usaban a diario.
	ALTO	68,42	Este grupo de estudiantes reconocieron fácilmente la definición del concepto al relacionarla con los objetos que vimos en clase.
11	BAJO	42,10	El manejo de estructuras químicas para la identificación de polímeros también se observó como un punto débil en el desarrollo del trabajo conceptual ya que algunas estructuras les resultaron confusas al momento de nombrarlas en las cadenas largas.
	ALTO	57,90	Este número de estudiantes reconoció la estructura de un polímero en particular al recordar el ejercicio propuesto en clase cuando se realizó un juego de estructuras con ayuda de materiales sencillos.
12	BAJO	0	No hubo ninguna dificultad en la resolución de este ítem.
	ALTO	100	Los estudiantes acertaron en la resolución del ítem ya que sobre el proceso de polimerización se hizo un trabajo dedicado a identificar las

			diferentes formas de conformar un polímero.
13	BAJO	47,36	Los estudiantes se confundieron con el símbolo mostrado y respondieron inequívocamente al ítem.
	ALTO	52,64	Este grupo recordó la clasificación de materiales plásticos vista en clase y tuvo el acierto en escoger la respuesta d como correcta.
14	BAJO	47,36	Nuevamente las estructuras les resultaron confusas a los estudiantes y no supieron dar la respuesta adecuada según las características solicitadas de la estructura.
	ALTO	52,64	Por otro lado a pesar de la confusión con la estructura acertaron en resolver el ítem, sin embargo los estudiantes comentaron la dificultad para identificarlo en la figura.
15	BAJO	31,57	Nuevamente la relación entre un símbolo y una clase de polímero se le dificulta al estudiante y le genera dudas acerca de la clasificación según las siglas que se usan para destacar algunas características de los productos comerciales.
	ALTO	68,43	La mayoría del grupo identificó rápidamente abreviatura y la relacionó con los materiales trabajados en las diferentes actividades desarrolladas durante la unidad.
16	BAJO	42,10	Hubo dificultad al reconocer el término de resina y esto no favoreció la objetividad para responder este ítem, ya que los estudiantes no analizaron el origen o la procedencia del compuesto.
	ALTO	57,90	Este grupo de estudiantes acertaron en su respuesta y de forma verbal reconocieron que dudaron al marcarla porque no recordaban la procedencia o formación del compuesto.
17	BAJO	47,36	Al finalizar la encuesta ya la concentración del estudiante empieza a fallar y eso se refleja en las respuestas. Este ítem trataba del proceso de vulcanización y no fue clara la respuesta para muchos de los estudiantes.
	ALTO	52,64	A pesar de la claridad en los enunciados muchos comentaron que no entendían la diferencia entre algunos y eso los puso a dudar

			para acertar con la respuesta.
18	BAJO	15,78	Los estudiantes que fallaron en esta respuesta se confundieron por el enunciado “ramificaciones entrecruzadas” y no marcaron la respuesta correcta debido a esto.
	ALTO	84,22	La mayoría del grupo acertó en la respuesta y así se concluyó el repaso conceptual dado para la terminación de la unidad.

**Tabla No. 17: Análisis de resultados grupales del instrumento de evaluación final**

Con estos resultados se pudo concluir que la aplicación de la unidad didáctica en el grupo fue óptima y acertada para mejorar el entorno contaminado del colegio, desde el punto de vista químico y así ayudar a preservar un lugar más limpio que sirva de ejemplo a la vereda para seguir replicando en cada casa o lugar común.

El manejo de conceptos dado durante las diferentes actividades de las clases acercó a los estudiantes a la comprensión de un micromundo en cada utensilio plástico que usaban, identificándolo como un actor contaminante si no se le daba el manejo adecuado para desecharlo o eliminarlo.

## 8. CONCLUSIONES

- De acuerdo a las hipótesis planteadas se corroboró que los estudiantes de educación media rural de Chinavita, no poseían unas bases conceptuales apropiadas para el reciclaje del plástico como sustancia química de peso molecular variable, y cuyo comportamiento químico implica una serie de reacciones químicas favorables para su degradación no contaminante para el ambiente
- El identificar las ideas previas de los estudiantes, favoreció el diseño de la estrategia didáctica, para aproximarla a la realidad del estudiante y adecuarle el lenguaje a uno claro y sencillo para su comprensión y puesta en práctica.
- La aproximación que se hizo del problema de los plásticos desde el punto de vista ambiental y químico, se vio fortalecido en el área de artística con la elaboración de diferentes tipos de accesorios para vestir o usar en las labores agropecuarias.
- De acuerdo a los resultados de las actividades de la unidad didáctica diseñada para la estrategia, se encontró que el joven campesino al ser educado en la parte ambiental rescata aún más su papel de compromiso con la naturaleza y valora su propio proceso de formación académica como una herramienta para actuar y pensar coherentemente con su ambiente.
- El papel del investigador como observador participante favoreció el desarrollo del trabajo investigativo, ya que se hizo centrado en una realidad palpable, deducible y aterrizada a una comunidad particular con una problemática latente y común al mundo en general.

- El diseño de la estrategia didáctica conllevó a la consulta sistemática y organizada de fuentes verídicas y confiables que permitieran el uso de información actualizada y eficaz para los objetivos planteados en la investigación.
- Las mejoras que se obtuvieron en los procesos de desecho del plástico, desde su misma clasificación en la fuente, fueron otro tipo de resultados favorables generados luego del trabajo con la estrategia planteada y que se adoptaron como acciones comunes en toda la institución para su ejercicio continuo.
- El incorporar estrategias alternativas en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes para el desarrollo de cualquier temática resultó algo innovador en la institución y se logró articular tanto el PEIR, como el plan de estudios del área y el PRAE, en busca de objetos de conocimiento claros para el estudiante y en transversalidad con las demás áreas de formación.
- La unidad didáctica en su ejecución, favoreció el fortalecimiento de las competencias científicas avocadas desde la clase de ciencias, evidenciándose en la presentación de pruebas externas, tales como ICFES, con puntajes altos en el área de ciencias naturales.
- Al comparar los resultados obtenidos en la aplicación del instrumento de ideas previas y el de evaluación final a partir de la unidad didáctica, se evidenció la aprehensión de los conceptos de polímeros, copolímeros, polímeros naturales y polímeros sintéticos, polimerización y síntesis de polímeros, resinas y plásticos.

## 9. RECOMENDACIONES

- Se sugiere continuar con la implementación de la estrategia en el nivel de educación media para el siguiente año, profundizando en la temática o ampliando el campo de acción de la investigación.
- Generar otro tipo de estrategias con los estudiantes para mejorar su desempeño académico tanto a nivel institucional como departamental y nacional, verificando así la eficacia del proceso de enseñanza y aprendizaje desarrollado en la institución.
- Continuar con el proceso de clasificación del plástico y sus métodos de degradación, implementados bajo la tutoría del docente de ciencias naturales de la institución para engrandecer los resultados obtenidos hasta el momento con este tipo de procedimientos.
- Incentivar la investigación del docente en el aula a través del reconocimiento de su papel como guía en los procesos de enseñanza y aprendizaje, generando procesos rigurosos de recolección de información y diseño e implementación de estrategias que favorezcan cambios conceptuales en los estudiantes para la concretización del conocimiento.
- La versatilidad del conocimiento en química, favorece su proximidad con el quehacer diario del joven, de esta manera se puede orientar desde el aula hacia el mundo.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGUILA, R., GENE, A., GIL D. Y GONZALEZ, A., (1987). El aprendizaje de las ciencias como investigación: una experiencia con profesores EGB en formación. Enseñanza de las Ciencias. Número extra, pp. 9-10.
- ANGEL, A. (1992) Perspectivas pedagógicas en la educación ambiental. Una visión interdisciplinaria. Colombia
- AUSUBEL. (1983) Teoría del aprendizaje significativo. [www.eduinformatica.com.ar/docentes/articulo/educación/ausubel/index.html](http://www.eduinformatica.com.ar/docentes/articulo/educación/ausubel/index.html)
- BACHELARD, G. (1987) La formación del espíritu científico. Contribución a un sicoanálisis del conocimiento objetivo. Siglo XXI Editores. Buenos Aires
- BELLO, Silvia (2002) Ideas previas y cambio conceptual. Rev. Educación Química
- BELLO, S. Y VALDEZ, S. (1994) "Las ideas previas en la enseñanza y aprendizaje de la Química". Taller T-20 realizado en las III Jornadas Internacionales y VI Nacionales de Enseñanza Universitaria de la Química, Argentina.
- CARAVITA, S. y HALLDÉN, O. (1994) Reframing the problem of conceptual change, Learning and Instruction, 4, 89-111.
- CARRIZOSA, J. (1992) Hacia una cultura de la sostenibilidad. Revista Diversa del Pensamiento Ambiental
- CHALMERS, A., (1989). ¿Qué es esa cosa llamada ciencia? Madrid: Siglo XXI.
- CHI, M.T.H. y ROSCOE, R.D. (2003) The process and challenges of conceptual change. Kluwer Academic Publishers, London, p. 3-27.
- COLOMBIA, CONSTITUCIÓN NACIONAL. (1991) Presidencia de la República.
- COLOMBIA, DOCUMENTO CONPES, DNP 2541 DEPAC (1991) Una política ambiental para Colombia, Versión para discusión, Bogotá, Colombia.
- COLOMER, m. Francisco e IZQUIERDO, Antonio. (2007) Tratamiento y gestión de residuos sólidos. Universidad Politécnica de Valencia. Editorial UPV. Valencia, España. p. 179 - 186
- CONTRERAS, L.C., (1987). La resolución de problemas: ¿una panacea metodológica? Enseñanza de las ciencias 5(1), 49-52.
- DE JONG, O., (1996). La investigación activa como herramienta para mejorar la enseñanza de la química: nuevos enfoques. Enseñanza de las ciencias, 14 (3), pp.279-288.
- DE PABLO, P. (1992) Diseño de currículo en el aula. Un propuesta de autoformación. Madrid
- DOMINGUEZ, J. (1991) El lugar de la historia en el curriculum. Un marco regional de referencia. Mimeo, Madrid, España
- ESPIN, Guadalupe. 2007. Los plásticos y la contaminación. Revista Ciencia, Septiembre No. 30, pp 12-18
- FAZIO, M. y LABASTIDA F. (2004). Historia de la Filosofía Contemporánea. Editorial

Palabra.Madrid, España

GAGLIARDI, R., (1988) Cómo utilizar la historia de las Ciencias en la enseñanza de las Ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 6 (3), pp. 291-296.

GALLEGO BADILLO, R., (1996). Discurso constructivista sobre las ciencias experimentales: Una concepción actual del conocimiento científico. Cooperativa Editorial Magisterio

GALLEGO BADILLO, R., (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Vol. 3 N° 3.

GARCIA, J., (2000), La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. Enseñanza de las Ciencias 18(1), pp. 111-129.

GARCIA, SERGIO. (2009) Historia de los polímeros. Revista Iberoamericana de Polímeros. p 71-80

GRÜN, M. (1996) Ética e educação ambiental: a conexão necessária. Campinas: Papirus

IANFRANCESCO V. Giovanni M. (2003). La investigación en Educación y Pedagogía. Fundamentos y Técnicas. Ed. Magisterio

ICONTEC. (2004) Guía Técnica Colombiana. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos. GTC 53-2

KEMPA, R.F. (1986) Resolución de problemas de química y estructura cognoscitiva. Enseñanza de las ciencias 10 (1) pp. 58-62

LASSO GOMEZ, L. (1998) La resolución de problemas como una estrategia de enseñanza para favorecer el pensamiento formal del adolescente. Tesis Mag. Doc. Química.

LIPMAN, M. (1992) La filosofía en el aula. Madrid. Ediciones de la Torre. Pp. 262- 403

MALAGON, LUZ E. y TRIVIÑO CH, LIBIA N. (1993). Implementación de una estrategia didáctica orientada a favorecer un cambio metodológico en profesores de química en formación, frente a la resolución de problemas. Tesis Mag. Doc. Química

MARÍAS, J. (1980). Historia de la filosofía. Revista de Occidente calle Milán, 38. 32ª Edición. Pp. 422-428

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2004) Sector Plásticos. Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Guías ambientales

MOREIRA, Manuel (1993): Unidades Didácticas e Investigación en el Aula. Colección: Cuadernos Didácticos. Las Palmas de Gran Canaria, septiembre.

POMÉS RUIZ, J. (1991) La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. Enseñanza de las ciencias 9 (1), pp. 78-82

MORTIMER, E. F. (1995) Conceptual change or conceptual profile change? Science & Education, 4, 267-285.

PORLAN, R. (1989) Constructivismo y escuela. Sevilla, España 1989.

QUINTANILLA, Mario, MERINO, Cristian y DAZA, Silvio (2010). Unidades didácticas en química. Editorial Grecia, julio.

SAUVE, L. (2005). Perspectivas curriculares para la formación de formadores en

educación ambiental. Montreal, Canadá.

SERRANO, P. ALCOSER. (2006) Plásticos. Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador

STRIKE, K. y POSNER, G. (1985) A conceptual change view of learning and understanding. En: West, L. & Pines, L. (eds). Cognitive structure and conceptual change. Academic Press, p. 211-231.

TORRES, C. Maritza. (1996) La dimensión ambiental: un reto para la educación de la nueva sociedad. Ministerio de Educación Nacional. Colombia

TORRES, C. M. (1993) Dimensión ambiental en la escuela y la formación docente. Revista de la Educación No. 115. Segundo semestre. Washington. USA

VOSNIADOU, S. (1994) Capturing and modeling the process of conceptual change, Learning and Instruction, 4, 45-69.

ZAPATA CASTAÑEDA, P. (1993) Una perspectiva piagetiana de la capacidad de los adolescentes para identificar y formular problemas y la relación de su desarrollo cognitivo. Tesis Mag. Doc. Química

**ANEXO No.1**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA JUAN DE JESÚS ACEVEDO**  
**ÁREA DE CIENCIAS NATURALES**  
**PROYECTO DE MEDIO AMBIENTE**  
**“EL RECICLAJE DEL PLÁSTICO”**

1. ¿Qué entiende usted como polímero?

---

---

2. ¿Qué entiende usted por plástico?

---

---

3. ¿Qué tipo de plásticos usa a diario en sus actividades?

---

---

4. ¿Qué clasificación de plásticos conoce según el comercio?

---

---

5. ¿Qué diferencia existe entre polímero y plástico?

---

---

6. ¿Cómo se deshace de los plásticos en su casa o en el colegio?

---

---

7. ¿Cómo imagina el mundo sin el material de los plásticos?

---

---

8. ¿Qué impacto tienen los plásticos en su entorno?

---

---

9. ¿Qué estrategia sugiere usted para reciclar adecuadamente los plásticos y no

generar daño al ambiente?

---

Lic. Sonia Carolina Moreno Naranjo

## ANEXO No. 2 REGISTROS FOTOGRÁFICOS



**Foto No. 1** Estudiantes realizando las labores de cavar para agregar los residuos y luego quemarlos



**Foto No. 3:** Reuniones informativas con padres de familia



**Foto No.2:** Montañas de residuos producidos por los estudiantes para ser quemados en las horas de la mañana



**Foto No. 4:** Quemados de residuos en diferentes sitios del colegio.



**Foto No. 5: Panorámica del colegio Juan de Jesús Acevedo**



**Foto No. 6: Panorámica de la vereda de Montejo**



**Foto No. 7: Panorámica de la sede de Montejo, frontal**



**Foto No. 8: Panorama posterior de la sede Montejo**



**Foto No. 9: Panorámica canchas del colegio**



**Foto No. 10: Muestra de grupo grado undécimo**

## ANEXO No 3 INSTRUMENTO DE APLICACIÓN FINAL

### EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

#### A. Marca con una X la respuesta correspondiente.

- Las moléculas gigantes de elevada masa molecular se llaman:
  - monómeros.
  - polímeros.
  - plásticos.
  - proteínas
- En envases plásticos aparece la sigla PEAD, que significa polietileno de:
  - alta densidad.
  - baja densidad.
  - alta elasticidad.
  - baja elasticidad
- La seda es un polímero natural y el nylon es un polímero:
  - también natural.
  - sintético.
  - biodegradable.
  - sintético biodegradable
- ¿Qué propiedad caracteriza a la goma natural y al caucho sintético?
  - Son muy rígidos.
  - Son frágiles.
  - Son muy flexibles.
  - Son muy elásticos

#### B. Responde verdadero (V) o falso (F).

- Un polímero es una macromolécula formada por monómeros. \_\_\_\_\_
- La síntesis de polímeros ha permitido el desarrollo de materiales de alta tecnología. \_\_\_\_\_

- Si A y B son monómeros, la estructura: A-B-A-B-A-B, representa un copolímero al azar. \_\_\_\_\_
- El polietileno es un polímero de condensación, muy flexible. \_\_\_\_\_

#### C. Seleccione la respuesta correcta

- ¿Cuál de las aseveraciones acerca de los polímeros sintéticos es incorrecta?
  - Están formados por muchos monómeros.
  - Son macromoléculas de elevada masa molecular.
  - Son biodegradables.
  - Sus estructuras pueden ser lineales o ramificadas.
  - Sus estructuras se basan en la de los polímeros naturales.
- El polietileno es:
  - un carbohidrato presente en las frutas.
  - un monómero de baja masa molecular.
  - un líquido de alto punto de ebullición.
  - un polímero inorgánico usado en electrónica.
  - un polímero orgánico de múltiples aplicaciones.
- La siguiente estructura:  $[-CH_2-CH_2] -$ , corresponde al polímero llamado:
  - poliestireno.
  - poliuretano.
  - polipropileno
  - polietileno
  - policloruro de vinilo

- Una reacción de polimerización por condensación se caracteriza por:
  - producir radicales libres.
  - formar polímeros de bajo peso molecular.
  - producir carbaniones.
  - eliminar moléculas de bajo peso molecular, generalmente agua.
  - emplear un único monómero.

5. El siguiente símbolo se utiliza para indicar que el plástico es:



- A. resistente.
- B. reutilizable.
- C. estable a la oxidación.
- D. biodegradable.
- E. reciclable.

6. Podemos decir que este copolímero es:



- A. al azar.
- B. alternado.
- C. en bloque.
- D. injertado
- E. simétrico

7. La sigla PEAD se utiliza para identificar:

- A. un polietileno de alta densidad.
- B. un policloruro de vinilo de alta densidad.
- C. un bloque de un copolímero.
- D. el grado de descomposición que experimenta un polímero.
- E. la alta dureza de un polímero.

8. Una resina se caracteriza por:

- A. ser un material con alta elasticidad.
- B. descomponerse cuando se calienta.
- C. ser buen conductor de la electricidad.
- D. ser termoplástico.
- E. experimentar la vulcanización.

9. El proceso de vulcanización consiste en:

- A. adicionar diferentes monómeros durante la formación del polímero.
- B. la degradación de un polímero.
- C. agregar aditivos que dan flexibilidad al material polimérico.
- D. un proceso de polimerización aniónico.
- E. el entrecruzamiento de cadenas de polímeros.

10. De un polímero con cadenas ramificadas entrecruzadas es posible esperar que:

- A. posea baja resistencia.
- B. tenga un menor punto de fusión que uno de cadena lineal de la misma masa molecular.
- C. sea termoplástico.
- D. sea termoestable.
- E. sea útil para fabricar fibras.



**“CUIDA EL PLANETA DESDE TU VEREDA”**



*UNIDAD DIDÁCTICA:  
EDUCACIÓN EN QUÍMICA  
AMBIENTAL*

*INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA JUAN DE  
JESÚS ACEVEDO*

## RESUMEN

El reciclaje del plástico cobra gran importancia en nuestros días, debido al alto impacto negativo que tienen estos productos en nuestro ambiente.

Su casi imposible degradación y el desconocimiento de los procesos que éste puede tener, hace que se convierta en un dolor de cabeza para controlar su producción y reciclaje, de tal forma que desde las aulas de clase y los hogares de los estudiantes se debe gestionar los procesos en los cambios de costumbres acerca del reciclaje de los residuos sólidos y la forma como los desechan, al no tener la oportunidad que ninguna entidad se haga cargo de su transporte y tratamiento adecuado.

En esta unidad se plantean una serie de actividades que apuntan a sensibilizar al estudiante a partir de la capacitación y conceptualización en relación a los plásticos, su proceso de reciclaje y biodegradación en el suelo, con ayuda de microorganismos como las bacterias.

El enfoque desde la química ambiental nos permite analizar como la composición química de estos materiales se comprende desde la unión de cadenas complejas de polímeros que al conjugarse adquieren una serie de propiedades específicas que favorecen su resistencia a cualquier proceso físico simple de tratamiento.

Pero por otro lado, se indican ciertos métodos de clasificación, reciclaje, tratamiento y control de este tipo de residuos que permitan disminuir su efecto en el ambiente.

Así se espera cambiar en alguna manera la actitud del joven frente a este tópico ambiental, específico de la vereda y común con otros sitios

## 1. PRESENTACIÓN

### Antecedentes de los plásticos: los polímeros naturales.

Antes de crearse los polímeros, la madre naturaleza era la única y exclusiva fuente de materiales con que el hombre contaba para la realización de sus herramientas, útiles y objetos de uso cotidiano. Las propiedades que ofrecían las piedras, las maderas o los metales no satisfacían todas las demandas existentes así que, el hombre en su innato afán de investigación y búsqueda comenzó a aplicar sustancias que suplieran estas carencias; se manipulan los polímeros naturales: el ámbar, el hasta natural, la goma laca y la gutapercha son los precursores de los polímeros actuales. En la naturaleza, encontramos al ámbar como una resina de coníferas que tras derramarse del árbol, endureció y atrapó en su interior a insectos o plantas que quedando incluidos en ella han llegado hasta nosotros como fieles testimonios del pasado. Avanzando en el transcurso de la historia, se tiene conocimiento de que los egipcios en el año 2000 a.C, en la época de los faraones, además de usar resinas naturales para embalsamar a sus muertos también usaban el asta natural calentándolo para moldear figuras y recipientes. El hasta natural del mismo modo tuvo sus aplicaciones en *Europa* durante el medievo, los trabajadores del cuerno (asteros) realizaban objetos cotidianos con este material, como cucharas, peines o faroles. La goma Laca es un polímero natural producido por las secreciones de la hembra de un chinche llamado *lac*, originaria de la *India* y el sudeste de *Asia*. Esta secreción endurecida se disuelve en alcohol, y se puede aplicar sobre superficies produciendo un recubrimiento brillante, impermeable y casi transparente. Por último, la gutapercha es una goma vegetal similar al caucho que se extraía por sangrado al practicar incisiones a determinados árboles que se hallan en las Indias orientales y en Indonesia. Los indígenas la utilizan para recubrir objetos y recipientes.

Dejando atrás los polímeros naturales, surgen los primeros pasos hacia estireno, componente a partir del cuál, más adelante nacería el poliestireno y las resinas de poliéster. *Pedro Pablo Gallardo* relata como se hallan los primeros indicios ya en el año 1786, cuando en el Diccionario de la Química Práctica y teórica escrito por *William Nicholson*, describe como se destila el estorax, un bálsamo obtenido del árbol *Liquambar orientalis*. Durante el siglo XIX, tuvo lugar el descubrimiento del caucho, la caseína, la ebonita y el celuloide, materiales considerados como los antecesores o padres de los plásticos modernos: en la publicación *Aplicaciones del plástico* en la construcción, su autor *Juan de Cusa*, relata cuando se tuvo noticia de la creación del caucho, en 1820, cuando se consiguió una masa plástica al triturar y mezclar goma cruda con una máquina ideada en Inglaterra por *Thomas Hancock*, el inconveniente es que la naturaleza de esta materia, no la permitiría

mantener una forma específica al ser extraída del molde, se deformaba y se aplastaba sobre sí misma por el efecto de la fuerza de la gravedad, el aire no la secaba, una materia así no era útil. Del mismo modo el autor nos explica como en 1839, *Charles Goodyear* remata la fase originada por *Handcock*, pues consigue transformar accidentalmente el caucho crudo en una material resistente y elástico al vulcanizarlo con azufre. *Handcock* lo denominó Vulcanización, término que deriva del dios *Vulcano* (Dios del fuego) [3]. De esta forma nació el material con el que se realizarían los neumáticos en una industria automovilística cada vez más creciente. Asimismo, *Juan de Cusa* nos da a conocer quien creó la *Galatita* y de que materias deriva este nuevo polímero: “1895. - *Emil Bertiner* materializa la *Galatita*, producto derivado de la caseína tratada con formol. El curioso nombre procede de la voz griega compuesta por gala, leche y litos, piedra. Literalmente leche de piedra”. Nuevamente *Pedro Pablo Gallardo* nos comenta en su trabajo como otras materias se empiezan a fabricar a nivel industrial: la ebonita, obtenida en 1851 es un producto el de caucho endurecido resultante de añadir hasta un 50% de azufre al caucho, fruto de los trabajos de experimentación llevados a cabo por *Handcock* y *Goodyear*. *Nelson Goodyear* posteriormente patentó el proceso. Un hecho destacable es el acaecido en 1855 cuando tiene lugar el descubrimiento de un nuevo material resultante de la disolución de dos elementos, se lo denominó *Parkesita*, conocido actualmente como celuloide. El nombre viene de su inventor el inglés *Alexander Parker*; el cómo se inventó y que particularidades tiene la *Parkesita* nos lo especifica *Juan de Cusa* en breves líneas: “Descubrió que el nitrato de celulosa se disuelve en alcanfor fundido, con la ayuda de calor y que al enfriarse la disolución, antes de convertirse en una masa dura, pasaba por una fase intermedia de plasticidad, durante cuyo transcurso podía ser objeto de moldeo”.

La *Parkesita* evolucionó hacia otro material, los autores del trabajo Industria del plástico, *Richardson* y *Lokensgard* nos indican que después en 1870, *Wesley Hyatt*, basándose en la *Parkesita* (que a *Parkes* se le olvidó patentar), crea y patenta el celuloide, material más avanzado, resultante de la mezcla de piroxilina con goma de alcanfor pulverizada y con el que ganó una recompensa ofrecida por un editor que buscaba un material alternativo al marfil para realizar bolas de billar. En 1828 es entonces cuando tiene lugar un hecho importante dentro de los avances en cuanto a formulación química de los polímeros se refiere: tiene lugar la primera síntesis dentro de la química orgánica; *Wöhler* la logra a partir de la urea y las investigaciones realizadas con el cianato de plata. Posteriormente nuevos avances en cuanto a la polimerización del estireno se suceden, el ya citado *Juan de Cusa* nos explica en su trabajo como en 1845 se consigue acelerar su polimerización a la cifra de una hora, puesto a 200<sup>o</sup> C, labor realizada por *Blyth* y *Hofman*. Asimismo, en 1847 el glicerol y ácido tartárico son condensados y dan lugar a un poliéster

tridimensional, resultado obtenido derivado de los experimentos llevados a cabo por *Berzelius*.

## 2. DESARROLLO DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

El diseño didáctico se fundamenta desde el Ciclo de Aprendizaje Constructivista (*Jorba* y *Sanmartí*, 1996) el cual considera cuatro fases: 1.Exploración, 2. Introducción de nuevos conceptos, 3. Sistematización y 4. Aplicación. En cada una de las fases se describen los objetivos, las actividades para los y las estudiantes, así como las Competencias de Pensamiento Científico asociadas.

### 2.1 Exploración

**Objetivo.** Identificar las preconcepciones estudiantiles con respecto a la historia de los plásticos y su evolución según la necesidad de la humanidad.

#### ACTIVIDAD:

- a. Luego de realizar la lectura anterior, subraya los términos desconocidos, ordénalas alfabéticamente y elabora la consulta de su significado.
- b. Según los personajes nombrados y sus aportes a la evolución del plástico, elabora una línea de tiempo para analizar los avances de la temática a lo largo de los últimos años.

### 2.2 Introducción a nuevos conceptos

**Objetivo:** El estudiante construirá en esta etapa un concepto de plástico, para posteriormente identificar las clases que existen, su clasificación y procesos de formación.

### ACTIVIDAD 1:

Realice la lectura de la información descrita a continuación para dar respuestas nuevos interrogantes

## DEFINICIÓN QUÍMICA DEL PLÁSTICO

Para comprender la temática de esta unidad didáctica se deben reconocer ciertas características básicas del plástico, tales como:

- Todas estas moléculas poseen una masa molecular muy alta, mayor a 10.000 unidades, característica por la cual se llaman **macromoléculas** (de macro = grande).
- Están formadas por unidades estructurales que se repiten siguiendo, casi siempre, un patrón determinado. Esta particularidad les confiere el nombre de **polímeros**, donde cada unidad se conoce como **monómero**.

Basándonos en estas características, reconocemos que los términos polímero y macromolécula se usan para designar las mismas estructuras químicas. En la naturaleza se encuentra una cantidad considerable de polímeros. Algunos se conocen desde la antigüedad, tales como el algodón, la seda y el caucho. Los polisacáridos, las proteínas y los ácidos nucleicos son **polímeros naturales** que cumplen funciones biológicas de extraordinaria importancia en los seres vivos y por eso se llaman **biopolímeros**.

***Los polímeros naturales son aquellos que proceden de los seres vivos.***

Muchos de los materiales que utilizamos están hechos de **polímeros sintéticos**, es decir, macromoléculas creadas artificialmente en un laboratorio o en la industria. El polietileno de los envases plásticos, el poliuretano de las zapatillas y el rayón de una prenda de vestir son polímeros sintéticos.

***Los polímeros sintéticos son aquellos que se obtienen por síntesis ya sea en una industria o en un laboratorio.***

Entre los polímeros naturales y sintéticos no hay grandes diferencias estructurales, ambos están formados por monómeros que se repiten a lo largo de toda la cadena.

*Polimerización: síntesis de polímeros*

Los polímeros son macromoléculas que se forman a partir de la unión de moléculas pequeñas o monómeros. El proceso por el que se unen los monómeros se llama **polimerización**.

La polimerización puede llevarse a cabo **por adición** o **por condensación**.

- **Polímeros de adición.** Se forman por la unión sucesiva de monómeros, que tienen uno o más enlaces dobles y triples.

En el **proceso de polimerización** de este tipo se distinguen tres etapas: **iniciación**, en la que participa como reactivo una molécula llamada **iniciador**; **propagación**, en la que la cadena comienza a alargarse por repetición del monómero y **terminación**, en la que se interrumpe el proceso de propagación y la cadena deja de crecer ya que se han agotado los monómeros.

- **Polímeros de condensación.** Se forman por un mecanismo de reacción en etapas, es decir, a diferencia de la polimerización por adición, la polimerización por condensación no depende de la reacción que la precede: el polímero se forma porque los monómeros que intervienen tienen más de un **grupo funcional** capaz de reaccionar con el grupo de otro monómero.

Los grupos ácido carboxílico, amino y alcohol son las funciones más utilizadas en estos fines. En este tipo de reacción, por cada nuevo enlace que se forma entre los monómeros, se libera una molécula pequeña.

### ACTIVIDAD 2:

Consulta acerca de las diferentes estructuras que conforman las moléculas de los monómeros, polímeros y copolímeros.



### ACTIVIDAD 3: PROPIEDADES DE MATERIALES PLÁSTICOS (LABORATORIO)

**Objetivo:** Identificar algunas propiedades mecánicas y químicas de materiales plásticos.

#### Materiales Reactivos

- varilla de vidrio - objetos de plástico
- mechero - acetona
- martillo - agua
- 10 tubos de ensayo
- pipeta de 10 mL
- pinzas metálicas

#### Procedimiento

1. Recolecta unos 10 objetos de desecho, por ejemplo: envases de bebidas desechables, bolsas de basura, juguetes viejos, mangos de herramientas o sartenes, espuma de colchón, cañerías de PVC, tapas de bebida, elásticos, películas fotográficas, trozos de plumavit, entre otros objetos.

2. Haz sobre cada uno de los materiales las operaciones indicadas. Anota lo que observas en cada ensayo.

a) Intenta estirar el material lo más que puedas.

b) Calienta la varilla de vidrio en la llama de un mechero y luego acércala al material plástico.

c) Golpea la muestra con un martillo.

d) Usando las pinzas metálicas, calienta con cuidado un trozo del material a la llama del mechero y observa lo que ocurre.

e) Presiona fuertemente el material y observa si el material se deforma o cambia de forma.

f) Coloca un trozo del material en un tubo de ensayo y agrega 2 mL de acetona, agita de vez en cuando. Observa lo que ocurre durante unos minutos.

**Precaución:** La acetona es un solvente inflamable, por lo que el ensayo debes hacerlo lejos de la llama.

g) Coloca el objeto de plástico bajo el chorro del agua y observa.

3. Registra los resultados en una tabla como la siguiente:

OBJETO	ELASTICIDAD	REACCIÓN AL CALOR		REACCIÓN AL		REACCIÓN A	
		CON LA VARILLA	DIRECTO	GOLPE	PRESIÓN	ACETONA	AGUA

#### Análisis y aplicación

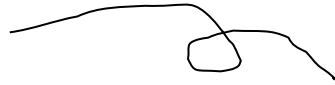
1. ¿Por qué crees tú que los polímeros son sólidos?
2. ¿Qué factores crees que influyen en la dureza de un polímero?
3. ¿Por qué algunos polímeros se quiebran con facilidad?
4. ¿Cómo explicarías las propiedades de un elástico?
5. ¿Por qué algunos plásticos se funden con facilidad?

## ESTRUCTURAS QUÍMICAS DEL PLÁSTICO

### Polímeros

Teniendo en cuenta la definición anteriormente descrita acerca del polímero, como una molécula muy grande (macromolécula) constituida por la repetición de una gran cantidad de miembros o unidades químicas sencillas llamadas meros, unas unidas a otras por enlaces covalentes, se muestran a continuación la formación de cadenas poliméricas que pueden ser lineales, ramificadas y reticuladas

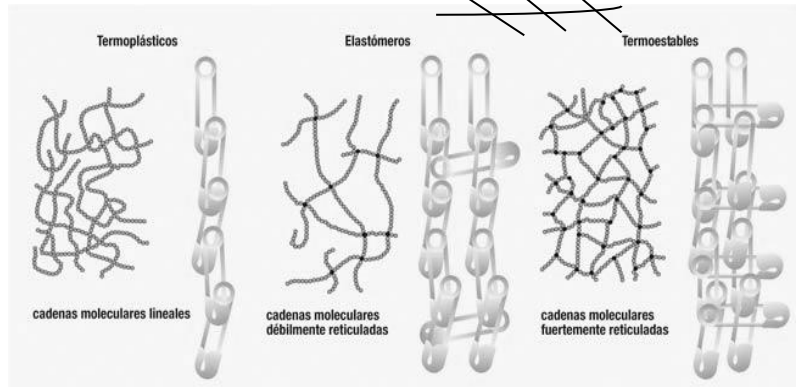
a. Lineales



b. Ramificadas

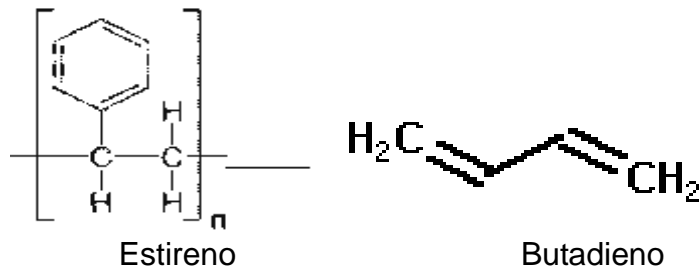


c. Reticuladas



### Copolímeros

Se reconoce como una sustancia formada por macromoléculas que contienen meros de monómeros químicamente diferentes, unidos entre sí por enlaces químicos primarios.



Los procesos copolimerización buscan mejorar propiedades del polímero, las cuales dependen básicamente del porcentaje de cada monómero en la cadena.

Prácticamente el 100% de las materias primas para la obtención de los altos polímeros provienen de hidrocarburos tanto alifáticos como de cíclicos aportados por la industria química, razón por la cual predominan en las macromoléculas, uniones covalentes carbono-carbono y/o carbono hidrógeno formando cadenas.

A continuación se muestran algunos ejemplos de estructuras de polímeros y sus reacciones químicas para transformarse en otras sustancias

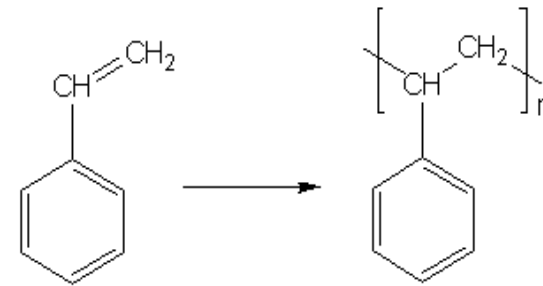


Figura No.1: Polimerización del estireno formando poliestireno

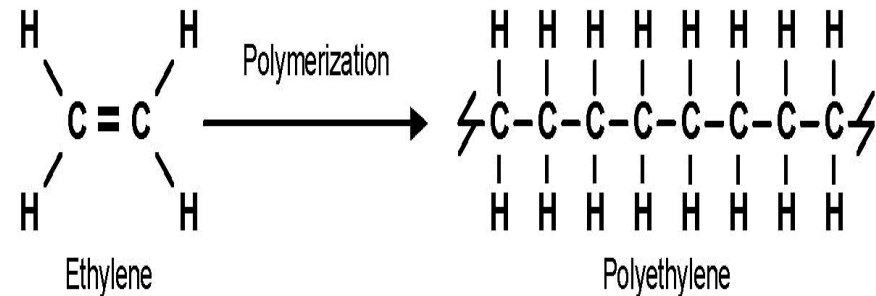
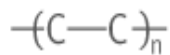
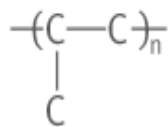


Figura No.2

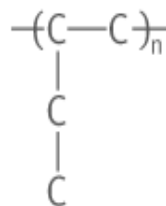
POLIETILENO



POLIPROPILENO



POLIBUTENO-1



Monómero de propileno



Polímero de propileno



Figura No.6

Figura No.3

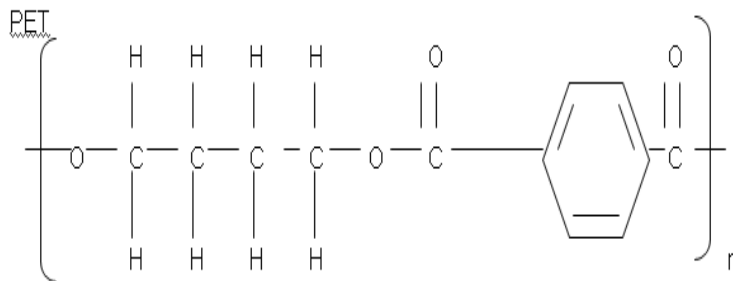


Figura No.4

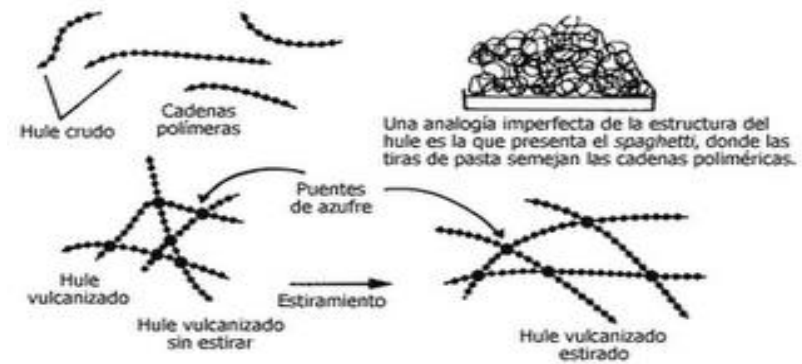


Figura No.7

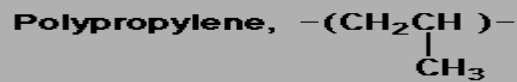
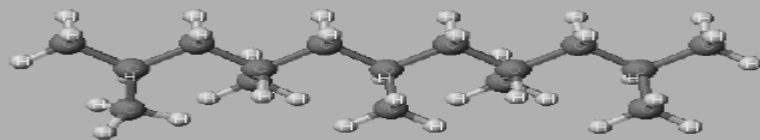


Figura No.5

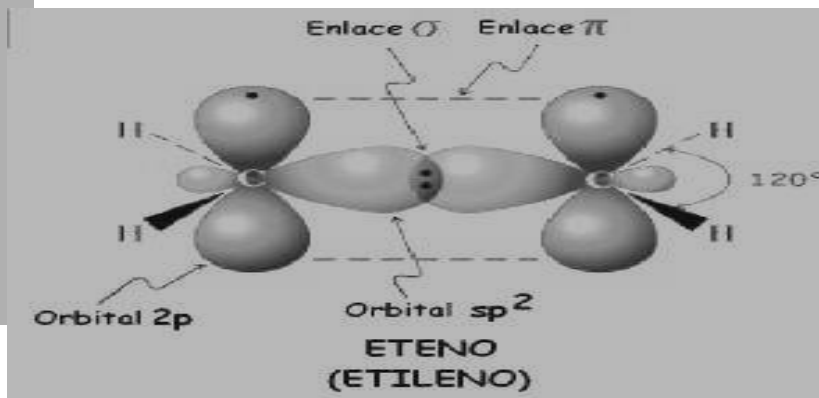


Figura No. 8

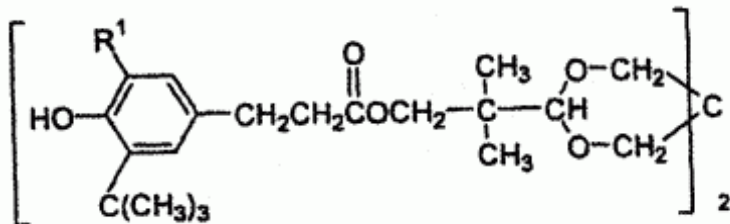


Figura No. 9: poliamida

#### ACTIVIDAD 4:

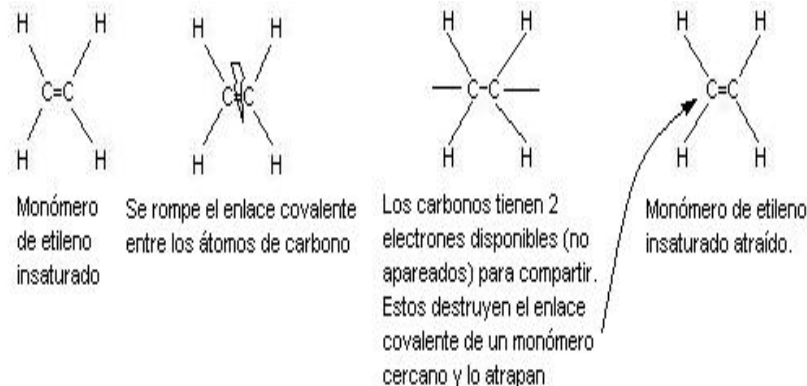
De acuerdo con las ilustraciones presentadas de algunos tipos de polímeros elabore algunos de ellos en material reciclable a escala. Muéstrellos al grupo y explique el tipo de enlace que los une, las moléculas con las cuales se forman y el uso que se les da en la vida diaria.

### REACCIONES QUÍMICAS DE FORMACIÓN DE LOS POLÍMEROS

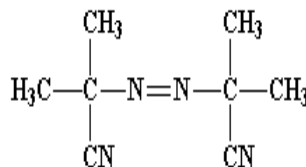
La polimerización es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero, bien en una cadena lineal o en una macromolécula tridimensional.

- A. Una polimerización es por adición si la molécula de monómero pasa a formar parte del polímero sin pérdida de átomos, es decir, la composición química de la cadena resultante es igual a la resta de las composiciones químicas de los monómeros que la conforman. No genera subproductos.

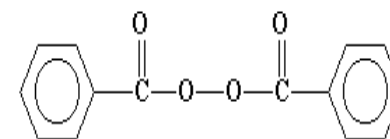
Por ejemplo, al monómero de etileno se le rompe el enlace covalente entre sus dos átomos de carbono dejando dos electrones desapareados. Esto atrae otro monómero de etileno, rompiéndole el enlace covalente y acoplándolo. Así puede continuar indefinidamente la reacción formando la cadena polimérica.



Para que este proceso se lleve a cabo es necesario la presencia de iniciadores que faciliten el rompimiento del enlace en la partícula original. Tales sustancias iniciadoras pueden ser



2,2'-azo-bis-isobutirilnitrilo (AIBN)

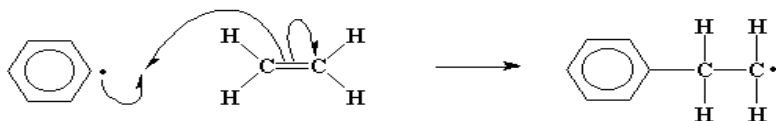


Peróxido benzoico

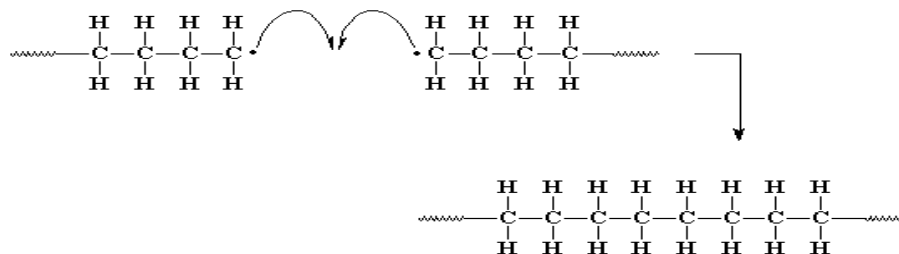
Estas sustancias se dividen electrónicamente así, de tal forma que facilitan luego el rompimiento del enlace en la molécula del monómero.



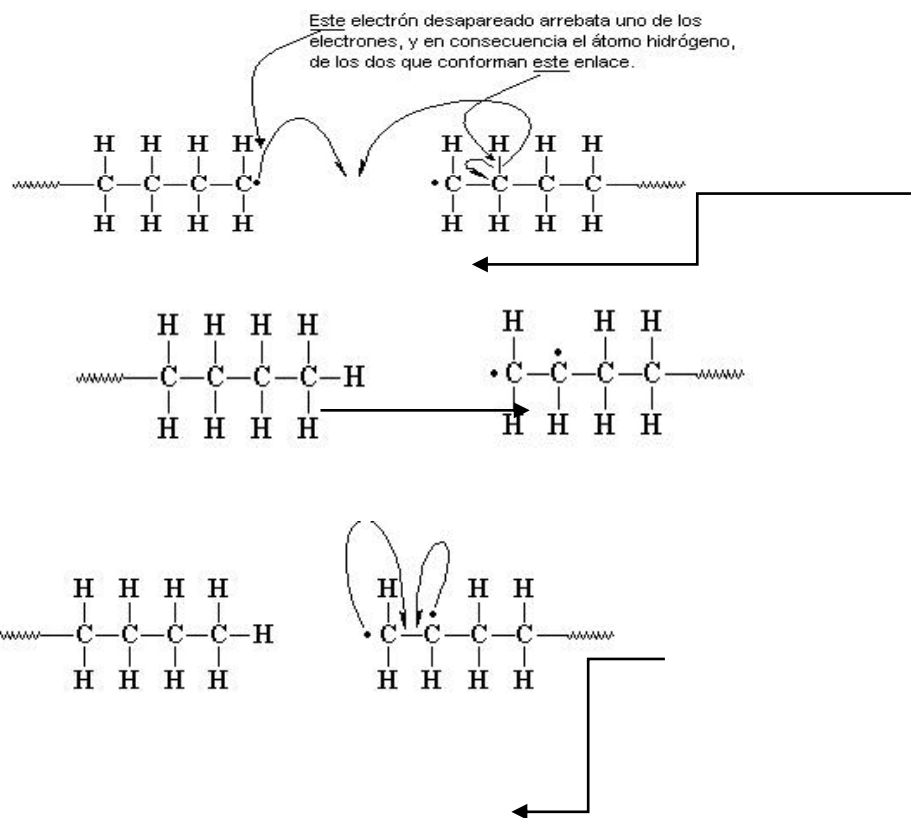
Ahora recuerde, los electrones no apareados buscarán cualquier electrón con el fin de aparearse. Este electrón lo obtienen al romper el enlace covalente de un monómero, dejando a su vez a este monómero con un electrón desapareado que reacciona, de igual manera que el iniciador, con otro monómero propagándose la reacción de polimerización por adición.

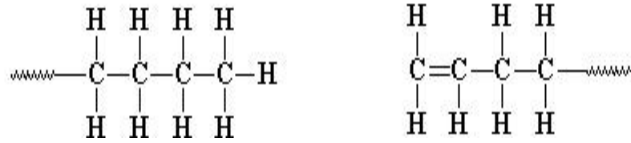


Desafortunadamente, la reacción tiene que acabar. Hay dos maneras de terminar la reacción. La primera es llamada *acoplamiento*. Sucede cuando dos electrones no apareados de dos cadenas diferentes que están creciendo se encuentran, permitiendo que sus respectivas cadenas se acoplen.



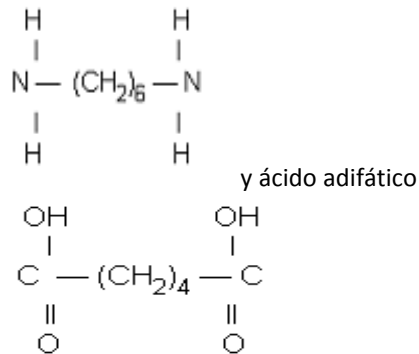
La segunda forma de terminación de la reacción es llamada *desproporcionalización*. Es un poco más particular que la anterior. En la desproporcionalización, cuando se encuentran las dos cadenas crecientes, uno de los electrones desapareados en lugar de acoplarse sencillamente con el de la otra cadena, lo que hace es arrebatarle un átomo de hidrógeno, terminando su crecimiento y dejando a la última cadena con dos electrones desapareados entre los cuales se forma un enlace doble que también cierra esta cadena.



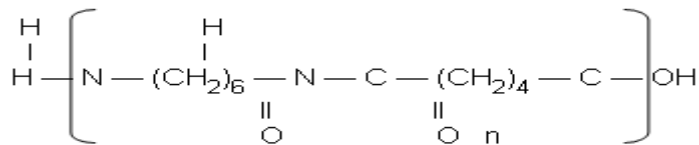


B. La polimerización es por condensación si la macromolécula de monómero pierde átomos cuando pasa a formar parte del polímero. Por lo general se pierde una molécula pequeña, como agua. La polimerización por condensación genera subproductos.

Por ejemplo, la reacción de diamina hexametilénica

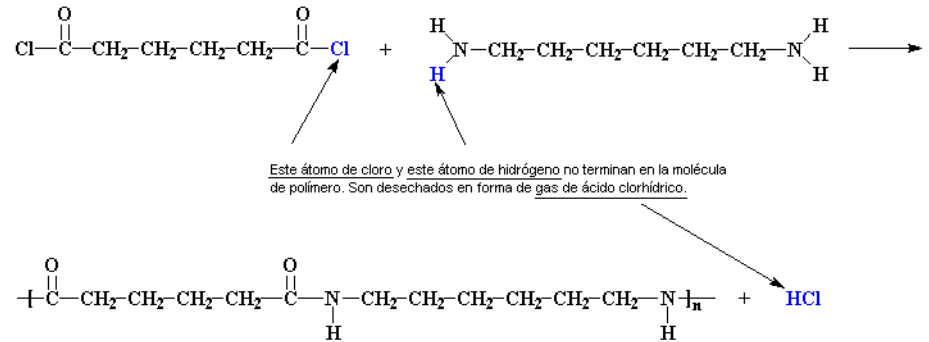


genera  $(2n-1)\text{H}_2\text{O}$  más

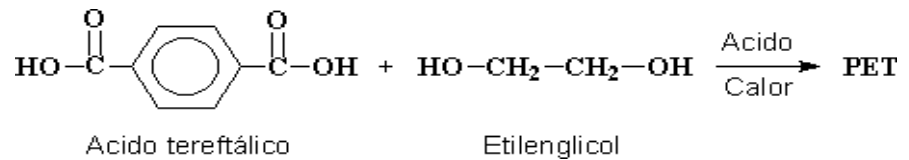


una poliamida conocida como nylon 6.6.

También puede obtenerse haciendo reaccionar ácido dipolo y diamina hexametilénica



Otro ejemplo es la reacción del ácido tereftálico y el etilenglicol



Que produce  $(2n-1)\text{H}_2\text{O}$  más el poliéster o el poliétlen terftalato (PET)

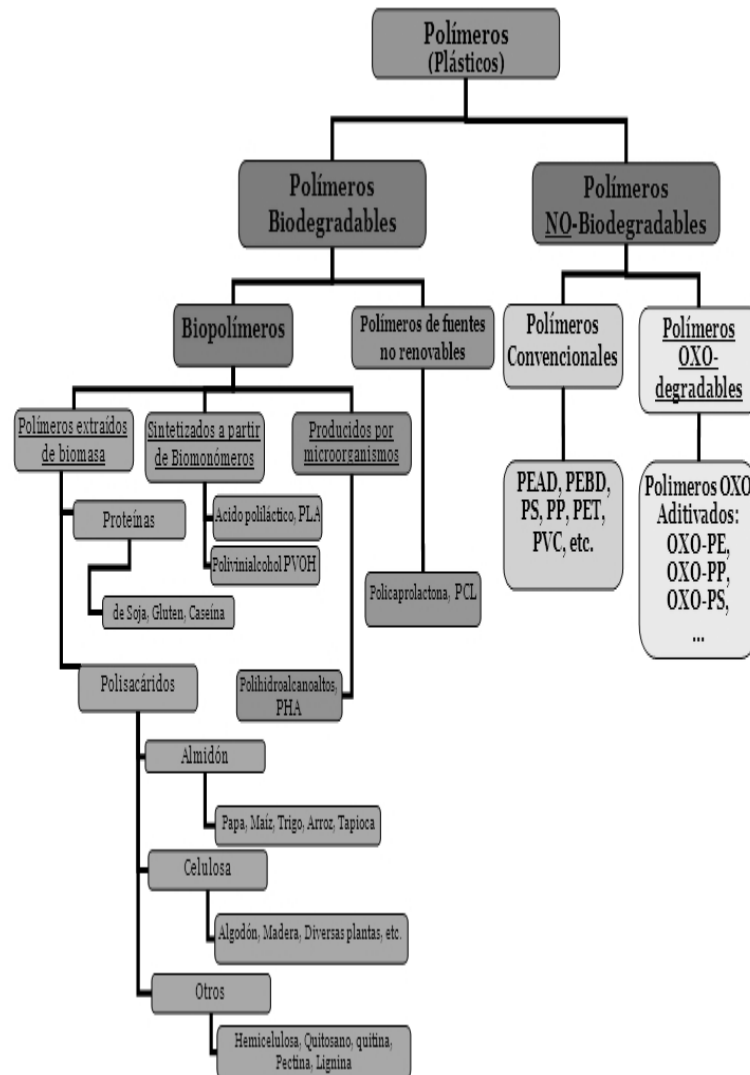
**ACTIVIDAD 5:** Consulte en los siguientes links acerca de otros procesos de polimerización para la formación de otros tipos de polímeros y describa los procesos en su cuaderno de apuntes.

[http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes\\_inyeccion/unidad\\_1/polimerizacion.html](http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/moldes_inyeccion/unidad_1/polimerizacion.html)  
<http://www.biopsicologia.net/nivel-2-glosario/proceso-polimerizacion.html>

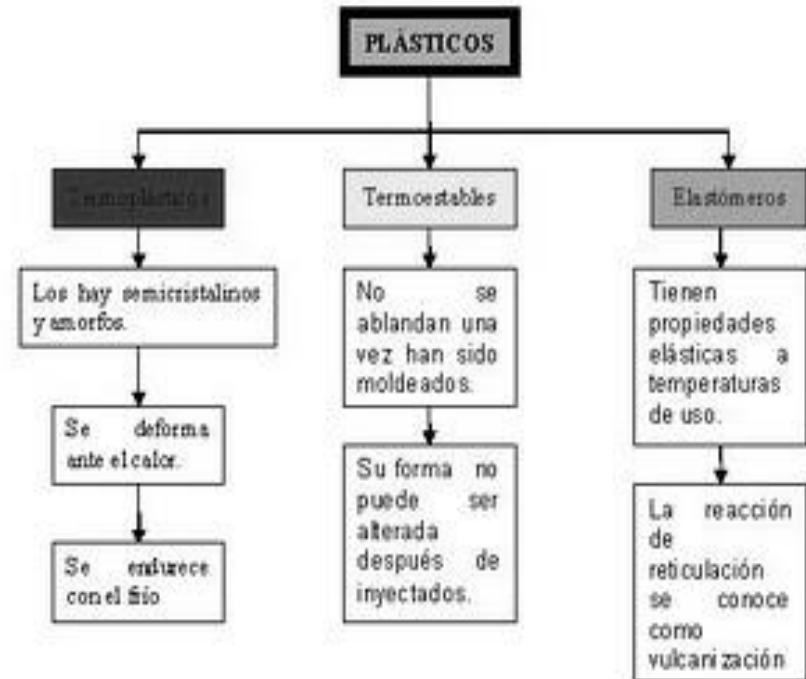
[www.textoscientificos.com/](http://www.textoscientificos.com/)

## CLASIFICACIÓN DE LOS PLÁSTICOS

A. Según su naturaleza los plásticos se pueden clasificar en biodegradables o no biodegradables.



B. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS PLÁSTICOS



**ACTIVIDAD 6:** Realice una animación en power point con imágenes de cada uno de los tipos de plásticos que existen según su naturaleza y sus propiedades físicas. Preséntela al grupo en forma grupal.

# CLASIFICACIÓN COMERCIAL DE PLÁSTICOS

Los llamados plásticos corresponden en realidad a un gran número de productos muy diferentes tanto por sus materias primas como por sus procesos de fabricación y usos. Por ello, para facilitar la identificación de cada polímero, y también para ayudar a su clasificación para poder implementar sistemas de reciclado, se ha instituido el Código Internacional SPI, que permite identificar con facilidad de que material específicamente está hecho un objeto de plástico. El proceso de reciclado y producto que se obtenga dependerá del tipo de plástico que se recibe.

 <b>PETE</b>	<b>Polyethylene Terephthalate Ethylene</b>  PETE goes into soft drink, juice, water, detergent, and cleaner bottles. Also used for cooking and peanut butter jars.	 <b>PP</b>	<b>Polypropylene</b>  PP goes into caps, disks, syrup bottles, yogurt tubs, straws, and film packaging.
 <b>HDPE</b>	<b>High Density Polyethylene</b> High Density Polyethylene HDPE goes into milk and water jugs, bleach bottles, detergent bottles, shampoo bottles, plastic bags and grocery sacks, motor oil bottles, household cleaners, and butter tubs.	 <b>PS</b>	<b>Polystyrene</b>  PS goes into meat trays, egg cartons, plates, cutlery, carry-out containers, and clear trays.
 <b>PVC</b>	<b>Polyvinyl Chloride</b>  PVC goes into window cleaner, cooking oils, and detergent bottles. Also used for peanut butter jars and water jugs.	 <b>OTHER</b>	<b>Other</b>  Includes resins not mentioned above or combinations of plastics.
 <b>LDPE</b>	<b>Low Density Polyethylene</b>  LDPE goes into plastic bags and grocery sacks, dry cleaning bags, flexible film packaging, and some bottles.		

**ACTIVIDAD 7:** Traduzca la información del anterior cuadro para interpretar la clasificación comercial que se le da a los plásticos en nuestro mundo actual. Enseguida describa como se realiza esa clasificación en el colegio o en su casa.

**ACTIVIDAD 8:** Luego de traducir traiga a la clase una muestra de cada uno de los tipos de materiales que se nombran en el cuadro informativo, según el uso que les de en su vida cotidiana.

**ACTIVIDAD 9:** Clasifique las siguientes fotos según el tipo de usos comerciales que se les dé y según el cuadro anteriormente trabajado.



## ¿CÓMO SE BIODEGRADA EL PLÁSTICO?

Los efectos contaminantes del plástico han originado una problemática ambiental dada la degradación del polietileno y el polipropileno, como principales componentes del plástico. Es por esto que el mercado devenga plásticos biodegradables para mantener el desarrollo sostenible del medio ambiente mediante tecnologías limpias.

Desde 1930 hasta la actualidad, Colombia, en su interés de manejar eficientemente los recursos, ha encontrado que en el control de plásticos, se ha degradado sólo el 5%. En la mayoría de países de Europa, las bolsas plásticas que proveen los supermercados y almacenes de cadena están prohibidas. En otros, se exige que dichos empaques tengan un aditivo especial que les permite ser biodegradables. Lo anterior refleja la creciente rigurosidad en la regulación en el uso de plásticos no biodegradables, hecho que permite prever el desarrollo de una demanda creciente y consolidada en el futuro de dicho material.

Dicha tendencia de consumo ha provocado que la industria mundial se incline por desarrollar diversos tipos de plásticos biodegradables; esto con el objetivo de obtener la descomposición de los polímeros en un menor tiempo, y de esta manera reducir los niveles de contaminación en el medio ambiente. Según la Symphony Plastic Technologies (PLC), la tecnología que posee una mayor eficacia es la Oxo-degradación, la cual produce transformaciones en las reacciones del material, acelerando el proceso de degradación.

En los últimos 5 años, las exportaciones colombianas de plástico y envases y empaques han tenido un desempeño interesante. Analizando el periodo entre 2002 y 2006, se observa que el total de las exportaciones de plástico pasaron de US\$ 375 millones a US\$ 871 millones, lo que significa un crecimiento de 132%. Por su parte, las exportaciones de envases y empaques pasaron de US\$ 41 millones a

US\$ 87 millones, mostrando un crecimiento de 110%. Aunque la dinámica exportadora en ambos sectores es destacada, la tendencia de la industria mundial exige que se desarrollen nuevos tipos de plásticos biodegradables. Sin embargo, no existe información al detalle de exportaciones de productos plásticos adecuados para que tengan un proceso más efectivo de degradación.

En Colombia, entre las tecnologías de empaques biodegradables, se encuentra el aditivo d2w, aditivos especiales para reducir el tiempo de vida de los plásticos. La disponibilidad de recursos en Colombia, presenta mayores ventajas comparativas respecto a otros países. Con base en estos adelantos, los fabricantes de productos plásticos tienen la oportunidad de transformar su producción tradicional en una producción más eficiente y pura. Existe la posibilidad de utilizar fuentes productoras de almidón como la yuca o la papa. La yuca posee una mayor cantidad de almidón con respecto al maíz y la papa y el país la produce en cantidades industriales.

Tomado de: Prospección y tendencias internacionales, diciembre de 2007.

Proexport, Colombia.

**ACTIVIDAD 10:** Según la lectura,

- ¿cómo ha sido el comportamiento de las exportaciones colombianas de plástico durante los últimos 5 años?,
- ¿con qué objetivo se ha implementado el uso de plásticos biodegradables en los mercados colombianos?,
- ¿qué tipo de técnica es más recomendada para transformar el plástico, según el artículo?.

### 3. Sistematización

**Objetivos.** Las y los estudiantes organizarán los contenidos desarrollados acerca de los conceptos de plástico, polímero, polimerización, entre otros. Aquí se consideran los planos de desarrollo en cuanto al significado de comportamiento químico

y sus factores (plano conceptual), basado en la contextualización ambiental (plano instrumental).

## Biodegradables

Materiales capaces de desarrollar una descomposición aeróbica ó anaeróbica por acción de microorganismos tales como bacterias, hongos y algas bajo condiciones que naturalmente ocurren en la biosfera. Son degradados por acción enzimática de los microorganismos bajo condiciones normales del medio ambiente.

Son obtenidos usualmente por vía fermentativa y se los denomina también Biopolímeros. Como ejemplos tenemos el Biopol™ poliésteres copolímeros del tipo polihidroxibutirato (PHB)/polihidroxivalerato (PHV), el Pululano (que es un polisacárido), el PLA (Ácido poliláctico), etc.

Este último (PLA) es uno de los más conocidos y está basado 100% en el almidón obtenido del maíz, trigo ó papas. El almidón es transformado biológicamente (fermentación) mediante microorganismos en ácido láctico que es el monómero básico, que mediante un proceso químico se polimeriza transformándolo en largas cadenas moleculares denominadas ácido poliláctico. Puede ser extrudado, inyectado, soplado, termoformado, impreso y sellado por calor para producir blister, bandejas y películas. Tiene también usos médicos en suturas, implantes y sistemas de liberación de drogas.

Existen también bioplásticos producidos directamente por las bacterias que desarrollan gránulos de un plástico llamado Polyhydroxyalkanoate (PHA) dentro de la célula misma. La bacteria se desarrolla y reproduce en un cultivo y el material plástico luego se separa y purifica.

Existen polímeros biodegradables de origen petroquímico como la Policaprolactona (PCL) que es un poliéster alifático que es verdaderamente biodegradable sin el requerimiento previo de la fotodegradación. En ambiente de compost la policaprolactona es asimilada totalmente

por los microorganismos y la velocidad de degradación depende de varios factores tales como espesor de la muestra, humedad, temperatura, oxígeno, etc. Se usa entre otras aplicaciones como reemplazo del yeso en aplicaciones ortopédicas. Existen también en el mercado mezclas de PCL con almidón tales como el Mater-bi™ que se usa para producir películas, artículos inyectados, productos termoformados, etc.

Los Biopolímeros se fabrican en pequeña escala y no hay producción nacional son por lo tanto muy caros, no son de uso masivo y sus aplicaciones están limitadas a usos de muy alto valor como productos medicinales (suturas, material para taponajes quirúrgicos, etc) y aplicaciones con importante marketing ecológico.

A continuación se describen los principales tipos de materiales biodegradables que podemos encontrar a nuestro alrededor.

### Compostable

Materiales que desarrollan una descomposición biológica durante un proceso denominado compostaje para producir dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa a una velocidad comparable con otros materiales compostables en condiciones de compostaje industrial ó comercial y no dejar residuos tóxicos visibles ó distinguibles. El compostaje se realiza normalmente como un proceso de reciclado de la fracción orgánica (restos de comida ó alimentos) de los residuos sólidos domésticos.

### Oxo-degradable

También denominados oxo-biodegradable, son materiales que desarrollan la descomposición vía un proceso de etapas múltiples usando aditivos químicos para iniciar la degradación. La primera etapa de degradación puede ser iniciada por la luz ultravioleta (UV) de la radiación solar, calor y/ó tensión mecánica que inician el proceso de degradación por oxidación. De ésta manera se reduce el peso molecular del polímero debido a la rotura de las cadenas moleculares quedando un remanente con suficientemente bajo peso molecular que sería susceptible de desarrollar un proceso de biodegradación con el tiempo.

Aunque esta tecnología y sus productos no son nuevos, desde su aparición en el mercado en los años 80 han surgido muchas dudas con respecto a si son verdaderamente biodegradables según las normas internacionales de biodegradación que se describen más adelante. Asimismo existen dudas de que

<p>los residuos que quedan luego de la degradación tengan efectos tóxicos para el medio ambiente provocado por residuos metálicos con potencial toxicidad. Otra desventaja adicional de los polímeros oxo-biodegradable es que si se reciclan mezclados con polímeros comunes éstos se tornan degradables con lo que impide su reciclado a usos de larga duración como tubos, cables, postes, etc</p>	<p>el almidón que se agregan durante la extrusión de la película ó inyección de artículos diversos para transformarlos en biodesintegrables. Una desventaja adicional de esta técnica es la gran sensibilidad del almidón a la humedad (microscópico) lo que hace que deban tomarse precauciones especiales durante la transformación para evitar defectos provocados por la humedad del polímero.</p>
---	--

**Foto-degradable**

Materiales que se degradan por la acción de los rayos ultravioleta de la radiación solar de tal manera que pierden resistencia y se fragmentan en partículas diminutas. Todos los plásticos de uso comercial en envasado son fotodegradables por naturaleza misma del polímero, en mayor o menor grado. Este proceso se basa en que la energía de la luz ultravioleta procedente de la luz solar es mayor que la energía de unión de los enlaces moleculares C-C y C-H y por lo tanto rompen las cadenas moleculares reduciendo su peso molecular y propiedades mecánicas. Como ejemplo práctico tenemos que una película de polietileno común con un espesor medio se degrada completamente (se desintegra) al estar sometida continuamente a la luz solar durante los meses máxima radiación, primavera, verano y otoño. Cabe señalar que desde la década del 70 existen patentes de aditivos que agregados al polietileno aceleran la fotodegradación considerablemente, reduciendo el período de degradación a solo semanas de exposición al sol.

**Solubles en agua**

Son materiales que se solubilizan en presencia de agua, usualmente dentro de un rango específico de temperatura y luego se biodegradan mediante la acción de los microorganismos. Pueden ser de origen natural como los polisacáridos por ejemplo el almidón y la celulosa ó de origen sintético ó petroquímico como el alcohol polivinílico ó copolímeros de acrilamida con derivados del ácido acrílico. Los polímeros de origen sintético no se usan en la fabricación de envases porque no se pueden transformar por los métodos de extrusión, inyección, etc. Se utilizan como espesantes para alimentos, pinturas, tratamiento de agua, etc. Además pueden usarse como coating en la industria textil y del papel y como adhesivos

**Biodesintegrables**

Son materiales compuestos que están constituidos por una mezcla de una parte orgánica biodegradable con poliolefinas por ejemplo mezclas de almidón con Polietileno, Polipropileno y sus copolímeros, etc. Los microorganismos metabolizan y biodegradan la fracción orgánica (almidón) mientras que la fracción polimérica queda sin atacar con lo cual la fracción de poliolefina no sufre cambios importantes.

Estos materiales no son plásticos biodegradables propiamente dicho y a pesar que se conocen desde la década del 70 no son usados comercialmente. Se han producido bolsas de comercio con mezclas de Polietileno con almidón que no han tenido éxito comercial debido a que el agregado del almidón reduce significativamente todas las propiedades físico-mecánicas con lo cual se debe aumentar mucho el espesor de la bolsa con el consecuente aumento del costo. Existen empresas que venden concentrado (Masterbatch) de polímero con

**Actividad 11:** Consulte acerca de los anteriores métodos para realizar la degradación y transformación del plástico, elaborando para cada uno una representación física a manera de maqueta.

**Actividad 12:** Elabore un cuadro comparativo entre los anteriores métodos mencionados y describa lo que ocurra principalmente con la ruptura de cadenas de polímeros en cada uno de los métodos.

**MÉTODO DE BIODEGRADACIÓN**

Los métodos de ensayo determinan la biodegradabilidad total, el grado de desintegración y la eventual ecotoxicidad del material degradado. Se realiza bajo condiciones de simulación de un proceso de compostaje aeróbico intensivo. El inóculo utilizado consiste en un derivado maduro de compost estabilizado de ser posible derivado del compostaje de la fracción orgánica de la basura sólida municipal. El material de ensayo se mezcla con el inóculo en una proporción entre 5 - 10 % y se introduce en un recipiente estático donde se composta intensivamente bajo condiciones de oxígeno, temperatura y humedad óptimas durante un período de ensayo de no más de 6 meses. Este método está diseñado para simular las condiciones de compostaje aeróbico para abono de la fracción orgánica las basuras sólidas mixtas municipales. Durante la biodegradación aeróbica del material de ensayo, el dióxido de carbono, el agua, las sales minerales, y los nuevos constituyentes celulares microbianos (biomasa) son los productos finales de la biodegradación. El dióxido de

carbono generado y el oxígeno consumido se miden continuamente a intervalos regulares en recipientes de ensayo y de blanco para determinar la producción acumulada de dióxido de carbono. El porcentaje de biodegradación se mide mediante la relación entre el dióxido de carbono generado a partir del material de ensayo y la cantidad teórica máxima de dióxido de carbono que puede producirse a partir del material de ensayo. Así por ejemplo un 75% de biodegradación significa que un 75% de los átomos de carbono (C) presentes en el envase se convirtieron a dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). El método también determina la velocidad del proceso de conversión, es decir en cuánto tiempo se logra el porcentaje especificado de biodegradación. La incubación debe realizarse a una temperatura constante de aproximadamente 58 °C.

La segunda etapa del método, que es muy importante, es la medición de la desintegración es decir la descomposición física del material plástico en muchos fragmentos pequeños. Esto es fundamental para que el envase pueda ser recuperado orgánicamente, que se desintegre en el procedimiento biológico sin que se observen efectos negativos en el proceso.

Por último se deben determinar los efectos ecotóxicos que eventualmente pudiera tener el plástico biodegradable en el desarrollo de las especies vegetales. O sea los materiales biodegradables no deben afectar negativamente la capacidad del compost de germinación y crecimiento de las plantas cuando se comparan con compost de control ó municipales. Además los materiales poliméricos no deben introducir niveles inaceptables de metales pesados y/o potencialmente tóxicos para el medio ambiente. Este ensayo se lleva a cabo con dos especies de plantas superiores que se cultivan en un compost de referencia y se comparan con las cultivadas en el compost obtenido de la biodegradación del material plástico. Se compara el número de plantas que crecen ó sea el número de

germinaciones así como la velocidad de germinación y la biomasa producida en ambos sustratos. No existen efectos negativos cuando ambos ensayos dan resultados similares. Estas condiciones descritas son importantes de tener en cuenta cuando se trata de residuos plásticos biodegradables que son manejados por el sistema de gestión municipal ya que si estas condiciones no se cumplen en forma simultánea no se produce el proceso de biodegradación ni el de desintegración del envase. Es decir que si no hay un sistema de compostaje municipal para el tratamiento de la basura orgánica (restos de alimentos) no tiene sentido usar bolsas biodegradables ya que éstas no se van a degradar en tiempo y forma adecuada.

**Actividad 13:** Según la información plasmada en el texto anterior, diseñe un diagrama de flujo para explicar cómo ocurre el método de la biodegradación del plástico.

**Actividad 14:** Describa gráficamente el tipo de reacciones químicas que se presentan durante el proceso de degradación del plástico.

## 4. APLICACIÓN

**Objetivo:** Los y las estudiantes deberán modelar fenómenos experimentales, para comprender el comportamiento químico del plástico, por lo cual, se propone presentar actividades científicas desafiantes para los y las estudiantes a fin de desarrollar la observación, explicación y justificación de los fenómenos con modelos teóricos.

## LABORATORIO No. 2 SINTESIS DE UNA RESINA

Objetivo: Sintetizar en el laboratorio un polímero termoestable o resina.

### Materiales

- tubo de ensayo
- gradilla
- pipeta de 10 mL
- embudo y portaembudo
- papel filtro
- vaso de precipitado de 100 mL

### Reactivos

- agua destilada
- 1 g de urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ )
- ácido clorhídrico diluido (HCl)
- formaldehído (HCHO)

### Procedimiento (Actividad demostrativa)

1. Coloque 1 g de urea en el tubo de ensayo y luego adicione una solución de ácido clorhídrico diluido, preparada previamente.

Preparación de la solución: Mezclar 2 mL de HCl concentrado con 12 mL de agua destilada.

3. A continuación, adicionará 1 mL de formaldehído (formalina) y agitará la mezcla. Precaución: La formalina comercial, que se expende en farmacias y empresas de reactivos químicos, es una solución al 30% aproximadamente. Sus vapores son irritantes y tóxicos, por ello es necesario usar una mascarilla para no inhalar los vapores.

4. Dejará reposar el tubo durante algunos minutos y luego filtrará el precipitado blanco formado.

5. Finalmente, lavará el precipitado con abundante agua y lo dejará secar al aire.

6. Anota las características del sólido formado que

corresponde a una resina llamada urea-formaldehído.

### Análisis y aplicación

1. Escriba la ecuación química que representa la reacción.
2. Identifica si se trata de una polimerización por adición o por condensación.
3. ¿Qué propiedades podría tener este polímero? Explica basándote en su estructura.

## BENEFICIOS DE LOS MICROORGANISMOS RECICLADORES DEL PLÁSTICO

Dentro de los procesos de biodegradación de los plásticos nos centraremos en la elaboración de compost a partir del aprovechamiento de microorganismos como las bacterias del suelo para realizar así el proceso de transformación del plástico



¿Sabías qué es el compostaje?

Es la descomposición de los desechos orgánicos mediante un proceso biológico en el que intervienen numerosos y variados microorganismos para obtener productos como dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), minerales y materia orgánica estable similar al humus, la cual puedes utilizar como acondicionador de suelos, sin que provoque efectos contraproducentes



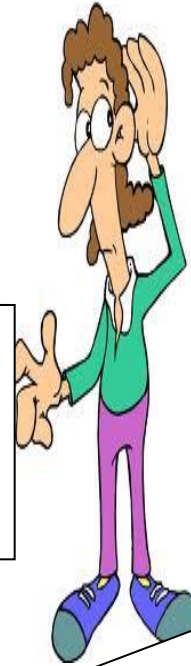
¿Cuáles son las formas de compostaje?  
El proceso de compostaje lo puedes realizar de muchas formas, por ejemplo, construyendo una fosa en el suelo, en cajones de madera o guadua o armando una pila de montón; de acuerdo con el trabajo a realizar utilizaremos el método

Este último procedimiento se debe repetir hasta alcanzar una altura de aproximadamente 80 cm, para luego enterrar los desechos plásticos y cubrir con una última capa para dejar

Para realizar el proceso de compostaje mediante fosas, necesitaremos un terreno de área regular, herramientas como picas u palas, y elaborar excavaciones de 1(un) metro de profundidad por 60 cm de diámetro. Enseguida colocaremos 20 cm de residuos de vegetales o cocina, 2 cm de

**Para recordar.....**  
En el proceso de compostaje se deben tener en cuenta las siguientes variables:  
Temperatura, que aumenta por la acción de los microorganismos hasta llegar a los 45° o más.  
Humedad, que al comienzo se muestra alta por la intensidad de la actividad microbiana (30 - 70%) y menor, a medida que avanza el mismo.  
Aireación, que es necesaria para que los microorganismos realicen su proceso.

## LAS 4 R DEL PLÁSTICO



### REUTILIZAR

Es volver un artículo o elemento después que ha sido utilizado por primera vez. Para reutilizar no se requiere que haya transformación entre el uso original y los posteriores usos.

### RECICLAR

Es el proceso mediante el cual se aprovechan y se transforman los residuos sólido recuperado para utilizarse como materia prima en la fabricación de nuevos productos.

### REDUCIR

Es prevenir, limitar y evitar la generación de desechos innecesarios.

### RESPONSABILIDAD

Es el compromiso que todos debemos asumir para cumplir las 3R y otras acciones que permitan un manejo integral de los residuos sólidos. Es la práctica más sencilla para llevar a cabo.

**Si tenemos en cuenta reducir y reutilizar los plásticos, ayudamos a conservar los recursos naturales y a disminuir los costos del manejo de residuos sólidos en los municipios.**

**ACTIVIDAD 14:** Luego de realizar la práctica del compostaje elabore un informe escrito para describir los pasos realizados y su experiencia personal durante el desarrollo de la actividad

**ACTIVIDAD 15:** Para completar el desarrollo de la unidad didáctica grafique los productos obtenidos a partir del reciclaje y la reutilización del plástico en el

## GLOSARIO

**ÁCIDOS NUCLEICOS:** Biopolímeros formados por nucleótidos; se encargan de almacenar y transcribir la información genética que define un organismo.

**AEROBIOSIS.** - Desarrollo de la actividad vital en presencia de aire.

**AEROBIO, BIA.** - Dícese de los seres vivos que necesitan el oxígeno del aire para subsistir.

**AMINOÁCIDOS:** Moléculas con un grupo amino en el carbono adyacente al grupo carboxilo.

**ÁTOMO:** es la unidad más pequeña de un elemento químico que mantiene su identidad o sus propiedades, y que no es posible dividir mediante procesos químicos.

**BIODEGRADACIÓN.** - Es el proceso por el cual una sustancia es degradada por organismos vivos (bio) a fragmentos más pequeños.

**BIOPOLÍMEROS:** Macromoléculas orgánicas que cumplen un rol biológico.

**COMPOST.** - Es el proceso por el cual se transforman residuos de materiales orgánicos (restos de comida, pasto, hojas de árbol, papel) en un abono similar al humus.

**DEGRADACIÓN.** - En el caso de los plásticos, se dice que un plástico es degradable cuando su estructura química puede sufrir cambios significativos que resultan en una pérdida de algunas propiedades.

**DEGRADACIÓN QUÍMICA.** - Se produce cuando ciertos agentes químicos actúan sobre el plástico, degradándolo. Oxidación e hidrólisis son las dos principales formas de degradación química.

**DESNATURALIZACIÓN:** Perturbación estructural de una proteína con pérdida de su función

**ENLACE QUÍMICO:** es el proceso físico responsable de las interacciones atractivas entre átomos y moléculas, y que confiere estabilidad a los compuestos químicos diatómicos y poliatómicos. La explicación de tales fuerzas atractivas es un área compleja que está descrita por las leyes de la electrodinámica cuántica

**FOTODEGRADACIÓN.** - Un plástico es fotodegradable cuando la degradación se produce como resultado de la acción de la luz natural.

**FUNCIONES ORGÁNICAS** Grupo de compuestos que tienen propiedades químicas similares debido a que poseen el mismo grupo funcional

**LITTER.** - Vocablo de origen inglés. Residuos que son arrojados a la vía pública, a las playas, a los ríos y a la naturaleza en general.

**MOLÉCULA:** partículas neutras formadas por un conjunto estable de, al menos, dos átomos enlazados covalentemente.

**MONOSACÁRIDOS:** Monómeros de los carbohidratos; contienen en su estructura los grupos hidroxilo (-OH) y carbonilo (-CO-), en forma de aldehídos (aldosas) o cetonas (cetosas).

**MONÓMERO:** unidad básica para la formación de polímeros.

**NUCLEÓTIDOS:** Monómeros de los ácidos nucleicos; constan de una base nitrogenada, una pentosa (desoxirribosa o ribosa) y un grupo fosfato.

**OXIBIÓTICO, CA.** - Dícese del microorganismo que necesita oxígeno para vivir.

**PACKAGING.** - Vocablo de origen inglés. Embalaje y envase.

**pH.** - Grado de alcalinidad/acidez de una sustancia.

**PLÁSTICO:** sustancia sintética de fácil manejo

**POLÍMERO.** - Compuesto orgánico de alto peso molecular, natural o sintético, cuya estructura puede representarse como una pequeña unidad repetida, el monómero.

**POLIMERIZACIÓN:** proceso químico de unión de monómeros para la formación de cadenas más largas de polímeros.

**REACCIÓN QUÍMICA:** es todo proceso químico en el cual dos o más sustancias (*llamadas reactantes*), por efecto de un factor energético, se transforman en otras sustancias llamadas productos. Esas sustancias pueden ser elementos o compuestos.

**RELLENO SANITARIO.** - Obra de ingeniería destinada a la disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos recolectados.

## 5. EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO AUTOEVALUACIÓN

### A. Marca con una X la respuesta correspondiente.

- Las moléculas gigantes de elevada masa molecular se llaman:
  - monómeros.
  - polímeros.
  - plásticos.
  - proteínas
- En envases plásticos aparece la sigla PEAD, que significa polietileno de:
  - alta densidad.
  - baja densidad.
  - alta elasticidad.
  - baja elasticidad
- La seda es un polímero natural y el nylon es un polímero:
  - también natural.
  - sintético.
  - biodegradable.
  - sintético biodegradable
- ¿Qué propiedad caracteriza a la goma natural y al caucho sintético?
  - Son muy rígidos.
  - Son frágiles.
  - Son muy flexibles.
  - Son muy elásticos

### B. Responde verdadero (V) o falso (F).

- Un polímero es una macromolécula formada por monómeros.  
\_\_\_\_\_
- La síntesis de polímeros ha permitido el desarrollo de materiales de alta tecnología. \_\_\_\_\_

3. Si A y B son monómeros, la estructura: A-B-A-B-A-B, representa un copolímero al azar. \_\_\_\_\_

4. El polietileno es un polímero de condensación, muy flexible.  
\_\_\_\_\_

### C. Seleccione la respuesta correcta

- ¿Cuál de las aseveraciones acerca de los polímeros sintéticos es incorrecta?
  - Están formados por muchos monómeros.
  - Son macromoléculas de elevada masa molecular.
  - Son biodegradables.
  - Sus estructuras pueden ser lineales o ramificadas.
  - Sus estructuras se basan en la de los polímeros naturales.
- El polietileno es:
  - un carbohidrato presente en las frutas.
  - un monómero de baja masa molecular.
  - un líquido de alto punto de ebullición.
  - un polímero inorgánico usado en electrónica.
  - un polímero orgánico de múltiples aplicaciones.
- La siguiente estructura:  $[-CH_2-CH_2]_n$ , corresponde al polímero llamado:
  - poliestireno.
  - poliuretano.
  - polipropileno
  - polietileno
  - policloruro de vinilo

4. Una reacción de polimerización por condensación se caracteriza por:

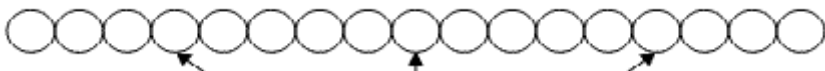
- producir radicales libres.
- formar polímeros de bajo peso molecular.
- producir carbaniones.
- eliminar moléculas de bajo peso molecular, generalmente agua.
- emplear un único monómero.

5. El siguiente símbolo se utiliza para indicar que el plástico es:



- A. resistente.
- B. reutilizable.
- C. estable a la oxidación.
- D. biodegradable.
- E. reciclable.

6. Podemos decir que este copolímero es:



- A. al azar.
- B. alternado.
- C. en bloque.
- D. injertado
- E. simétrico

7. La sigla PEAD se utiliza para identificar:

- A. un polietileno de alta densidad.
- B. un policloruro de vinilo de alta densidad.
- C. un bloque de un copolímero.
- D. el grado de descomposición que experimenta un polímero.
- E. la alta dureza de un polímero.

8. Una resina se caracteriza por:

- A. ser un material con alta elasticidad.
- B. descomponerse cuando se calienta.
- C. ser buen conductor de la electricidad.
- D. ser termoplástico.
- E. experimentar la vulcanización.

9. El proceso de vulcanización consiste en:

- A. adicionar diferentes monómeros durante la formación del polímero.
- B. la degradación de un polímero.
- C. agregar aditivos que dan flexibilidad al material polimérico.

- D. un proceso de polimerización aniónico.
- E. el entrecruzamiento de cadenas de polímeros.

10. De un polímero con cadenas ramificadas entrecruzadas es posible esperar que:

- A. posea baja resistencia.
- B. tenga un menor punto de fusión que uno de cadena lineal de la misma masa molecular.
- C. sea termoplástico.
- D. sea termoestable.
- E. sea útil para fabricar fibras.

## RECILETRAS



Busca las palabras en las líneas horizontales, verticales y diagonales dentro del recuadro. Recuerde que puede encontrar palabras en sentido contrario

**Compostaje, papel, metal, reducir, vidrio, textil, reciclar, cartón, biodegradable, pilas, lombriz, recurso, llantas, plásticos, látex, responsabilidad, reutilizar**

D	A	D	I	L	I	B	A	S	N	O	P	S	E	R
A	R	A	O	A	R	E	D	U	C	I	R	A	E	E
E	E	L	D	T	S	O	C	I	T	S	A	L	P	C
L	C	M	B	E	I	D	V	I	D	R	U	E	D	I
B	U	O	E	X	T	E	X	T	I	L	I	X	O	C
A	R	I	S	T	I	G	U	E	V	X	E	T	E	L
D	S	R	I	Z	A	N	A	X	A	S	P	J	A	A
A	O	D	T	C	O	L	M	M	S	A	A	L	E	R
R	C	I	P	T	I	T	S	A	P	T	I	P	X	O
G	A	V	R	A	C	I	T	L	S	I	E	E	L	J
E	L	A	I	N	P	N	S	O	I	P	I	L	A	S
D	C	O	M	P	A	E	P	L	A	S	T	I	R	R
O	S	X	T	L	E	M	L	Y	O	J	A	T	H	A
I	A	M	L	L	O	M	B	R	I	Z	H	J	O	O
B	Y	T	A	C	R	A	Z	I	L	I	T	U	E	R

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACOPLÁSTICOS (1999). Manual del reciclador de residuos plásticos. Asociación Colombiana de Industria Plásticas
- ANGEL, A. (1992) Perspectivas pedagógicas en la educación ambiental. Una visión interdisciplinaria. Colombia
- CARRIZOSA, J. (1992) Hacia una cultura de la sostenibilidad. Revista Diversa del Pensamiento Ambiental
- CENTRO INDUSTRIAL REGIONAL BOYACÁ. (1997). Alternativas de vida. Compostaje y Reciclaje. Sogamoso, Boyacá
- ESPIN, Guadalupe. 2007. Los plásticos y la contaminación. Revista Ciencia, Septiembre No. 30, pp 12-18
- MANUAL TÉCNICO Y PEDAGÓGICO DE RECICLAJE. (1997). Hacia una gestión integral de residuos sólidos.
- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE. (1994) Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la gestión integral de Residuos sólidos.
- MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE. (2004). Manejo integrado de residuos sólidos. Universidad de los Andes y Banco Interamericano de Desarrollo.
- OPAZO, G. Mario. (1991). Manual para el tratamiento integral de basuras, reciclaje y producción de compost. Fondo Rotatorio Editorial. Bogotá.
- QUINTANILLA, Mario, MERINO, Cristian y DAZA, Silvio (2010). Unidades didácticas en química. Editorial Grecia, julio.
- SERRANO, P. ALCOSER. (2006) Plásticos. Escuela Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador

## ANEXO. 5

### INFORME DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

#### DATOS DE IDENTIFICACION

EL RECICLAJE DEL PLÁSTICO: UNA ACCIÓN INTELIGENTE CON EL AMBIENTE

Autor: Lic. Sonia Carolina Moreno Naranjo

Ciencias Naturales – Química Ambiental, Educación Media, Grado Décimo y Undécimo  
Institución Educativa Juan de Jesús Acevedo

#### I. JUSTIFICACION DE LA UNIDAD DIDACTICA

- La problemática ambiental que se observa en la vereda de Montejo, municipio de Chinavita, sobre la contaminación con plásticos, en el suelo y el agua, es un punto de partida para el desarrollo de la unidad didáctica, que presenta el marco conceptual de los plásticos su comportamiento químico, sus clases y clasificación. Esto da paso a que el estudiante comprenda la necesidad de separar adecuadamente los tipos de plásticos resultantes de sus actividades humanas, para luego poder hacer una debida degradación del material.
- Esta unidad didáctica pretende completar el proceso de enseñanza y aprendizaje del plástico, a través del aprendizaje significativo en los estudiantes, concretizando procesos con las competencias científicas y el cuidado del ambiente para mejorar su nivel de vida.

#### II. CONTEXTUALIZACION

- La unidad didáctica fue desarrollada en el último bimestre del año escolar
- Esta unidad didáctica permite afianzar los conceptos vistos en química orgánica acerca de macromoléculas, procesos bioquímicos y reacciones químicas orgánicas.
- El grupo en el que se desarrolló el trabajo con la unidad didáctica, es el grupo de décimo y undécimo, conformado por jóvenes entre los 15 y 17 años, de estratificación socioeconómica uno (1), en una comunidad rural.
- En la institución educativa se han realizado campañas de reciclaje del plástico para la elaboración de manualidades y artículos decorativo o de uso laboral, con lo cual los estudiantes tienen una preconcepción acerca del manejo que este tipo de material puede tener en una de sus clases.

#### III. EL DISEÑO CURRICULAR DE LA UNIDAD DIDACTICA

##### a) Descripción del proceso de diseño

- La unidad didáctica fue diseñada por la Licenciada en química Sonia Carolina Moreno Naranjo, quien orienta el área de ciencias naturales en la institución, desde le grado tercero hasta el grado undécimo.

- La unidad didáctica fue diseñada durante el periodo de receso escolar de mitad de año, apuntando a proseguir con el plan de estudios asignado para cada grupo, durando esta planificación aproximadamente un mes.
- Los problemas que surgieron en la planificación fue la búsqueda de modelos para el diseño de la unidad, la búsqueda de información pertinente y confiable, el manejo del lenguaje que debía ir consignado en los textos de la unidad, el tipo de evaluación que sería aplicada.  
Para resolverlos, se hizo un filtro de información para no caer en errores conceptuales, discriminando fuentes incompletas y textos desactualizados; acerca del lenguaje se tuvo la precaución de usar la sinonimia para los términos con algún grado de dificultad en su comprensión. La evaluación se formuló teniendo en cuenta modelos tipo ICFES con preguntas de selección múltiple con única respuesta.
- Las fuentes de consulta para el diseño de la unidad, fueron otros tipos de diseños de unidades didácticas en química, libros sobre los plásticos, artículos recientes sobre los índices de contaminación por plásticos en el mundo, cartillas ilustrativas sobre reciclaje a nivel local y regional.
- La planificación partió de los objetivos propuestos para desarrollarse durante el trabajo de la unidad, teniendo en cuenta las ideas previas de los estudiantes, los nuevos conceptos que se pretenden vincular en el proceso de aprendizaje, el tipo de actividades que se proponen para desarrollar.
- Cuando se dio inicio a la planificación de la unidad, el título inicial era otro, los objetivos estaban centrados hacia sólo la parte axiológica y las actividades se pensaron como un programa guía de actividades; enseguida de la consulta se cambiaron los objetivos de la unidad y se replanteó el título más cercano a lo que la unidad pretendía.
- Las revisiones se realizaron según la percepción del trabajo que se iba realizando con los estudiantes y la capacidad de entendimiento y respuesta que se iba dando durante el desarrollo de actividades previas.

## **b) Presentación del diseño curricular de la unidad**

### **b.1. Objetivos**

- ✓ El objetivo principal era sensibilizar y capacitar al estudiante Montejano acerca de la problemática sobre el manejo de los plásticos desde la fuente en la vereda, hasta su disposición final, a partir de acciones conceptuales desde la química ambiental.
- ✓ Incentivar la aplicación de prácticas orientadas hacia la minimización de los plásticos como residuos sólidos, a partir de la conceptualización química del plástico
- ✓ Calcular el índice de residuos sólidos plásticos antes y después de la aplicación de la unidad didáctica., mediante las actividades diseñadas.
- ✓ Impulsar el reciclaje del plástico en la institución, mediante los procesos químicos identificados en la unidad, y desde la separación en fuente.

- La articulación directa de la unidad directa con el plan de estudios y el PEIR de la institución se observa mediante el proyecto ambiental en su capítulo de reciclaje de residuos sólidos.

#### b.2. Contenidos

- Los contenidos seleccionados fueron: los plásticos, los polímeros, la polimerización, las clases de plásticos y su clasificación comercial.
- La secuencia organizacional, parte de la definición del concepto, una estructuración en contexto, comportamientos químicos específicos, aplicaciones experimentales de la vida diaria, y acciones correctivas en la practica
- La relación directa con el currículo del área de ciencias naturales, se realiza en el eje de procesos biológicos y componente ambiental, teniendo en cuenta la pertinencia del contexto rural

#### b.3. Metodología

- La metodología de enseñanza se basa en la investigación acción, uniendo la teoría y la práctica, el conocimiento y la acción, y proyectándose en tres dimensiones: personal, profesional y política. Según Elliot (1993) la investigación-acción interpreta lo que ocurre desde el punto de vista de quienes actúan e interactúan en la situación problema, por ejemplo, profesores y alumnos, profesores y rector.
- El proceso de investigación – acción constituye un proceso continuo, una espiral, donde se van dando los momentos de problematización, diagnóstico, diseño de una propuesta de cambio, aplicación de la propuesta y evaluación, para luego reiniciar un nuevo circuito partiendo de una nueva problematización.
- El modelo didáctico utilizado en la unidad didáctica es la resolución de problemas en contexto, aplicado a las situaciones particulares en el aula, describiendo las problemáticas ambientales más relevantes de la institución.
- Las actividades seleccionadas fueron: búsqueda de significados, comprensión lectora, análisis de situaciones problema, relación de conceptos, situaciones experimentales de comparación.
- Los materiales seleccionados para el trabajo en la unidad se refieren a lecturas de apoyo de la temática, elaboración de guías para el trabajo de laboratorio, actividades didácticas para el complemento de las explicaciones.
- En la mayoría del desarrollo de la unidad se trabajo de forma individual y para la parte experimental se agruparon por 4 estudiantes.

#### b.4. Evaluación

- La evaluación de los estudiantes se concibe como un proceso de retroalimentación, en el que se apoya el proceso en lecturas, discusiones, análisis de situaciones problema, respuestas a cuestionamiento puntuales de la temática, uso del lenguaje científico.

- Los aspectos a evaluar son: dominio de conceptos, formación de un discurso propio frente a la temática, interpretación de fenómenos y explicación de los mismos.
- El instrumento de evaluación será una encuesta de selección múltiple con única respuesta; por otro lado, la creación de párrafos y/o textos en relación a las lecturas propuestas.
- La evaluación fue cualitativa y de forma permanente, mediante la revisión periódica de las respuestas dadas a las actividades propuestas. Para finalizar la unidad se implementó un instrumento de selección múltiple con única respuesta, para evidenciar el dominio de conceptos trabajados en la unidad.

#### b.5. Temporalización

- Las sesiones para el desarrollo de la unidad didáctica fueron de 5 semanas académicas, es decir, diez (10) horas de clase en total.

### **IV. EL DESARROLLO EN EL AULA DE LA UNIDAD**

#### **a) Descripción del proceso de desarrollo de la unidad en el aula**

Las sesiones con los estudiantes se hicieron en el salón de clase, en el laboratorio y en el campo; se iniciaron recordando el objetivo de trabajo en la unidad, la metodología que se estaba llevando a cabo y los procesos de competencias científicas que se pretendían desarrollar. Se daba paso a retroalimentar el trabajo de la sesión anterior y a dar lectura a las actividades del día. Se daba una orientación general, y luego se disponía a tender dudas de carácter individual. Antes de finalizar la sesión se hacía un recuento del trabajo del día, la evaluación podía ser oral o escrita y se revisaban las actividades desarrolladas o se recogían para posterior evaluación.

La clase se distribuía así: 10 min. Para recordar objetivos, metodología, y competencias científicas; 10 min para retroalimentación de la clase anterior; 20 min. para lectura de actividades del día, explicación general del trabajo y organización del mismo; a continuación se da paso al trabajo del día, y las orientaciones individuales que requerían los estudiantes.

El trabajo de la unidad didáctica se hizo sistemático y organizado, según el orden que se tenía propuesto desde un comienzo. Las actividades se fueron dando en grado de complejidad de menor a mayor, para afianzar los procesos de construcción del conocimiento en cada estudiante.

Según el dominio conceptual que se iba mostrando por parte de los estudiantes, se hicieron pares para adelantar a los que iban algo quedados para hacer retroalimentaciones colectivas y revisiones o correcciones pertinentes para favorecer los resultados del trabajo investigativo.

Sobre el trabajo experimental, se hicieron en grupos de 4 estudiantes por la recurrencia de materiales, y se realizaron en el salón con la directriz de la guía y la orientación de la docente.

La docente se convirtió en una asesora del tema, y acompañante de las actividades, ya que los estudiantes demostraron un alto nivel de compromiso con el trabajo, y casi que un autoaprendizaje con respecto a las actividades que se programaron en la unidad, ya que se involucraron con interés en las lecturas y demás información que le brindaba la unidad.

El trabajo en formación de valores fue enriquecedor tanto para el grupo de estudiantes como para el docente, ya que al interactuar de forma tan cercana con el estudiante, se afianzaron la responsabilidad, el respeto por el otro, la autonomía, la tolerancia, la solidaridad, y otros que fortalecieron el desarrollo de las actividades en torno al proceso de reciclaje del plástico en la institución.

#### **b) Valoración del desarrollo de la unidad en el aula**

- El trabajo realizado en el aula se ajustó al último bimestre académico, favoreciendo el desarrollo del plan de estudios programado para el curso y sin interferir en las actividades adicionales del mismo.
- En algunas ocasiones, la falta de compromiso de algunos niños demoró el desarrollo de la unidad y por tanto el proceso de aprendizaje grupal se vio truncado; sin embargo, al hablar con los jóvenes y hacerles caer en cuenta del beneficio para su propio crecimiento estudiantil, se comprometieron a adelantarse y no volver a dejar el trabajo asignado.

### **V. LA EVALUACION DE LA UNIDAD**

#### **a) La evaluación de los alumnos**

- En el proceso de evaluación de las actividades de la unidad, se evaluó el progreso en la aprehensión de los conceptos que se iban viendo de forma sistemática, a través de la comprensión de textos, análisis de situaciones en contexto, interpretación de fenómenos y argumentación de respuestas tanto orales como escritas.
- Se emplearon las herramientas del cuaderno, algunas fotos, material de exposición individual y grupal, formatos de evaluación escrita y en una ocasión un modelo de entrevista, dirigida por los mismos estudiantes.
- La evaluación se realizó periódicamente, al término de cada sección de la unidad didáctica ( , introducción a nuevos conceptos, sistematización, aplicación)

#### **b) La evaluación del proceso de elaboración de la unidad**

- El instrumento que se diseñó para recolectar las ideas previas del estudiante, arrojó los datos necesarios para reorganizar la propuesta de la unidad didáctica y encaminarla a las necesidades del estudiante. En adelante se hizo la observación del trabajo y se recolectó información a través de fotos para evidenciar los progresos del trabajo con los estudiantes.
- Los resultados obtenidos en la encuesta de ideas previas, se sistematizaron mediante la valoración en una escala de puntajes que arrojaron datos en cuanto al

manejo de conceptos propios de la temática, el manejo en físico de los plásticos en sus actividades diarias, la implementación

- ¿Cuáles son los resultados más destacados en torno a :
  - el proceso seguido en la planificación
  - el tipo de planificación escrita realizada
  - a la metodología desarrollada en clase
  - a la motivación e implicación de los alumnos en el proyecto
  - a las aportaciones profesionales de esta experiencia