

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES COMO  
ESTRATEGIA PEDAGÓGICA EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DEL COLEGIO  
DISTRITAL INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL FRANCISCO JOSÉ DE  
CALDAS**

**JESSICA PAOLA GARCÍA LOZADA**

**JENIFFER ANDREA ARIZA MELO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN  
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
BOGOTÁ D.C.**

**2016**

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE JARDINES VERTICALES COMO  
ESTRATEGIA PEDAGÓGICA EN LA EDUCACIÓN AMBIENTAL DEL COLEGIO  
DISTRITAL INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL FRANCISCO JOSÉ DE  
CALDAS**

**JESSICA PAOLA GARCIA LOZADA**

**JENIFFER ANDREA ARIZA MELO**

**Informe Final de Pasantía para optar al título de Licenciado en  
Biología**

**Directora**

**NELLY JANNETH RUIZ PACHECO**

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS  
FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN  
PROYECTO CURRICULAR DE LICENCIATURA EN BIOLOGÍA  
BOGOTÁ D.C.**

**2016**

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, por guiarme, por ofrecerme la carrera más bonita y por darme fuerza para superar los obstáculos y dificultades a lo largo de mi vida.

A mi madre, por ser el pilar fundamental de mi vida y brindarme su amor incondicional.  
*‘Eres un ejemplo maravilloso de vida, te amo vieja’*

A mi hija (o) quien está en mi vientre y fue mi gran inspiración, para levantarme con el pie derecho cada mañana y dar lo mejor de mí en cada una de las tareas asignadas.

A mi compañero de vida, por motivarme a seguir adelante pese a las adversidades que se presentan y por estar al pendiente de mí durante todo el proceso de la pasantía.

A mis profesores, Nancy Tovar, Nelly Ruiz, Marco Anaya y René Ramírez por creer en mí, por enseñarme a valorar los estudios y por instruirme y ser parte de este gran logro.

**Paola García**

En primera instancia agradezco a Dios por guiar cada uno de mis pasos y por permitirme haber sido participe de esta gran experiencia, por cada una de sus bendiciones y por este logro culminado.

A mi familia por ser un motivo para luchar contra las adversidades que se presenten, por brindarme razones para continuar y cumplir cada una de mis metas intelectuales.

A mi compañero sentimental, por su apoyo incondicional durante este proceso, por estar presente cuando requería de su ayuda en cuanto a lo relacionado con esta pasantía

A mis profesores, Nancy Tovar, Nelly Ruiz, Marco Anaya y René Ramírez por abrirnos las puertas del colegio para poder llevar a cabo nuestro trabajo, por el compromiso para con nosotras, por ayudarnos en cuanto necesitamos y por ser nuestro ejemplo y guía durante el proceso.

**Jeniffer Ariza**

## TABLA DE CONTENIDO

Introducción .....	6
1. Planteamiento del problema .....	8
1.2 Justificación .....	9
1.3 Objetivos .....	9
1.3.1 General .....	10
1.3.2 Específicos .....	10
2. Marcos de Referencia .....	10
2.1 Marco Institucional .....	11
2.1.1 Colegio Instituto Técnico Industrial (ITI) Francisco José de Caldas .....	11
2.2 Marco Legal .....	12
2.2.1 Marco normativo e institucional de la Educación ambiental .....	12
2.3 Marco Bibliográfico .....	14
2.3.1 Antecedentes de Proyectos Ambientales Escolares (PRAES) .....	14
2.3.2. PRAU - Proyectos Ambientales Universitarios .....	16
2.3.3. Antecedentes de proyectos ambientales en colegios .....	17
2.3.4. Educación ambiental y cambio climático .....	18
2.3.5 El efecto invernadero .....	19
2.3.6. Educación ambiental frente al cambio climático .....	20
2.3.7 Jardines verticales .....	21
2.3.8 Cobertura Vegetal .....	35
3. Metodología .....	43
4. Resultados .....	50
5. Análisis .....	57
6. Conclusiones .....	60
RECOMENDACIONES .....	62
<b>REFERENCIAS</b> .....	62
Anexos .....	65

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Localización Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas. Tomada de Google Maps	<b>12</b>
<b>Figura 2.</b> Representación gráfica del efecto invernadero. Tomado de: <a href="http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/guia-didactica-ed-ambiental-y-cambio-climatico.pdf">http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/guia-didactica-ed-ambiental-y-cambio-climatico.pdf</a>	<b>20</b>
<b>Figura 3.</b> Jardín vertical del botánico francés Patrick Blanc en el Museo Quai Branly, París Tomado de Hashidity. Creative Commons License	<b>22</b>
<b>Figura 4.</b> Figura 4. Utilización de geomembranas HDPE y LLDPE en el reservorio de agua potable. Tomado de: <a href="http://criarpeces.com.ar/wp-content/uploads/2014/03/Informaci%C3%B3n-de-las-geomembranas.pdf">http://criarpeces.com.ar/wp-content/uploads/2014/03/Informaci%C3%B3n-de-las-geomembranas.pdf</a>	<b>26</b>
<b>Figura 5.</b> Geotextil. De la autoría del equipo de pasantía	<b>28</b>
<b>Figura 6.</b> Riego por goteo. Tomada de: <a href="https://www.cocopot.es/blog/como-hacer-un-riego-por-goteo-mini-n2">https://www.cocopot.es/blog/como-hacer-un-riego-por-goteo-mini-n2</a>	<b>33</b>
<b>Figura 7.</b> Duranta. De la autoría del equipo de pasantía	<b>35</b>
<b>Figura 8.</b> Cineraria gris. De la autoría del equipo de pasantía	<b>37</b>
<b>Figura 9.</b> Sedum. De la autoría del equipo de pasantía	<b>38</b>
<b>Figura 10.</b> Cinta. De la autoría del equipo de pasantía	<b>39</b>
<b>Figura 11.</b> Trébol rojo. De la autoría del equipo de pasantía	<b>41</b>

## **Introducción**

Los jardines verticales fueron acuñados por primera vez por el botánico Patrick Blanc cuando realizó las primeras estructuras verticales para la Cité des Sciences de París en 1986. En el comienzo del pasado siglo XX, el ajardinamiento de fachadas fue incorporado a las propuestas surgidas del movimiento conocido como “ciudad-Jardín”, que pretendía dar un giro a las tendencias del desarrollo urbano hacia modelos más humanizados que permitieran no perder el contacto con la naturaleza en las ciudades. (Franco & Fernández, 2007). Esta nueva tendencia de jardinería se conoció y propagó en otros países debido a los numerosos beneficios que aporta a la humanidad, principalmente por el aumento de oxígeno y de fauna.

Ahora bien, teniendo en cuenta este contexto, resulta interesante reconocer que para este caso puntual de aplicación del diseño y la implementación de jardines verticales en escenarios educativos e institucionales, se evidencia una articulación de la educación como un proceso que va más allá de la enseñanza de los contenidos; pues implica dotarla de una identidad pedagógica (Moreno). Que permita trabajar en temas de conservación de forma práctica, vivencial y funcional, para este caso puntual se hace referencia a los jardines verticales, como la respuesta a una alternativa ecológica.

Complementando lo anterior, este trabajo retoma un enfoque de aprendizaje significativo, que busca generar procesos de concientización en los estudiantes acerca de la conservación ambiental. Por ello, esta pasantía realizó el diseño y la implementación de jardines verticales como estrategia pedagógica en la educación ambiental del Colegio Distrital Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, fomentando la participación de los estudiantes de grado once.

No obstante, para iniciar con este proceso, se implementó un cuestionario con los estudiantes de grado once, para indagar sus conocimientos previos frente a los jardines verticales, cambio climático y sus consecuencias. Posterior a ello, se aplicaron sesiones informativas acerca de los jardines, trabajando en la formación de estudiantes frente a la importancia ambiental, por medio de conferencias, charlas y asesorías de la realización de los jardines, profundizando en los beneficios que estos aportan.

La implementación de los jardines verticales en la institución, permitió que los estudiantes lograran conocer los beneficios que aportan los espacios verdes, entre ellos generar espacios tranquilos y de convivencia escolar, áreas libres de contaminación, que aportan a la salud de la comunidad académica y estrategias de recolección de aguas lluvias, entre otras que permitieron a los estudiantes la elaboración de cada uno de los jardines verticales.

Es importante mencionar que esta pasantía es financiada por el Distrito y el Colegio Distrital Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas y que el presente Trabajo de Grado, se encuentra estructurado por las siguientes etapas, en la primera se encuentra el planteamiento del problema, la justificación, los objetivos de la investigación y la revisión bibliográfica. Ésta etapa, tiene como fin dar a conocer el principal objetivo de la pasantía que es el diseño y la implementación de los jardines verticales, el cual se realizó debido a la cantidad de beneficios ecológicos que aportan. Por otra parte, mediante la revisión bibliográfica se obtiene información acerca de los jardines verticales, su relación con la educación ambiental, sus beneficios ante el cambio climático y el efecto invernadero.

En la segunda etapa, se encuentra la metodología, donde se exponen detalladamente las orientaciones para la implementación de los jardines y a su vez los materiales empleados. También se encuentran los resultados y los análisis, en donde se expresan las experiencias vividas durante el proceso de aplicación y se encuentran apoyados en evidencias fotográficas. Finalmente en la tercera etapa, se encuentran las conclusiones y comentarios frente al proceso adelantado en la Institución y cada una de las referencias bibliográficas que fueron empleadas a lo largo del trabajo.

## 1. Planteamiento del problema

Dentro de las dinámicas que se mueven en torno a la conservación del medio ambiente, son múltiples las acciones de respuesta que se han implementado en el mundo actual. Principalmente por la urbanización, industrialización y falta de cultura ciudadana en temas de promoción, participación y conciencia, por no garantizar la prolongación de espacios vitales para su propia existencia; Haciendo alusión a la reducción de espacios verdes y al aumento progresivo de la población humana, sin pensar en acciones concretas para la sostenibilidad.(Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008)

No obstante, dentro del contexto pedagógico es importante reconocer que la educación ambiental, es un eje dinamizador para evaluar problemas de desarrollo sostenible e incidir en la modificación de conductas sociales. En este sentido, la educación ambiental es un eje dinamizador para modificar las actitudes de las personas de manera que éstas sean capaces de evaluar los problemas de desarrollo sostenible o sustentable y abordarlos.(Naciones Unidas, 1992).

Por ende, “la educación ambiental debe generar, con urgencia, cambios en la calidad de vida y mayor conciencia en la conducta personal, así como armonía entre los seres humanos y entre éstos con otras formas de vida”. (Rengifo, Segura, & Córdoba). En consecuencia y como respuesta a los aspectos descritos, dentro de la pasantía académica que se desarrolló en el Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, se trabajó frente a la pregunta de investigación ¿Cómo generar una estrategia pedagógica encaminada a la educación ambiental y a su conservación, dentro de la institución?-

Así pues, teniendo en cuenta este escenario y la problemática descrita, se plantea el diseño y la implementación de jardines verticales, como respuesta a la pregunta problema. Donde se reconoce que la instalación de un jardín vertical promueve una conciencia institucional hacia la conservación del medio ambiente. Además, de espacios verdes y ajardinados que inciden en la reducción de contaminación sonora, aporta al oxígeno requerido por la comunidad, mejora visualmente las áreas de la institución, genera hábitos amigables con el ambiente y contribuye a la armonía y tranquilidad de los partícipes.

## **1.2 Justificación**

Durante décadas se han agudizado las diversas problemáticas ambientales en los ecosistemas como consecuencia de la contaminación a gran escala, causando una gran preocupación en los individuos que la habitamos; por ello surge la idea de implementar jardines verticales en el Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas generando conciencia a la comunidad estudiantil, específicamente a los estudiantes de grado once.

Lo anterior se ve articulado en la Política Nacional del Medio Ambiente y en ‘la Política Pública de Ecourbanismo y Construcción Sostenible; con el objeto de contar con una base conceptual y un modelo de urbanismo y construcción sostenible que sea capaz de generar alternativas políticas y técnicas, definidas desde criterios de sostenibilidad, que trasciendan a las disposiciones de los gobiernos y que se conviertan en decisiones que definan el futuro de la ciudad en términos de la calidad de vida de sus habitantes, del ambiente y en general del mejoramiento de las condiciones de su zona de influencia’. (Secretaría Distrital del Medio Ambiente, S.F).

Ahora bien, el Ministerio de Educación Nacional por su parte, respondiendo a las expectativas nacionales en materia ambiental, formula el Decreto 1743 del 3 de Agosto de 1994, en el que se establecen los lineamientos generales para la formulación de los PRAE, y se determinan como un camino viable para que las comunidades y las instituciones educativas se hagan partícipes en los procesos de mejoramiento ambiental de su localidad.

En este sentido, el inconveniente de crear zonas verdes es principalmente la disminución de espacios horizontales y por esto se innova con la tendencia de la verticalización de los jardines, beneficiando a nuestro planeta. Además, desde el punto de vista de la mitigación del cambio climático estos jardines contribuyen con mayor captación de dióxido de carbono generando oxígeno, como también, en el aprovechamiento de aguas lluvias.

Finalmente esta propuesta de pasantía busca articularse a este proceso, aportando significativamente a la calidad de vida de la comunidad académica, por medio de la construcción de jardines verticales que hasta la fecha no se habían implementado en el Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de caldas.

## **1.3 Objetivos**

- **1.3.1 General**

Realizar el diseño y la implementación de jardines verticales como estrategia pedagógica en la educación ambiental del Colegio Distrital Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, fomentando la participación de los estudiantes de grado once.

**1.3.2 Específicos**

- Realizar una revisión documental sobre jardinería vertical, para contribuir a establecer su aplicación en escenarios institucionales y promover acciones encaminadas para su uso.
- Concientizar a la comunidad académica sobre los beneficios de los jardines verticales, articulando al proceso pedagógico prácticas de pertinencia, participación y un sentido de corresponsabilidad con el medio ambiente.
- Dar a conocer a los estudiantes de grado once los elementos necesarios para la construcción de un jardín vertical como alternativa ecológica e influir en la mitigación del cambio climático.

**2. Marcos de Referencia**

En este apartado se tomarán como referentes el Marco Institucional, en donde se encuentra la ubicación geográfica y los principios del Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas. En un segundo momento se retoma en el Marco Legal, la normatividad existente frente al

tema ambiental y posteriormente se hace referencia al Marco Bibliográfico que se retoma dentro del contexto de jardines verticales.

## 2.1 Marco Institucional

- **2.1.1 Colegio Instituto Técnico Industrial (ITI) Francisco José de Caldas**

**Descripción:** Institución de educación distrital. Básica secundaria y media. Mixto. Sede1.

**Categoría:** Educación y capacitación > Colegios primaria y secundaria

**Dirección:** Carrera 68f #63b-02

**Barrio:** Bosque Popular

**Localidad:** Engativá

**Teléfono:** 240 39 00

**Correo electrónico:** [intdifranciscojose10@redp.edu.co](mailto:intdifranciscojose10@redp.edu.co) (Bogotá mi ciudad.com, 2009)

El Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, tiene como Proyecto Educativo Institucional la “Educación integral de líderes industriales”. Los jóvenes optan al título de Bachiller Técnico Industrial en: Mecánica automotriz, electricidad y electrónica, mecánica industrial, ebanistería y modelería, fundición y metalurgia, metalistería y dibujo técnico. (Educación Bogotá)

Las metas de la institución se resumen en dos pilares esenciales: seguir graduando estudiantes entregados, responsables y creativos, así como seguir consolidando cada vez más los aprendizajes tecnológicos; muestra de ello es su nueva especialidad en Mecatrónica, última resolución de aprobación que logró la institución, en concordancia con las dinámicas de cambio del sector productivo en Colombia. (Educación Bogotá). El Colegio ITI Francisco José de Caldas se encuentra rodeado de una pequeña red de áreas verdes las cuales son el parque metropolitano Simón Bolívar, el parque de los novios y el jardín botánico; por lo tanto puedo considerarse como parte de un corredor ecológico.



*Figura 1. Localización Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas sede A. Tomado de: Google Maps.*

## 2.2 Marco Legal

### Marco normativo e institucional de la Educación ambiental

En la Política Nacional de Educación Ambiental se citan varias estrategias para que ésta llegue a los diferentes ámbitos sociales, como es el caso de la Coordinación intersectorial e interinstitucional a través de los Comités Técnicos Interinstitucionales de Educación Ambiental (CIDEA); la formación de educadores ambientales a través de un trabajo interdisciplinario desde el carácter sistémico del ambiente que desarrolle el sentido de pertenencia a una nación, a una región, a una ciudad, a una localidad, a una comunidad que tienen características específicas; el diseño, implementación, apoyo y promoción de estrategias y acciones de comunicación a través de foros, diálogo de saberes y medios masivos de comunicación; la inclusión de la dimensión ambiental en la educación no formal a través de los Proyectos Ciudadanos de Educación Ambiental (PROCEDA), el fortalecimiento de las aulas ambientales y la capacitación sobre el manejo ambiental a las empresas; y la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal a través de los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE). (Torres, 1996)

Los PRAE son estrategias que, desde el aula y la institución escolar, se vinculan a la solución de la problemática ambiental particular de una localidad o región, permitiendo la generación de

espacios comunes de reflexión; desarrollando criterios de solidaridad, tolerancia, búsqueda de consenso y autonomía; y trazando el camino para la autogestión en la búsqueda de un mejoramiento de la calidad de vida, que es el propósito último de la educación ambiental. Los PRAE se convierten en una alternativa que permite integrar las diversas áreas del conocimiento con el fin de crear proyectos desde la institución escolar, con un impacto claro sobre la comunidad, y específicamente, sobre alguna problemática ambiental que se evidencie en la localidad a la cual pertenece la institución. (Torres, 1996).

La inclusión de la dimensión ambiental en el currículo de los proyectos educativos institucionales (PEI), a partir de los PRAE, debe permitir la integración de las diversas áreas del conocimiento, las diversas disciplinas y los diversos saberes; para el manejo de un universo conceptual aplicado a la resolución de problemas, debe permitir un trabajo interdisciplinario y transdisciplinario, posibilitando en la escuela, una formación permanente para el conocimiento y comprensión de la ciencia, la técnica y la tecnología desde un marco social que sea el referente de identidad del individuo y que genere un compromiso con el mismo y con su comunidad. (Torres, 1996).

El Ministerio de Educación Nacional por su parte, respondiendo a las expectativas nacionales en materia ambiental, formula el Decreto 1743 del 3 de Agosto de 1994, en el que se establecen los lineamientos generales para la formulación de los PRAE, y se determinan como un camino viable para que las comunidades y las instituciones educativas se hagan partícipes en los procesos de mejoramiento ambiental de su localidad. Por otra parte, el mencionado Decreto incluye la dimensión ambiental en el currículo como parte de uno de los cuatro proyectos transversales obligatorios para los centros educativos. (Ley General de Educación 115, 1994).

Por otro lado, el PRAE responde explícita y claramente a varios de los fines de la educación expresados en la Ley General de Educación, Ley 115/94, artículo 5, numerales 1, 2, 5, 6, 7, 8; y en particular, los numerales 9 y 10: “La adquisición de una conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del medio ambiente, de la calidad de vida, del uso racional de los

recursos, de la prevención de desastres dentro de una cultura ecológica y del riesgo y la defensa del patrimonio cultural de la nación”.(Ley General de Educación 115, 1994).

Así mismo, el Decreto 1860/94, por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 115/94 en los aspectos pedagógicos y organizativos generales, presenta en el capítulo III, numeral 6, los aspectos que debe contemplar el proyecto educativo institucional –PEI–, y se destaca entre otros, la instrucción de que el mismo contenga: “acciones pedagógicas relacionadas con la educación para el uso del tiempo libre, el aprovechamiento y conservación del ambiente y en general para los valores humanos”. En este mismo Decreto, en el capítulo V, artículo 36, sobre los proyectos pedagógicos, establece: “...es una actividad dentro del plan de estudio que de manera planificada ejercita al educando en la solución de problemas cotidianos seleccionados por tener relación directa con el entorno social, cultural, científico y tecnológico del alumno, cumple la función de correlacionar, integrar y hacer activos los conocimientos, habilidades, destrezas, actitudes y valores, logrados en el desarrollo de diversas áreas, así como de la experiencia acumulada...” (Ley General de Educación 115, 1994).

Desde la Política Nacional de Educación Ambiental, se definen los lineamientos conceptuales básicos, objetivos, criterios y principios, que se deben tener en cuenta para desarrollar las estrategias citadas anteriormente, así mismo define la importancia de la investigación como componente fundamental de la Educación Ambiental.(Ley General de Educación 115, 1994)

## **2.3 Marco Bibliográfico**

- **2.3.1 Antecedentes de Proyectos Ambientales Escolares (PRAES)**

A partir del decreto 1743 de 1994 aparece en el contexto nacional, los Proyectos Ambientales Escolares PRAES, que son propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, como la herramienta didáctica para integrar la formación ambiental a los currículos de educación formal e informal en el país; la formulación de los PRAES en las instituciones educativas permite que estas sean partícipes en la resolución de problemas ambientales del contexto en el que se desarrollan,

desde la formación de personas críticas y participativas en cuanto al ambiente a partir del dialogo de saberes y la integración curricular.(Secretaria de educación de Bogotá D.C., 2016).

Estos proyectos, de acuerdo a como están concebidos en la política, incorporarán, a las dinámicas curriculares de los establecimientos educativos, de manera transversal, problemas ambientales relacionados con los diagnósticos de sus contextos particulares, tales como, cambio climático, biodiversidad, agua, manejo de suelo, gestión del riesgo y gestión integral de residuos sólidos, entre " otros, para lo cual, desarrollarán proyectos concretos, que permitan a los niños, niñas y adolescentes, el desarrollo de competencias básicas y ciudadanas, para la toma de decisiones éticas y responsables, frente al manejo sostenible del ambiente.(Congreso de la República de Colombia, 2012).

Uno de los primeros que se produjeron en torno a los proyectos de educación ambiental, fue el presentado por la Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca (CAR) Y Fundación Alma. (1994), Proyectos Ambientales Escolares, Guía Metodológica. (Secretaria de educación de Bogotá D.C., 2016).

Más adelante Tobasura y Sepúlveda. (1997), presentan un texto mucho más complejo epistemológicamente, ya que basa sus planteamientos en la reflexión del papel que juega el hombre y la sociedad en el medio y la responsabilidad que tiene para con él. Por tanto, este libro es producto de múltiples reflexiones académicas, de talleres realizados con docentes y de la experiencia vivida por los autores en el Comité de Educación Ambiental de la Universidad de Caldas.(Secretaria de educación de Bogotá D.C., 2016).

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) (1998). Propone realizar “una vinculación de la escuela a la comunidad a partir de una interacción dinámica acorde con las necesidades actuales de las comunidades, esto con el fin de generar procesos de transformación que incidan en el desarrollo individual y comunitario de los grupos sociales”. (Secretaria de educación de Bogotá D.C., 2016).

Para el año de 1999 el Ministerio de Educación Nacional realiza una cartilla PRAES, como documento de apoyo para las instituciones educativas, dentro del marco del proyecto “Fortalecimiento de los PEI a través de los PRAES y sensibilización en educación ambiental para un liderazgo social”.(Secretaria de educación de Bogotá D.C., 2016).

Una de las propuestas más actuales a nivel de Guía Metodológica es la planteada por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, y la Universidad Libre de Colombia. Este documento integra desde la comprensión del PRAE un proyecto de investigación que responde a unas necesidades de la comunidad y que por tanto juega un papel muy importante en el desarrollo de la misma, por tanto el PRAE debe ser diseñado y elaborado con la mayor rigurosidad posible desde los marcos del método científico, y respondiendo a una línea de investigación deseada.(Secretaria de educación de Bogotá D.C., 2016).

### **2.3.2. PRAU - Proyectos Ambientales Universitarios**

Los Proyectos Ambientales Universitarios (PRAU), contemplados en la Política Nacional de Educación Ambiental en la estrategia “dimensión ambiental en la educación formal”, proponen involucrar la dimensión ambiental en el currículo de la educación superior (programas de formación inicial y de especialización de profesionales, proyecto de investigación en ambiente y en educación ambiental y servicio social obligatorio para profesionales)(Secretaria Distrital de Ambiente, 2016).

Es así que para la implementación de los Proyectos Ambientales Universitarios (PRAU) se deben involucrar dinámicas ambientales locales y distritales en los procesos de educación impartidos desde los diferentes programas académicos de las universidades.(Secretaria Distrital de Ambiente, 2016).

Al tratar el tema PRAUS, estamos abordando una propuesta para la proyección institucional, social y cultural de la Universidad Colombiana impulsada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desde la Oficina de Educación y Participación, conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional. Los PRAUS, apuntan al fortalecimiento y aplicación de las

Políticas Nacional de Educación y de Investigación Ambiental, en ese sentido, las universidades se han venido convirtiendo en centros de excelencia para la investigación y el desarrollo científico - tecnológico. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2007).

Los proyectos ambientales universitarios se conciben como iniciativas y procesos que convocan a la comunidad universitaria en torno a la solución y/o mitigación de problemas ambientales concretos bien sea en el ámbito universitario, local, regional y Nacional donde se inscribe la institución o en un contexto más amplio. Su razón de ser radica en la puesta en marcha de procesos interdisciplinarios que pongan al servicio de la comunidad y del ambiente, la oferta institucional, a la vez que fortalece a docentes, investigadores y estudiantes, en la aplicación práctica del bagaje conceptual adquirido durante el proceso formativo y práctico. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2007).

### **2.3.3. Antecedentes de proyectos ambientales en colegios**

A partir del decreto 1743 de 1994 aparece en el contexto nacional, los Proyectos Ambientales Escolares PRAES, que son propuestos por el Ministerio de Educación Nacional, como la herramienta didáctica para integrar la formación ambiental a los currículos de educación formal e informal en el país; la formulación de los PRAES en las instituciones educativas permite que estas sean partícipes en la resolución de problemas ambientales del contexto en el que se desarrollan, desde la formación de personas críticas y participativas en cuanto al ambiente a partir del diálogo de saberes y la integración curricular. (Secretaría de educación de Bogotá D.C., 2016).

Uno de los primeros que se produjeron en torno a los proyectos de educación ambiental, fue el presentado por la Corporación Autónoma Regional De Cundinamarca (CAR) Y Fundación Alma. (1994), Proyectos Ambientales Escolares, Guía Metodológica. (Secretaría de educación de Bogotá D.C., 2016).

Más adelante Tobasura y Sepúlveda. (1997), presentan un texto mucho más complejo epistemológicamente, ya que basa sus planteamientos en la reflexión del papel que juega el hombre

y la sociedad en el medio y la responsabilidad que tiene para con él. Por tanto, este libro es producto de múltiples reflexiones académicas, de talleres realizados con docentes y de la experiencia vivida por los autores en el Comité de Educación Ambiental de la Universidad de Caldas. (Secretaría de educación de Bogotá D.C., 2016).

La Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) (1998). Propone realizar “una vinculación de la escuela a la comunidad a partir de una interacción dinámica acorde con las necesidades actuales de las comunidades, esto con el fin de generar procesos de transformación que incidan en el desarrollo individual y comunitario de los grupos sociales”. (Secretaría de educación de Bogotá D.C., 2016).

Para el año de 1999 el Ministerio de Educación Nacional realiza una cartilla PRAES, como documento de apoyo para las instituciones educativas, dentro del marco del proyecto “Fortalecimiento de los PEI a través de los PRAES y sensibilización en educación ambiental para un liderazgo social”. (Secretaría de educación de Bogotá D.C., 2016).

Una de las propuestas más actuales a nivel de Guía Metodológica es la planteada por el Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis, y la Universidad Libre de Colombia. Este documento integra desde la comprensión del PRAE un proyecto de investigación que responde a unas necesidades de la comunidad y que por tanto juega un papel muy importante en el desarrollo de la misma, por tanto el PRAE debe ser diseñado y elaborado con la mayor rigurosidad posible desde los marcos del método científico, y respondiendo a una línea de investigación deseada. (Secretaría de educación de Bogotá D.C., 2016).

#### **2.3.4. Educación ambiental y cambio climático**

##### **Educación ambiental**

La educación ambiental es un proceso que reconoce valores y aclarar conceptos centrados en fomentar las actitudes, destrezas, habilidades y aptitudes necesarias para comprender y apreciar las

interrelaciones entre el ser humano, su cultura y la interrelación con la naturaleza. La educación es fundamental para adquirir conciencia, valores, técnicas y comportamientos ecológicos y éticos en consonancia con el desarrollo sostenible y que favorezcan la participación comunitaria efectiva en decisiones. La educación ambiental es un eje dinamizador para modificar las actitudes de las personas de manera que éstas sean capaces de evaluar los problemas de desarrollo sostenible o sustentable y abordarlos.(Naciones Unidas, 1992).

Cabe resaltar que en el Tratado de Educación Ambiental hacia sociedades sustentables y de responsabilidad global, debe reorientarse así como lo afirma este tratado de educación ambiental (1992:22) considera que: “La educación ambiental para una sociedad sustentable equitativa es un proceso de aprendizaje permanente, basado en el respeto de todas las formas de vida. Tal educación afirma valores y acciones que contribuyen para la transformación humana y social para la preservación ecológica. Ella estimula la formación de sociedades socialmente justas y ecológicamente equilibradas, que conservan entre sí la relación de interdependencia y diversidad. Esto requiere responsabilidad individual y colectiva a nivel local, nacional y planetario. La educación ambiental debe generar, con urgencia, cambios en la calidad de vida y mayor conciencia en la conducta personal, así como armonía entre los seres humanos y entre éstos con otras formas de vida”. (Rengifo, Segura, & Córdoba).

### **Cambio climático**

El cambio climático es un fenómeno de índole complejo, que afecta a todo el planeta, en el que intervienen muchos factores y cuyas consecuencias pueden llevar a cambios sustanciales en todos los ecosistemas. La causa más importante del cambio climático que está sufriendo el planeta en la actualidad es el aumento del efecto invernadero, producido por los llamados Gases de Efecto Invernadero (GEI) y que, actualmente, son emitidos en los procesos de producción (industrial y agrícola), transporte y consumo que conlleva este modelo de desarrollo.(Josechu, y otros, 2011).

#### **2.3.5 El efecto invernadero**

La Tierra está rodeada por una envoltura gaseosa denominada atmósfera, cuyo grosor aproximado es de 1000 Km. Ésta es imprescindible para que exista la vida en la Tierra tal y como se conoce hoy en día. Esto es así ya que la atmósfera regula la temperatura de la Tierra, impidiendo que haga demasiado frío por la noche o demasiado calor durante el día, y además impide que lleguen a la superficie terrestre las radiaciones solares más nocivas. La capa de gases de efecto invernadero (GEI), situada en una zona relativamente baja de la atmósfera, deja pasar la radiación de onda larga que emite el Sol hacia la Tierra: esta radiación alcanza la superficie terrestre, que se calienta. Este calor es emitido de nuevo hacia la atmósfera y retenido por los GEI que no lo dejan escapar directamente hacia el espacio. A este fenómeno se le denomina efecto invernadero, como se puede observar en la (Figura 2).

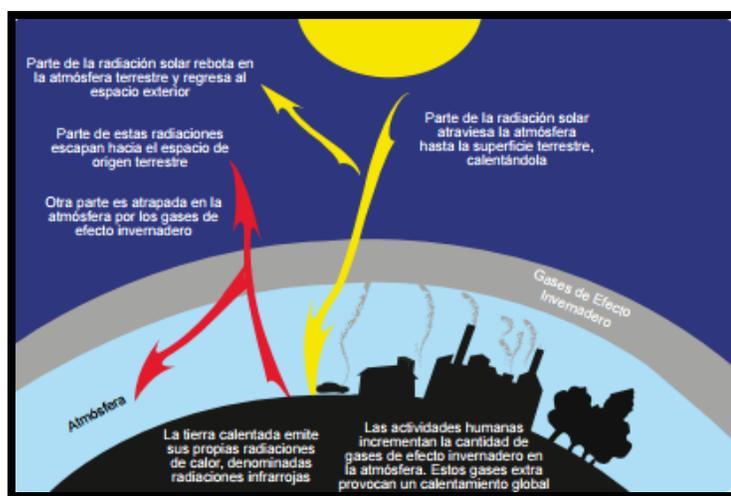


Figura 2. Representación gráfica del efecto invernadero. Tomado de: <http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/01/guia-didactica-ed-ambiental-y-cambio-climatico.pdf>

### 2.3.6. Educación ambiental frente al cambio climático

El cambio climático es el mayor reto ambiental al que se enfrenta la humanidad, tanto por la magnitud de sus consecuencias como por la influencia de éstas en todas las esferas de la vida en la Tierra. (Josechu, y otros, 2011).

La educación ambiental se convierte en una poderosa herramienta para conseguir: Desarrollar una conciencia ciudadana que permita disminuir las emisiones de gases efecto invernadero, prepararse para los futuros escenarios climáticos a los que habrá que adaptarse, propiciar un cambio del modelo de desarrollo, hacia otro más solidario y respetuoso con el medio ambiente.(Josechu, y otros, 2011).

Si la comunicación ambiental puede ser definida como el proceso de desarrollo e intercambio de mensajes entre diversos actores con el objetivo de promover la extensión de conocimientos, actitudes y comportamientos proambientales y sostenibles, la comunicación a favor del clima debe pretender el intercambio de informaciones y mensajes persuasivos al objeto de promover acciones específicas proambientales dirigidas a reducir la emisión de gases de efecto invernadero”, (Castro, 2010). Este planteamiento hay que tenerlo en cuenta también en el diseño de procesos de participación o en el desarrollo de programas de educación ambiental que, entre sus objetivos, han de incorporar como un elemento central la reducción de las emisiones de GEI, si fuera posible contabilizando las mismas de forma que esto se pueda convertir en un indicador del éxito del programa(Josechu, y otros, 2011).

### **2.3.7 Jardines verticales**

Los jardines verticales fueron acuñados por primera vez por el botánico Patrick Blanc cuando realizó las primeras estructuras verticales para la Cité des Sciences de París en 1986. La jardinería vertical constituye una nueva corriente dentro de la jardinería, que se presenta como una alternativa a los sistemas de ajardinamiento y construcción tradicionales, y que básicamente consiste en el diseño y construcción de superficies ajardinadas en un plano vertical. Sin embargo, no se trata realmente de algo nuevo. El desarrollo de vegetación sobre las edificaciones es una práctica habitual desde hace muchos siglos y en distintos lugares del planeta. Además de los conocidos tejados verdes, siempre ha sido frecuente encontrar plantas creciendo sobre las fachadas de los edificios, tanto plantadas en el suelo, como plantadas en macetas, colgando en balcones y ventanas. Resulta evidente la poderosa influencia que aún ejercen en nuestra imaginación los famosos jardines colgantes de Babilonia (600 A.C.). Los objetivos para el establecimiento de la

vegetación en las paredes de las edificaciones han sido variados: desde los estéticos, pasando por los alimentarios, hasta los medioambientales (Centre for Subtropical Design, 2004). (Franco, Pérez, Torrent, Alberto, & Fernández, 2007-2008).

A comienzos del pasado siglo XX, el ajardinamiento de fachadas fue incorporado a las propuestas surgidas del movimiento conocido como “ciudad-Jardín”, que pretendía dar un giro a las tendencias del desarrollo urbano hacia modelos más humanizados que permitieran no perder el contacto con la naturaleza en las ciudades. En nuestros días, el proyecto que sin duda ha significado un punto de inflexión y ha contribuido a popularizar la jardinería vertical es el realizado en el edificio del museo de Quai Branly en París. El edificio, diseñado por Jean Nouvel, se inauguró en 2004, y cuenta con un enorme jardín vertical como se muestra en la (Figura 2) en su fachada principal creado por el prestigioso botánico francés Patrick Blanc, autentico referente mundial de la jardinería vertical en la actualidad.(Franco, Pérez, Torrent, Alberto, & Fernández, 2007-2008).



*Figura 3. Jardín vertical del botánico francés Patrick Blanc en el Museo Quai Branly, París Tomado de Hashidity. Creative Commons License.*

Se pueden distinguir varios tipos de jardines verticales. El más tradicional es el denominado ajardinamiento o enverdecimiento de fachadas, y consiste en el recubrimiento de superficies verticales mediante el uso de plantas, normalmente plantadas en el suelo. Para poder garantizar el óptimo desarrollo de las plantas trepadoras es necesario, en ocasiones, preparar una estructura de

soporte. Otra técnica diferente, que también permite crear superficies verticales ajardinadas son los denominados muros vegetales, conocidos en inglés como Living Walls o Green Walls. Estos sistemas, de desarrollo más reciente, se diferencian del sistema clásico de cultivo de plantas trepadoras, con el que a menudo se confunden, en que las plantas crecen directamente sobre la superficie vertical, y no desde la base. Las plantas se establecen a distintos niveles y utilizando distintos sistemas de soporte. Los jardines verticales también se pueden instalar en el interior de los edificios. En este caso necesita garantizarse una iluminación y una aireación adecuada (Centre for Subtropical Design, 2004), pero los beneficios son muy notables y en muchos de los casos llegan a justificar la importante inversión y los costes de mantenimiento. (Franco, Pérez, Torrent, Alberto, & Fernández, 2007-2008).

### **Requerimientos mínimos para la implementación de un jardín vertical**

Para la instalación de un jardín vertical se deberán tener entre otras consideraciones, el tiempo de luz día, la orientación de la fachada, velocidad del viento y altura a la que se instalará, la cual determinará la implementación de la normativa para trabajo seguro en alturas. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).

Un sistema de jardín vertical deberá cumplir con las siguientes funciones básicas (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015):

- A) Estanqueidad
- B) Drenaje
- C) Capacidad de retención de agua
- D) Consistencia
- E) Nutrición
- F) Filtración

### **Componentes De Un Jardín Vertical**

Todo sistema de jardines verticales está compuesto por tres tipos de componentes, independientemente de la tecnología empleada:

- **Componentes Activos:** Son aquellos que están expuestos a un cambio constante físico - químico para cumplir sus funciones durante la vida útil del sistema. Los componentes activos son elementos biológicos o elementos que soportan la vida en el sistema: Cobertura vegetal y medio de crecimiento. (Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).
- **Componentes Estables:** Componentes inertes del jardín vertical que deben mantener estabilidad química y física para cumplir sus funciones durante la vida útil del sistema. Son aquellos elementos fabricados que cumplen determinadas funciones en el sistema: Membranas de impermeabilización, barreras anti-raíces, barreras filtrantes, medios de drenaje, elementos del sistema de irrigación etc. La durabilidad de los componentes estables depende de la capacidad de los mismos para resistir con éxito a las condiciones ambientales, la humedad y los agentes orgánicos tales como microorganismos y hongos.(Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).
- **Elementos Auxiliares:** Elementos inertes estables que cumplen funciones específicas para adaptar correctamente una sección típica de sistema de jardín vertical a la estructura de un inmueble, tales como: separación, confinamiento, protección, evacuación de agua, tránsito, riego, iluminación etc.(Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2015).

## **Materiales del jardín vertical**

- **Geomembrana**

Una Geomembrana se define como un recubrimiento, membrana o barrera de muy baja permeabilidad usada con cualquier tipo de material relacionado aplicado a la ingeniería geotécnica para controlar la migración de fluidos en cualquier proyecto, estructura o sistema realizado por el hombre. La impermeabilidad de las geomembranas es bastante alta comparada con los geotextiles o suelos, aún con los suelos arcillosos; valores normales de permeabilidad para una geomembrana medida para transmisión de agua y vapor están en un rango de  $1 \times 10^{-12}$  a  $1 \times 10^{-15}$  m/s, por esto las geomembranas son consideradas impermeables.(Portaluppi, 2014).

El término recubrimiento es aplicado cuando se utilizan como interfase entre dos suelos o como revestimiento superficial; el término barrera se emplea cuando se usan en el interior de una

masa de tierra. Para esta función se ha venido instalando geomembranas hechas de polietileno de alta densidad HDPE. Estos materiales que por su resistencia a la acción química, se pueden calificar como los más indicados en aplicaciones de recubrimiento, como por ejemplo túneles, reservorios, tanques para almacenamiento de líquidos, lagunas de oxidación, etc. Alcanzando mayor durabilidad que otros polímeros cuando se encuentran expuestos a condiciones ambientales y al ataque químico.(Portaluppi, 2014).

Igualmente existen geomembranas con características especiales; por ejemplo de alta flexibilidad para el recubrimiento de túneles; de geomembranas texturizadas para desarrollar más fricción con el suelo cuando los taludes a recubrir tienen pendientes importantes; de geomembranas con aditivos especiales para retardar la combustión en aplicaciones donde se requieran materiales de construcción con flamabilidad controlada. La calidad de las geomembranas comienzan con la selección de la resina base; estas están especialmente formuladas para cumplir las más exigentes especificaciones, se mezclan con negro de humo y aditivos antioxidantes que garantizan una larga duración; incluso en condiciones de exposición a la intemperie. (Portaluppi, 2014)

Los principales campos de aplicación, están relacionados con obras para la protección del medio ambiente, rellenos sanitarios, piscinas para tratamiento de lodos, lagunas de oxidación, recubrimiento de canales, minería, acuicultura, recubrimiento de túneles viales y tanques de almacenamiento de líquidos sean estos en tierra o en concreto. (Portaluppi, 2014).

Las geomembranas tienen las siguientes características:

- Alta durabilidad, resistentes a la mayoría de los líquidos peligrosos
- Alta resistencia química, resistente a la radiación ultravioleta (UV) y económica.(Portaluppi, 2014).

Existen dos grandes grupos en este tipo de Geosintéticos tales como:

- Geomembranas de Polietileno
- Membranas de Cloruro de Polivinilo (PVC). (Portaluppi, 2014)

- **Información de geomembranas de PVC y HDPE**

A) Geomembranas de polietileno de alta densidad HDPE y Geomembranas Ultra flexibles de polietileno liso de baja densidad lineal LLDPE, las cuales se utilizan de acuerdo a la aplicación que se requiera. Las Geomembranas de polietileno de alta densidad son aptas para recubrimiento de rellenos sanitarios, piscinas de lixiviados, recubrimiento de canales, minería, lagunas de oxidación, recubrimientos de reserva de agua como se puede observar en la (Figura 3). Por otra parte se utilizan en recubrimiento para material radioactivo o desperdicios líquidos peligrosos, recubrimientos para tanques de almacenamiento bajo tierra, recubrimiento para espejos solares.(Portaluppi, 2014)



*Figura 4. Utilización de geomembranas HDPE y LLDPE en el reservorio de agua potable. Tomado de: <http://criarpeces.com.ar/wp-content/uploads/2014/03/Informaci%C3%B3n-de-las-geomembranas.pdf>*

B) Las Geomembranas Ultra flexibles de polietileno lisa de baja densidad lineal (LLDPE) son fabricadas con resina de polietileno virgen, específicamente diseñada para la fabricación de Geomembranas flexibles. Sus características superiores tanto en elongación uniaxial como multiaxial la hacen adecuada para aplicaciones donde se esperan asentamientos diferenciales o locales en el suelo de apoyo, tales como pilas de lixiviación, cubiertas de vertederos, o cualquier aplicación donde las deformaciones fuera del plano son críticas, como es el caso de biodigestores

o encarpamientos de lagunas anaeróbicas. Importante hacer notar que el Polietileno de Baja Densidad LDPE (Low Density Polyethylene) es diferente del Polietileno Lineal de Baja Densidad LLDPE (Low Linear Density Polyethylene). Este último tiene cadenas alineadas y largas, que hacen que pueda resistir las agresiones químicas mejor y así mismo se mejora su resistencia mecánica. Las ventajas de utilizar el polietileno de alta densidad (HDPE), por sus propiedades químicas, se puede calificar como el material más apto cuando se trata de aplicaciones de recubrimiento, alcanzando mayor duración que otros polímeros cuando se encuentran expuestos a condiciones ambientales, rayos ultravioleta y ataque químico. Siendo las Geomembranas de HDPE las más utilizadas en el mundo para aplicación a la intemperie y en aplicaciones donde estén expuestas a ataques químicos como es el caso más extremo en un relleno sanitario. (Portaluppi, 2014).

- **Membranas de Cloruro de Polivinilo (PVC)**

Las membranas de PVC son fabricadas con características técnicas especiales, como por ejemplo de alta flexibilidad para el recubrimiento de túneles; membranas texturizadas para desarrollar más fricción con el suelo cuando los taludes a recubrir tienen pendientes importantes; membranas con aditivos especiales para retardar la combustión en aplicaciones en donde se requiera materiales de construcción con flamabilidad controlada.(Portaluppi, 2014).

Estos productos también pueden incluir una superficie de color blanco u otro diferente, y otras características especiales como una superficie conductiva para ser ensayada mediante prueba de chispa, permitiendo la ejecución de ensayos no destructivos sobre toda la superficie de la lámina después de su instalación(Portaluppi, 2014).

Las membranas de PVC son películas flexibles e impermeables que se fabrican bajo dos procesos cada uno con capacidad de brindar soluciones de recubrimientos en obras de ingeniería, con refuerzo textil o sin refuerzo, se han utilizado en obras como recubrimiento de piscinas, tanques y aquatanques, para almacenamiento de líquidos cubiertos o terrazas o en obras subterráneas como túneles.(Portaluppi, 2014).

- **Geotextil**

Los geotextiles como se observa en la (Figura 5) son un material textil plano, permeable y polimérico, que se emplea en contacto con suelos y otros materiales para aplicaciones geotécnicas en ingeniería civil. Los polímeros utilizados en la fabricación de geotextiles suelen ser de origen sintético debido a su mayor durabilidad frente a los naturales. Los principales son las poliamidas, poliésteres y las poliolefinas (polietileno y polipropileno). (Muñoz, Fresno, & ocejá, 2000).



*Figura 4 Geotextil Figura de la autoría del equipo de pasantía.*

## **Funciones**

Los geotextiles se caracterizan por desarrollar varias funciones simultáneas una vez colocados en el terreno. Esta propiedad les garantiza una posición ventajosa frente a otros sistemas o productos que existen en el mercado:

**Filtración:** El geotextil retiene las partículas de grano fino al fluir el agua de la capa de grano fino a la capa de grano grueso. (Muñoz, Fresno, & ocejá, 2000).

**Separación:** Separa dos capas de suelo de diferentes propiedades físicas (granulometría, plasticidad, consistencia) y así evita la mezcla de materiales.

**Drenaje:** El geotextil conduce y evacua líquidos (agua) e incluso gases en su mismo plano.  
**Refuerzo:** Aumenta la capacidad portante (resistencia al corte) del suelo y la estabilidad en la construcción. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

**Protección:** El geotextil protege a membranas y otros productos relacionados contra ataques físicos (perforaciones y desgaste). Además de estas funciones, los geotextiles presentan una serie de ventajas que son la causa del espectacular aumento del empleo de estos productos en todo el mundo a lo largo de los últimos 15 años; entre las más importantes destacan:

Facilidad de puesta en obra, son económicos, permiten ahorros de tiempos de ejecución, posibilitan soluciones medioambientales correctas, ofrecen muchas variantes y posibilidades de uso. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

- **Clasificación según la naturaleza del polímero**

Todas las fibras, filamentos y cintas que forman los geotextiles son polímeros. Estos últimos se definen como sustancias orgánicas macromoleculares de grandes pesos moleculares (10.000 g/mol). Los polímeros utilizados en la fabricación de los geotextiles son de origen sintético, es decir, producidos por vía química a partir de sustancias de bajo peso molecular. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

Cualquier polímero consta de largas cadenas moleculares, cada una de las cuales está compuesta de muchas unidades químicas idénticas. Cada unidad puede estar integrada por uno o varios monómeros, cuyo número determina la longitud de la cadena polimérica y el peso molecular resultante. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

El peso molecular puede afectar a las propiedades físicas (resistencia a la tracción y el módulo de elasticidad, resistencia al impacto y al calor así como a la durabilidad). Las propiedades físicas y mecánicas de los plásticos están también afectadas por los enlaces dentro y entre cadenas, la ramificación de la cadena y el grado de cristalinidad. La orientación de los polímeros por estiramiento mecánico para formar fibras y filamentos trae como resultado unas propiedades de tracción más altas y una durabilidad aumentada.(Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

Cuando las moléculas se vuelven más orientadas, las fibras resultan más fuertes. No se suelen utilizar polímeros naturales porque se degradan más fácilmente frente a ataques químicos que los sintéticos; además, los sintéticos se producen de forma más barata que los naturales.(Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

A los polímeros se les suele añadir algún aditivo para mejorar determinadas características. Los más utilizados, en lo referente a la fabricación de geotextiles, son los protectores de la radiación ultravioleta, debido a que los rayos UV provocan la degradación del geotextil.(Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

**Poliolefinas (polietileno y polipropileno):** Son los polímeros más utilizados en la fabricación de geotextiles, principalmente el polipropileno (PP) y el polietileno (PE). El primero es un polímero termoplástico de cadena larga. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

Se utiliza normalmente en forma isotáctica estereorregular en la que los monómeros de propileno están unidos en la modalidad de cabeza y cola y los grupos metilo están alineados en el mismo lado del núcleo del polímero.(Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

El PP tiene una estructura semicristalina que le proporciona una alta rigidez, buenas propiedades a la tracción y resistencia a los ácidos, a los álcalis y a la mayoría de disolventes.

La posibilidad de que el carbón terciario pueda reaccionar con radicales libres, obliga a añadir estabilizadores para evitar la oxidación durante la fabricación y mejorar, generalmente, la durabilidad a largo plazo, incluyendo la estabilidad a los agentes climáticos.(Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

El polietileno es uno de los polímeros orgánicos más sencillos. Se utiliza en su forma de baja densidad (PEBD), que es conocida por su excelente flexibilidad, facilidad de manipulación y buenas propiedades físicas, o como polietileno de alta densidad (PEAD), que es más rígido y resistente químicamente. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

El PE puede estabilizarse para aumentar su resistencia a los agentes climáticos. Sus características más importantes son las siguientes:

- Son fácilmente inflamables, produciendo humo negro y olor a cera.
- Poca resistencia a fluencia.
- Gran deformación en rotura. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

**Poliamidas:** Las poliamidas (PA) o nilones son termoplásticos procesables fundidos que contienen un grupo amida como parte repetitiva de la cadena. Las poliamidas ofrecen una combinación de propiedades que incluyen una alta resistencia a temperaturas elevadas, ductilidad, una buena resistencia a la abrasión y al desgaste, bajas propiedades friccionales, una baja permeabilidad a los gases e hidrocarburos y una buena resistencia química. (Muñoz, Fresno, & oceja, 2000).

Sus limitaciones incluyen una tendencia a absorber humedad, con el resultado de la producción de cambios en las propiedades mecánicas y dimensionales y una resistencia limitada a los ácidos y a los agentes climáticos. Sus características más importantes son las siguientes:

- Son hidrolizables, es decir, pierden hasta un 30% de resistencia a tracción tras permanecer en agua.
- Presentan buen comportamiento a fluencia. (Muñoz, Fresno, & ocejá, 2000).

**Poliésteres:** Son un grupo de polímeros. El tipo empleado con más frecuencia en geotextiles es el polietiléntereftalato (PET) que es un polímero de condensación de un ácido dibásico y un dialcohol. Puesto que se utiliza por debajo de la temperatura de transición vítrea (Tg), el PET ofrece buenas propiedades mecánicas, incluyendo una baja razón de deformación por fluencia y buena resistencia química a la mayoría. (Muñoz, Fresno, & ocejá, 2000).

### **Tierra con cascarilla de arroz**

La cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato más empleado para los cultivos hidropónicos en Colombia bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas o bancadas. (Calderon Felipe, 2002)

### **Sistema de riego por goteo**

El riego por goteo como se ilustra en la (Figura 6), suministra agua de manera lenta y uniforme a baja presión a través de mangueras de plástico instaladas dentro o cerca de la zona radicular de las plantas. Es una alternativa a los sistemas de riego por aspersores o surcos. (Shock & Welch, Técnicas para la Agricultura Sostenible, 2013)



*Figura 6. Riego por goteo. Tomada de: <https://www.cocopot.es/blog/como-hacer-un-riego-por-goteo-mini>.*

### **Ventajas:**

El riego por goteo puede reducir el uso de agua. Un sistema de riego por goteo bien diseñado pierde muy poca agua porque hay poco escurrimiento, evaporación o percolación profunda en suelo limoso. (Shock & Welch, Técnicas para la Agricultura Sostenible, 2013).

- Con el riego por goteo hay menos contacto del agua con el follaje, los tallos y los frutos. Por eso, las condiciones son menos favorables para el desarrollo de enfermedades en las plantas.(Shock & Welch, Técnicas para la Agricultura Sostenible, 2013).
- La aplicación de productos químicos agrícolas es más eficiente a través del riego por goteo. (Shock & Welch, Técnicas para la Agricultura Sostenible, 2013).
- Los sistemas de riego por goteo también son una buena opción donde hay altas tasas de infiltración, formación de charcos o un exceso de escurrimiento en algunas partes del campo.(Shock & Welch, Técnicas para la Agricultura Sostenible, 2013).
- La aplicación de nutrientes es más precisa con el riego por goteo. De este modo, se pueden reducir los gastos en fertilizantes y la pérdida de nitratos. Además, se puede escoger el mejor momento para fertilizar y satisfacer las necesidades de las plantas.(Shock & Welch, Técnicas para la Agricultura Sostenible, 2013).

## Cobertura vegetal

- **Duranta**

### Categorías taxonómicas

**Reino:** Plantae.

**Subreino:** Traqueobionta (plantas vasculares).

**Superdivisión:** Spermatophyta (plantas con semillas).

**División:** Magnoliophyta (plantas con flor).

**Clase:** Magnoliopsida (dicotiledóneas).

**Subclase:** Asteridae.

**Orden:** Lamiales.

**Familia:** Verbenaceae.

**Género:** Duranta.(Chavez, 2009).

La Duranta es un género de plantas que contiene 17 diferentes especies de arbusto nativo de la Florida, México, y partes de América del Sur. Las especies Montículo de Oro Duranta es nativo sólo a México y es conocido por muchos otros nombres: Pigeon Berry, Sky y Golden Flower Dew Drop para nombrar unos pocos. Golden Dew Drop es un arbusto perenne muy que también se puede cultivarse como cubierta vegetal arbustiva, con sus elegantes ramas caídos. Esta planta es un atrayente de mariposa. Pájaros del amor la semilla de color amarillo dorado del tamaño de frutos que crecen en el centro de es tubular. Flores de color lila. Es una planta fácil de cultivar que no exige mucha atención y pueden soportar condiciones climáticas difíciles. Por lo general puede crecer hasta seis pies de altura y tres metros de ancho, que los convierte en una buena cobertura vegetal una vez que alcanzan la madurez. (González et al., 2010).

- **Duranta Golden:**

Como se ilustra en la (Figura 6), estas plantas tienden a levantarse, desarrollándose poco en largueza, y tienden a tener un desarrollo columnar. Esta planta en verano toma una coloración

violeta rojo; es de la talla media y puede alcanzar los 3 m de grandeza. No mantiene las hojas en invierno. Estas plantas son arbustos. (González et al., 2010).



*Figura 7. Duranta de la autoridad del equipo de pasantía*

### **Biología y ecología**

#### **Propagación, dispersión y germinación**

Se dispersa por semillas u ocasionalmente por hijuelos.(Nash & Nee, 1984).

#### **Ciclo de vida**

Es una planta leñosa.(Nash & Nee, 1984).

#### **Fenología**

Florece a lo largo de todo el año.(Nash & Nee, 1984).

- **Cineraria**

**Nombre científico o latino:** Cineraria marítima

**Sinónimo:** Senecio cineraria

**Nombre común o vulgar:** Cineraria gris

**Origen:** Región Mediterránea.

**Familia:** Asteraceae.

**Descripción:**

Como se observa en la (Figura 8), la Cineraria presenta las siguientes características:

- Planta perenne que alcanza 1 metro de altura.
- Ramificada desde la base, indumento densamente blanco-lanoso.
- Hojas alternas, pinnatipartidas, haz glabrescente, envés densamente blanco-tomentoso, segmentos a menudo bipinnatífidos.
- Follaje gris plateado.
- Tiene el follaje muy recortado.
- Florece en verano con flores de color amarillo.
- Es interesante por sus hojas y no por sus flores.
- Existen bellos cultivares como 'Candicans', 'Diamond' o 'Silver Dust'.
- Luz: crece a pleno sol y a semisombra.
- Planta muy rústica: cualquier terreno, incluso calizo, resiste la sequía y la cercanía del mar.
- Temperaturas: resistencia al frío hasta -10°C.
- Multiplicación por esquejes antes o después de la floración. También por semillas
- **Uso:** para los bordes del jardín, borduras (setos bajos) y para macetas.
- Muy útil para rocallas y taludes, así como para formar masas plateadas muy ornamentales y contrastantes debido al color gris del follaje.(Infojardin, 2010).



*Figura 8. Cineraria de la autoría del equipo de pasantía*

- **Sedum**

El *Sedum* como se ilustra en la (Figura 8), es un género que comprende muchas especies originarias de Europa meridional, de México y también de África central consideradas *plantas suculentas*.(Elicriso, 2016).

**Categorías taxonómicas.**

**Reino:** *Plantae*

**Clado:** Angiosperme

**Clado:** Eudicotiledoni

**Orden:** *Saxifragales*

**Familia:** *Crassulaceae*

**Género:** *Sedum*.(Elicriso, 2016).

**Características generales.**

El género *Sedum* pertenece a la familia *Crassulaceae*, vasto grupo de plantas suculentas originarias de Europa meridional, de México y también de África central.(Elicriso, 2016).

Son plantas casi todas perennes y muy rústicas con un porte más bien rastrero, incluso aunque existe especie de porte erguido, arbustivo y de mata. Son plantas muy estimadas porque son muy bonitas desde un punto de vista estético, con hojas de un verde muy particular y atractivo y forman flores estrelladas de gran efecto decorativo.(Elicriso, 2016).



*Figura 9. Sedum de la autoría del equipo de pasantía*

Tanto los tallos como las hojas son carnosas y tienen la función de almacenar agua. Las hojas son opuestas y dispuestas alternativamente a lo largo del tallo y revestidas de una sustancia cerosa o de una ligera pelusa.(Elicriso, 2016).

Las flores son comúnmente en forma de estrella y de dimensiones muy diferentes pero más bien pequeñas, según la especie; en algunas especies se reúnen en inflorescencias en corimbo, en racimo o en panícula. Según la especie, florecen de marzo a septiembre.(Elicriso, 2016).

- **Cinta**

**Nombre científico:** Chlorophytum comosum.

**Nombre vulgar:** Cinta

**Familia:** Agavaceae.(guisamo).

**Descripción morfológica:**

Como se ilustra en la (Figura 9), la cinta presenta las siguientes características:

- Aspecto: Porte herbáceo
- Altura: Menos de 30cm - De 30-60cm

- Diámetro: 30 - 60 cm.
- Follaje: En roseta, perenne, hojas angostas y largas, lineal-lanceoladas y paralelinervias con borde entero de 20 –40 cm de longitud y 5 – 20 mm de ancho.
- Período de floración: Junio a Septiembre.
- Flores: Estolones que pueden alcanzar los 70/75 cm de longitud con unas pequeñas florecitas hermafroditas blancas en la punta.(guisamo).



*Figura 10. Cinta de la autoría del equipo de pasantía*

#### **Necesidades y cultivo:**

- **Exposición ideal: Plena luz, sin sol**
- T°: Aguanta heladas débiles, no inferiores a -2°C y de corta duración.

- Necesidades de agua: Riego 2 ó 3 veces a la semana en verano y 1 en invierno. Las Cintas toleran la sequía y no mueren si se olvida el riego, ya que la almacenan agua en las raíces
  - Substrato: Fértil mezclado con un poco de turba y arena
  - Poda: Eliminar hojas marchitas
  - Abonado: Abonado cada 15 días en el período de crecimiento (primavera y verano) con fertilizante líquido diluido. No es exigente en abono.
  - Trasplante: 2 veces al año.
  - Reproducción: Durante el verano lanza unos estolones que pueden alcanzar los 70/75 cm de longitud con unas pequeñas florecitas blancas en la punta, entre las que salen nuevas plántulas iguales a la planta madre. Con estos esquejes aéreos se puede reproducir fácilmente la planta.
  - Se plantan en la tierra húmeda y al cabo de unos días tendremos una planta nueva.(guisamo).
- 
- **Trébol rojo.**

### **Categorías taxonómicas.**

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Magnoliopsida

**Orden:** Fabales

**Familia:** Leguminosae

**Género:** Trifolium

**Categoría:** Plantas de pastizales xerofíticos y prados.(Asturnatura, 2016).

### **Descripción.**

Como se ilustra en la (Figura 10), el trébol rojo es una hierba perenne con tallos que miden entre 6 y 110 cm. Éstos son glabros, glabrescentes o con pelos adpresos o patentes, de hasta 1 mm de longitud. Las hojas se disponen alternamente; las estípulas también glabras o pelosas y son ovadas o lanceoladas y membranáceas; el pecíolo, ligeramente estriado, mide hasta 350 mm y es glabro o tiene pelos adpresos o patentes, éste más rara vez.(Asturnatura, 2016).



*Figura 11. Trébol rojo de la autoría del equipo de pasantía*

Las hojas son trifoliadas, con los folíolos, 50 x 30 mm, dispuestos formando un ángulo de 120°; los de las hojas basales son ovados o suborbiculares, emarginados y los de las superiores elípticos u obovados, de ápice obtuso o agudo y con el margen con un fino festoneado de dientes romos; pueden tener el haz glabro o glabrescente.(Asturnatura, 2016)

Las flores se agrupan en inflorescencias capituliformes de 17 - 40 x 16 - 33 mm, ovoides o subglobosas, terminales, cuyo involucre, cuando existe, está formado por las estípulas de las hojas superiores.

El cáliz está formado por 5 sépalos soldados formando un tubo casi zigomorfo de apariencia campanulada, de 2 – 3.6 mm, provisto de 10 nervios, peloso al menos en el dorso; tiene 5 dientes desiguales, siendo el inferior el más grande.

La corola está formada por 5 pétalos soldados en la base formando un tubo de casi 10 mm; son de color rosado o púrpura; El estandarte, de ápice hendido y de 8.6 a 16 mm, es la pieza más grande y cubre al resto.(Asturnatura, 2016).

El fruto es una legumbre sentada, incluida en el cáliz, indehiscente, provista de 1 semilla purpúrea de hasta 2 mm.(Asturnatura, 2016).

Florece todo el año, pero con mayor intensidad entre marzo y noviembre. La descripción corresponde a la subespecie pratense, la presente en toda la cornisa cantábrica.(Asturnatura, 2016).

### **Jardines verticales como alternativa ecológica**

La implementación de jardines verticales contempla múltiples beneficios, entre los cuales se puede destacar en primera instancia la captación de sustancias perjudiciales en el aire por medio de la biofiltración; se logra la fitorremediación del medio por las interacciones entre las plantas, el suelo y los microorganismos que se alimentan de los compuestos orgánicos e inorgánicos contaminantes. Lo anterior se produce por una estrategia de aprovechamiento recíproco en el cual los microorganismos aprovechan los exudados de la raíz y la planta se ve beneficiada de la capacidad de degradación de los microorganismos. Se presenta también el caso de las plantas híper-acumuladoras, las cuales muestran una gran capacidad no solamente de resistir a sustancias perjudiciales y contaminantes, sino a retenerlas y transformarlas en otras menos perjudiciales y no tóxicas. (González, 2013).

Un punto importante por tratar es la regulación térmica de los edificios, ya que la pared verde capta directamente los raios solares, logrando una variación en la temperatura de entre cinco y seis grados con respecto al exterior, lo cual -según asevera el servicio de información y noticias científicas de España (2011)- podría equivaler a una disminución en la factura por uso de aire acondicionado de hasta 5% por cada grado centígrado de menos. (González, 2013).

Otro de los beneficios del jardín vertical es que en un año por cada m<sup>2</sup> de jardín se genera el oxígeno requerido por una persona y atrapa en el lapso citado 130 gramos de polvo. Además, en una fachada de un edificio de cuatro plantas, se pueden filtrar 40 toneladas de gases nocivos, así como atrapar y procesar 15 kg de metales pesados. Simultáneamente, el aislante vegetal reduce hasta en 10 decibeles la contaminación sónica al convertirse en un obstáculo adicional ante el flujo normal del ruido ambiental. (González, 2013).

Los jardines verticales normalmente incrementan la fauna disponible, ya que potencia nuevos espacios para la polinización, la generación de mariposas y de aves; lo cual contribuye con enriquecer la belleza escénica en los espacios grises las ciudades y a mejorar el estado anímico de las personas.(González, 2013).

### **3. Metodología**

A lo largo del proceso de la pasantía se utilizó el aprendizaje significativo teniendo en cuenta los postulados del teórico norteamericano David Ausubel, quien lo define “como un tipo de aprendizaje en que un estudiante relaciona la información nueva con la que ya posee; reajustando y reconstruyendo ambas informaciones en este proceso”. Esto fue aplicado en cada uno de los espacios de aprendizaje sobre jardines verticales que se compartió con los estudiantes de grado once del Colegio ITI Francisco José de Caldas.

## **Delimitación de la población**

El proyecto se desarrolló en el Colegio Distrital Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, ubicado en la ciudad de Bogotá, D.C. Cra. 68f #63B-02 y se trabajó específicamente con estudiantes de grado once, correspondientes a los cursos (1101, 1102, 1103, 1104, 1105, 1106, 1107, 1108) donde el número de estudiantes que corresponde a mujeres y hombres es de 284 y se encontraban en la jornada de la tarde.

## **Instrumentos de recolección de información**

En un primer momento, se acude a la recopilación de datos de fuentes como lo son: libros, artículos, informes, asesoría de expertos, revistas y antecedentes frente al tema. Posteriormente, se recurre a un cuestionario (Ver apéndice C), para indagar sobre los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema de jardines verticales, cambio climático y sus consecuencias.

Luego se procede a realizar las charlas, (con el acompañamiento de diapositivas) en donde se explican los conceptos que se utilizaron en el cuestionario y se aclaran las dudas que tienen los estudiantes de grado 11° sobre el tema.

Para finalizar se aplica el proceso de implementación de los jardines verticales, en donde se explica paso a paso la construcción de los mismos.

Es así que los estudiantes de cada curso tenían una meta en común la cual era finalizar el jardín correctamente, y fueron cada uno de los grupos quienes se organizaron para terminar las labores que les correspondían, los 5 estudiantes que se encontraban presentes en la elaboración del jardín debían realizar una hilera de 13 bolsillos, luego debían romper cada una de las bolsas en donde se encontraban las plantas, y quitar la tierra de las plantas dejando libre la raíz, depositando de esta manera la tierra en un balde y las bolsas en un recipiente aparte.

Después cada bolsillo debía ser llenado con tierra más arriba de la mitad, posteriormente se introducía la planta y se finalizaba con el llenado del bolsillo, con la condición de que el bolsillo no debía quedar con muchos espacios ni tampoco podía quedar tan apretado ya que la planta necesitaba espacio para respirar.

De este modo los estudiantes exploraron sus debilidades y fortalezas, distribuyendo diversas tareas, unos tenían mayor agilidad para llenar los bolsillos a otros les rendía arreglar la planta y a otros sembrar. Finalmente todos tenían como propósito alcanzar la misma meta que era cumplir con la labor encomendada.

En cada salón se asignaron 8 grupos, puesto que cada jardín consta de 8 filas. Cada grupo debía realizar la misma labor a excepción del último grupo quien debía dejar limpios los implementos utilizados y regar el jardín.

Es importante resaltar que cada grupo siempre fue asesorado por las pasantes puesto que las plantas tenían un orden específico de siembra para cumplir con el diseño del jardín escogido con anterioridad por los estudiantes.

*‘Todas las fotos utilizadas en metodología son propias por Paola García y Jeniffer Ariza. (Bogotá. 2016). Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas’*

**1. Se realiza la observación del material (Geotextil), tomando sus respectivas medidas.**



**MEDIDAS DE LOS GEOTEXTILES**

Ancho total: 2.5 metros

Largo total: 2 metros

**MEDIDAS DE LOS BOLSILLOS:**

Ancho: 18 cm

Largo: 19 cm

Cavidad: 12 cm

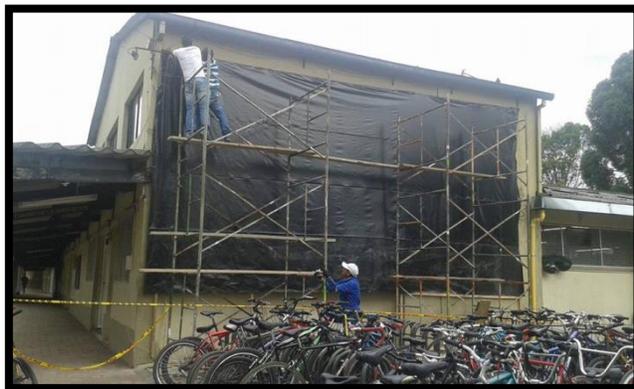
Totalidad de bolsillos: 104



**2. En esta foto se evidencia el inicio de la construcción del jardín vertical, en donde se toman las medidas correspondientes al muro que se va a emplear.**



**3. Luego de tomar las medidas al muro se procede a continuar con la ubicación de los palos de madera, los cuales darán soporte para instalar la geomembrana (barrera impermeable) y posteriormente las los geotextiles con sus plantas.**



**4. En la siguiente foto se expone la instalación de la geomembrana de polietileno (se utilizan como barrera impermeable) utilizada para que el agua que se empleara para el jardín vertical no tenga contacto con la pared, si no se utiliza podría causar daños grandes de humedad en la zona o pared utilizada.**



**5. Se procede a unir los geotextiles con un hilo especial denominado cáñamo (Fibra textil que se obtiene del tallo de esta planta y se usa para hacer cuerdas y otros objetos.)**



**6. En la siguiente foto se muestra la instalación de los geotextiles ubicadas encima de la geomembrana. También se utiliza una cosedora de gran calibre para asegurarlas bien y no tener inconvenientes a futuro con su peso.**

Luego de que se ubican los geotextiles en el muro, se agregó la tierra con cascarilla de arroz (es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico) a cada uno de los bolsillos, y se realizó la instalación de las plantas estratégicamente con el fin de crear un diseño en forma de rombo. Es importante aclarar que elegir las plantas adecuadas es imprescindible para garantizar el éxito del jardín vertical.



### 7. Plantas utilizadas en el jardín vertical:

*Duranta*

*Cineraria marítima*

*Sedum*

Cinta – *Chlorophytum comosum*

Trébol rojo - *Trifolium pratense*



Instalación de las letras que plasman el nombre del colegio.

El sistema constructivo de jardines verticales que se seleccionó es el de los geotextiles, el cual presenta ventajas tales como ligereza, facilidad de sustitución de riego, facilidad de sustitución de planta y del sustrato. (Urbanarbolismo).

Y por último la instalación del sistema de riego por goteo el cual consistía en una canaleta la cual recibe el agua lluvia, una bomba la cual purifica el agua lluvia y la impulsa a irse por una manguera que tiene orificios cada 20 cm para distribuir mejor el agua a las plantas. Permitiendo de esta manera realizarse un proceso de optimización de agua. “Un sistema de riego por goteo bien diseñado pierde muy poca agua porque hay poco escurrimiento, evaporación o percolación profunda en suelo limoso. Con el riego por goteo hay menos contacto del agua con el follaje, los tallos y los frutos. Por eso, las condiciones son menos favorables para el desarrollo de enfermedades en las plantas. Con un buen programa de riego que cubre las necesidades de las plantas, es posible aumentar el rendimiento y la calidad de la cosecha” (Shock & Welch, El riego por goteo: Una introducción, 2913).

#### 4. Resultados

*‘Todas las fotos utilizadas en resultados son propias por Paola García y Jeniffer Ariza. (Bogotá. 2016). Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas’*

La educación ambiental actúa principalmente en las instituciones educativas, actuando como eje transversal para que estudiantes, docentes y funcionarios de dichas instituciones, aprendan a vincular sus funciones con la conservación y protección del ambiente. Por ende, es importante participar activamente en las actividades propuestas y promovidas por los colegios.

Cumpliendo con los objetivos propuestos en este proyecto tenemos como primer resultado que si es posible realizar actividades ambientales en instituciones y que además se pueden cumplir a cabalidad si se cuenta con el apoyo de la comunidad educativa. En este caso, las directivas del Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas se interesan mucho por cumplir cada uno de los proyectos que se proponen; Es importante aclarar que se hizo una revisión de documentación profunda con el fin de tener conocimientos acerca de la temática ambiental y de los jardines verticales para enriquecer las ideas previas de los estudiantes.

A continuación, se muestra el jardín vertical principal, el cual está ubicado en la entrada de la Ac 63, Bogotá, utilizándose 674 plantas. Y 106 bolsillos fueron utilizados para la instalación de las letras.



ESPECIES DE PLANTAS	CANTIDAD
Sedum	126
Duranta	193
Cineraria	168
Cinta	102
Trébol rojo	85
<b>TOTAL</b>	<b>674</b>

*Tabla 1. Especies de plantas utilizadas en el jardín vertical principal*

Más allá de la educación tradicional, es decir, del simple hecho de impartir un conocimiento, la educación ambiental relaciona al hombre con su medio ambiente, con su entorno y, busca un cambio de actitud, una toma de conciencia sobre la importancia de conservar para el futuro y mejorar nuestra calidad de vida.(Cristian Frers)

Por otro lado se cumple con el segundo objetivo del proyecto en donde se concientiza la comunidad educativa con la implementación de charlas, videos y sesiones de información, en donde no solo se realiza el jardín vertical propuesto, sino que, además, los estudiantes de grado once, muestran interés en crear otros con el fin de camuflar las paredes grisáceas y sin vida de la institución,

diseñando por cuenta propia el jardín vertical que desean por cada curso y participando activamente en la construcción de los mismos.

Esta etapa del proyecto fue realizada con mucho empeño y fue posible lograrla gracias a la colaboración de la docente Nancy Tovar y el docente Marco Anaya, quienes dirigen los grados once.



La primera foto muestra a los estudiantes de grado 11°, realizando el cuestionario (Ver apéndice C) elaborado y analizado por las estudiantes de Licenciatura en Biología de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Paola García y Jeniffer Ariza; luego en la segunda foto se muestra la evidencia de las conferencias, dirigidas a los estudiantes de grado 11°, en donde se tuvo en cuenta conceptos como educación ambiental, cambio climático, efecto invernadero, requerimientos, componentes, sustratos, construcción y beneficios de un jardín vertical; los cuales fueron propuestos en el cuestionario de aplicación.

A continuación se muestra los resultados de los jardines realizados por los estudiantes de grado 11° del Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas y se anexa una tabla con las especies de plantas utilizadas y la cantidad de cada una de ellas.

1101



1102



1103



1104



1105



1106



1107



1108



	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108
Cineraria	7	8	5	-	54	10	36	26
Duranta	28	24	26	23	6	24	13	12
Cinta	-	-	-	13	-	-	13	-
Sedum	-	-	-	37	12	-	11	31

Granizo	25	28	30	31	32	30	31	35
Gusanillo	44	44	43	-	-	40	-	-
Total	104	104	104	104	104	104	104	104

Tabla 2: Especies de plantas usadas en los jardines verticales por cada uno de los cursos y su cantidad.

Se evidencia que el ejercicio del jardín vertical llamo la atención de la comunidad académica, pues se solicitó al grupo de pasantía realizar una jornada de enseñanza a los grados menores (7° y 9°) sobre la importancia de estos y sus beneficios. Cabe resaltar que este proceso se adelantó en la semana técnica, correspondiente a las fechas 24, 25, 26, 27 y 28 de octubre; Se utilizó materiales como poster, videos y la muestra de un jardín vertical con botellas Pet, con el fin de incentivarlos a que lo implementaran en sus casas y motivarlos a valorar los beneficios que estos tienen para contribuir al mejoramiento de los espacios y medio ambiente de nuestro planeta.



Poster y charlas de la semana técnica

Como último resultado se cumple con el tercer objetivo que corresponde a dar a conocer a los estudiantes de grado once los elementos necesarios para la construcción de un jardín vertical como alternativa ecológica e influir en la mitigación del cambio climático.

En la siguiente imagen se muestra el muro donde se implementan los jardines verticales de los estudiantes de grado 11°.



A continuación, se observa a los estudiantes de grado 11° implementando sus jardines, con los elementos necesarios y la instrucción de las docentes en formación Paola García y Jeniffer Ariza.



## 5. Análisis

### **Valorando la experiencia que tiene el aprendiz en su mente.**

Se realizó satisfactoriamente la encuesta a todos los estudiantes de grado once, en donde, se obtuvo los conocimientos previos acerca de los jardines verticales, y otras temáticas encaminadas a la educación ambiental.

*“El primer elemento que dinamiza un proceso de aprendizaje son los conocimientos previos del alumno, en consecuencia el docente debe implementar las estrategias que permitan engarzar el conocimiento nuevo con el conocimiento previo. En este sentido Ausubel afirma “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría éste: el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese en consecuencia”*(García, 2010).

En consecuencia a lo anterior, se implementó el cuestionario antes de iniciar la fase teórica en donde se obtuvo las ideas previas de cada uno de los estudiantes, encontrándose a su vez conceptos casi correctos y otros de acercamiento a las temáticas de educación ambiental, cambio climático y jardines verticales; es importante aclarar que sobre cada una de estas concepciones se inició el proceso de aprendizaje significativo, realizando de esta manera las charlas informativas en donde la participación de los estudiantes y de las docentes en formación fueron el pilar para construir un conocimiento científico a partir del conocimiento ya existente.

Para generar ese conocimiento se incorporó la fase práctica. *Para Roger Schank quien es uno de los grandes exponentes de la filosofía o teoría del “**Learning by Doing**” que se traduce como “aprender a través de la práctica” o “aprender haciendo”. Se trata, en definitiva, de perfilar los valores asociados al esfuerzo y la implicación, al trabajo en equipo, a la concentración en el desarrollo de tareas más prácticas, al hecho de fijarse metas y buscar la forma de conseguir resultados, a dar autonomía a los alumnos y propiciar la investigación y la curiosidad, la reflexión y la posterior puesta en práctica.*(Schank, 2013).

### **Sensibilización ecológica: Una mirada sobre los sentimientos de la comunidad participe.**

De esta manera el estudiante relaciona los conocimientos previos con los conocimientos adquiridos en dicha fase teórica. Posteriormente, se llevó a cabo la fase de trabajo de campo en donde se

implementó en primera instancia el jardín vertical del colegio, que sirvió como guía para que los estudiantes tuvieran un acercamiento al proyecto fuera del aula; A lo largo del proceso de elaboración de este jardín vertical a los estudiantes se les fue informando paso por paso sobre como era su elaboración, la participación de la profesora Nancy Tovar y de las docentes en formación, motivo a los estudiantes a realizar un jardín por cada once (8) y, además, se realizó el acompañamiento y asesoría para cumplir con éxito el diseño y la implementación de cada uno de los jardines verticales.

No obstante, los estudiantes de grado once lograron adquirir valores naturales, sociales y culturales gracias a la toma de conciencia que logramos transmitir en el transcurso del proyecto, generando así, un gran futuro a las generaciones venideras.

Un factor importante que mostro la motivación de los estudiantes fue la realización de un proyecto fuera del aula. ‘Los jóvenes siempre reclaman por incorporar actividades estimulantes y prácticas en su formación y aprendizaje que les saquen de la agónica rutina del día a día en el colegio o instituto’. (Schank, 2013).

Por otra parte es necesario mencionar el trabajo en equipo debido a que fue mediante este que los estudiantes lograron finalizar el jardín.

*La Secretaría de Educación del Distrito precisa que esta competencia consiste en “Trabajar en coordinación con otros según acuerdos y metas establecidas para lograr un objetivo compartido” (2004, pg. 37); al mismo tiempo dice que lograr trabajar en equipo implica: Un esfuerzo de concertación para llegar a metas comunes, formas de trabajo y mecanismos para regular el comportamiento. Trabajar en equipo no es estar reunidos en un espacio, en un mismo momento; es compartir ideales, formas de trabajo e intereses, es contar con un propósito común al que cada uno aporta, identificar las fortalezas y debilidades del conjunto y no sólo de las partes y buscar mecanismos para mejorar continuamente la dinámica que se da entre las personas que lo conforman.* (Jara, 2005)

Es así que los estudiantes de cada curso tenían una meta en común la cual era finalizar el jardín correctamente, y fueron cada uno de los grupos quienes se organizaron para terminar las labores que les correspondían.

### **Las plantas: el futuro de la vida.**

Por otro lado las plantas que se utilizaron en los jardines verticales fueron seleccionadas en primera instancia por su facilidad para tolerar el estrés hídrico y cambios climáticos, entre ellas destacamos Sedum, Gusanillo, Granizo, Durante, Trébol rojo. Las cuales mostraron una gran resistencia a los cambios ambientales (sequias, precipitaciones).

La Cinta y la Cineraria no lograron tener la resistencia necesaria para enfrentarse a los cambios ambientales, encontrándose hallazgos de que en las sequias la Cinta presenta hojas estrechas y arrugadas, afectando la belleza del jardín vertical. ‘Aunque la falta de riego, no permite que la planta muera repentinamente ya que por sus raíces tuberosas son capaces de almacenar agua y aguantar sequias’. (Hector Hernandez Zapata, 2008)

En contraste a lo anterior la Cineraria tiene sus hojas y tallos aterciopelados es usada como planta ornamental para romper la monotonía del verde en bordes del jardín, en setos bajos y para macetas, más por el color de sus hojas que por sus flores. (Cineraria maritima, 2011). Aunque esta planta es muy bonita a la vista de las personas, se pudo observar que después de algunos días la planta sufrió un estrés generado por condiciones climáticas. Es una planta que vive mucho mejor en interiores, dado que necesita de temperaturas de entre 15 y 20°C, y se deteriora cuando sufre climas por debajo de 10°C.

Para finalizar es importante mencionar que los jardines verticales generan beneficios ecosistémicos de forma directa mediante la producción de alimento y lugar de polinización para los insectos, por otra parte contribuye en la regulación del ciclo de agua evitando inundaciones. Además, generan beneficios ecosistémicos indirectos como el proceso de fotosíntesis y la neutralización de contaminantes.

## 6. Conclusiones

A lo largo del desarrollo del proyecto de pasantía y su finalización, se presentan las siguientes conclusiones que dan cuenta del alcance de los objetivos propuestos:

- El poder trabajar con los estudiantes fuera del aula conlleva a otras metodologías de trabajo distintas a las clases magistrales. Es aquí donde los estudiantes se ven en la necesidad de cooperar en muchas actividades, de mantener un lenguaje adecuado, de esforzarse por una meta final y de adquirir responsabilidades y hábitos de trabajo.
- La revisión de documentación bibliográfica sobre los jardines verticales, educación ambiental y cambio climático, se hizo necesaria, ya que permitió adquirir conocimientos que afianzaron el proceso de implementación de los jardines verticales.
- El diagnóstico realizado a los estudiantes sobre las ideas previas que tenían acerca de los jardines verticales antes de la fase teórica, se hace necesaria para tener en cuenta dichos conocimientos en el momento de realizar las actividades programadas.
- Al implementar el diseño del jardín vertical que había sido elaborado teniendo en cuenta los requerimientos mínimos para garantizar la longevidad de estos, se pudo observar que dos de las plantas seleccionadas para que hicieran parte del jardín, presentaron características de baja tolerancia a las condiciones climáticas.
- La actividad ha sido muy satisfactoria tanto para los estudiantes que han participado en la misma como para el grupo de docentes que nos hemos involucrado en el proyecto, resaltando que la enseñanza basada en proyectos colaborativos es una metodología docente muy potente que, cuando se orienta hacia proyectos sobre temas innovadores, logra un alto nivel de motivación e implicación por parte de la comunidad educativa.

## **RECOMENDACIONES**

### **Al colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas:**

- Que los docentes del Colegio Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas, implementen durante cada año lectivo, el proceso de diseñar más jardines verticales, para que los estudiantes fortalezcan sus aprendizajes y logren enverdecer las zonas faltantes de la institución.
- Que los estudiantes del Colegio Técnico Industrial Francisco José de Caldas, estén al pendiente de los jardines verticales, de modo que se conserven limpios, sin plagas y sin maleza.

### **A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas:**

- Seguir ofreciendo oportunidades que unifiquen el campo de la docencia y de la biología, en todas las instituciones del país, por medio del proceso de pasantía.

## REFERENCIAS

Ley General de Educación 115. (1994).

*Bogotá mi ciudad.com.* (2009). Recuperado el 20 de octubre de 2016, de <http://www.bogotami ciudad.com/Directorio/Detalles.aspx?BMC=129936>

*Infojardin.* (25 de Octubre de 2010). Obtenido de Cineraria gris: <http://fichas.infojardin.com/perennes- anuales/cineraria-maritima-senecio-cineraria-gris.htm>

*Cineraria maritima.* (2 de noviembre de 2011). Obtenido de [http://foroplantas.facilissimo.com/foros/plantas-y-flores/ficha-de-la-cineraria-maritima\\_718624.html](http://foroplantas.facilissimo.com/foros/plantas-y-flores/ficha-de-la-cineraria-maritima_718624.html)

*Asturnatura.* (17 de Enero de 2016). Recuperado el 25 de Octubre de 2016, de *Trifolium pratense* L: <http://www.asturnatura.com/especie/trifolium-pratense.html>

*Elicriso.* (2016). Recuperado el 25 de octubre de 2016, de *Cómo cultivar y cuidar plantas:* [http://www.elicriso.it/es/como\\_cultivar/sedum/](http://www.elicriso.it/es/como_cultivar/sedum/)

Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (Mayo de 2015). techos verdes y jardines verticales. Bogotá.

*Atlas Atlas de las Plantas de la Medicina Tradicional Mexicana .* (s.f.). Obtenido de <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/monografia.php?l=3&t=&id=7660>

Ausel, N. (1983). *Psicología Educativa*:. México: TRILLAS México.

Calderon Felipe. (2002). *LA CASCARILLA DE ARROZ "CAOLINIZADA"; UNA ALTERNATIVA PARA MEJORAR LA RETENCION DE HUMEDAD COMO SUSTRATO PARA CULTIVOS HIDROPONICOS.* Bogota D.C.

Congreso de la República de Colombia. (05 de Julio de 2012). Ley 1549. Bogotá.

Cristian Frers. (2010). *¿Como generar educacion ambiental?* Argentina.

Chavez, S. (2009). *Verbenaceae.* Recuperado el octubre de 2016, de <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/verbenaceae/duranta-erecta/fichas/ficha.htm#5>. Biología y ecología

*ecotelhado.* (s.f.). Recuperado el 23 de 05 de 2016, de <http://ecotelhado.com.co/plantas-que-se-pueden-utilizar-en-jardines-verticales/>

*Educación Bogotá.* (s.f.). Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de [http://www.educacionbogota.edu.co/es/?option=com\\_content&view=article&id=1942:el-](http://www.educacionbogota.edu.co/es/?option=com_content&view=article&id=1942:el-)

instituto-tecnico-industrial-francisco-jose-de-caldas-celebra-sus-bodas-de-diamante&catid=49&Itemid=280

*El trébol rojo.* (s.f.). Obtenido de <http://www.iso flavones.info/es/trebol-rojo.php>

*Ficha del Sedum.* (s.f.). Obtenido de [http://plantas.facilísimo.com/blogs/plantas/ficha-del-sedum\\_812748.html](http://plantas.facilísimo.com/blogs/plantas/ficha-del-sedum_812748.html)

Franco, A., Pérez, L., Torrent, P., Alberto, & Fernández, R. (2007-2008). *Proyecto de Jardinería Vertical: una experiencia de formación multidisciplinar en la Universidad de Sevilla.*

García, C. A. (22 de Agosto de 2010). *Aprendizaje significativo. Importancia de los conocimientos previos de los estudiantes.* Obtenido de <https://maestrociro.wordpress.com/2010/08/22/el-aprendizaje-significativo-importancia-de-los-conocimientos-previos-de-los-estudiantes/>

González, C., Osorio, C., Arzayus, M., Delgado, L., Giraldo, N., & Villafañe, K. (17 de marzo de 2010). *Herbario virtual colegio comfandi buga.* Obtenido de <http://herbario-camila-colegiocomfandibuga.blogspot.com.co/2010/03/duranta-duranta-gold-la-duranta-es-un.html>

González, D. (2013). Jardines verticales como alternativa ecológica. *CEGESTI.*

guisamo, C. d. (s.f.). Recuperado el 25 de octubre de 2016, de Composiciones florales y con plantas: [http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/images/formacion\\_regrada/fichas\\_plantas\\_interior/Chlorophytum%20comosum%20variegata.pdf](http://www.cfeaguisamo.org/webcfea/images/formacion_regrada/fichas_plantas_interior/Chlorophytum%20comosum%20variegata.pdf)

Hector Hernández Zapata. (2008). *Conoce las plantas.* Obtenido de <http://maringatova.blogspot.com.co/2009/07/cinta-chlorophytum-comosum.html>

Jara, N. E. (30 de Agosto de 2005). *El aula como escenario para trabajar en equipo.* Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/aula-como-escenario-para-trabajar-en-equipo/>

Josechu, T., Aceña, P., Campo, T., Perejón, A., Lera, G., Solís, J., y otros. (2011). *Educación ambiental y cambio climático.* Consejería de medio ambiente y junta de Andalucía.

*La cineraria, flores para el invierno.* (s.f.). Obtenido de <http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/jardin/2007/08/28/166396.php>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (24 de junio de 2007). PROYECTOS AMBIENTALES UNIVERSITARIOS - PRAUS. LINEAMIENTOS TEÓRICOS.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2008). *Política de gestión ambiental urbana.* Bogotá D.C.

Moreno, E. A. (2016). *¿EDUCACION AMBIENTAL O PEDAGOGÍA AMBIENTAL?* Recuperado el 10 de 2016, de [http://www.pedagogica.edu.co/storage/ps/articulos/peda07\\_06arti.pdf](http://www.pedagogica.edu.co/storage/ps/articulos/peda07_06arti.pdf)

Muñoz, F. B., Fresno, D. C., & Oveja, M. G. (2000). Definición, función y clasificación de los geotextiles. *Arte y cemento*, 122-128.

- Naciones Unidas. (1992). Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo .  
Río de Janeiro.
- (1984). Flora de Veracruz. En D. L. Nash, & M. Nee. México.
- Plantas, jardinería y paisajismo.* (s.f.). Obtenido de plantas.lapipadelindio.com:  
<http://plantas.lapipadelindio.com/plantas-interior/planta-cinta>
- Portaluppi, L. (2014). *Información de geomembranas DE PVC y HDPE*. Recuperado el 20 de Octubre de 2016, de <http://criarpeces.com.ar/wp-content/uploads/2014/03/Informaci%C3%B3n-de-las-geomembranas.pdf>
- Rengifo, B., Segura, L., & Córdoba, F. (s.f.). LA EDUCACION AMBIENTAL UNA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA QUE CONTRIBUYE A LA SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA. 4.
- Schank, R. (30 de junio de 2013). Obtenido de <http://eduskopia.com/la-importancia-de-aprender-haciendo-parte-1/>
- Secretaria de educación de Bogotá D.C. (07 de Mayo de 2016). Obtenido de [http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/col\\_privados/praes/antecedentes.pdf](http://www.redacademica.edu.co/archivos/redacademica/colegios/col_privados/praes/antecedentes.pdf)
- Secretaria Distrital de Ambiente. (05 de 2016). *Observatorio ambiental de Bogotá*. Obtenido de Observatorio ambiental de Bogotá: <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/educacion-ambiental/educacion-ambiental-por-territorios/instrumentos-y-estrategias-de-politicas/prau-proyectos-ambientales-universitarios>
- Secretaria Distrital del Medio Ambiente. (S.F). *Política Publica de Ecourbanismo y Construccion Sostenible*. Bogotá D.C.
- Shock, C., & Welch, T. (2013). *Técnicas para la Agricultura Sostenible*.
- Shock, C., & Welch, T. (Marzo de 2013). *El riego por goteo: Una introducción*. Obtenido de <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/37462/em8782-S.pdf>
- Tordecilla, G. (7 de Abril de 2015). *La duranta planta Ornamental*. Obtenido de <http://ladurantaklge.blogspot.com.co/>
- Torres, M. (1996). *La dimensión ambiental: Un reto para la educación*. Bogotá.
- Urbanarbolismo.* (s.f.). Recuperado el 23 de 05 de 2016, de <http://www.urbanarbolismo.es/blog/comparativa-entre-sistemas-constructivos-de-jardines-verticales/>

## Anexos



**COLEGIO DISTRITAL  
INSTITUTO TÉCNICO INDUSTRIAL FRANCISCO  
JOSÉ DE CALDAS**  
**Paola García<sup>1</sup>, Andrea Ariza<sup>2</sup>**  
**APRENDER - HACIENDO**



Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_ Curso: \_\_\_\_\_

### Fundamentación:

Este proyecto ofrece oportunidades de proteger y conservar el medio ambiente, promoviendo así la responsabilidad de su cuidado. Se realizará con estudiantes del grado 11<sup>a</sup> del Colegio Distrital Instituto Técnico Industrial Francisco José de Caldas (Jornada tarde) mediante la implementación de jardines verticales.

### Objetivos:

- Adquirir valores, compromiso y perseverancia a través de los jardines verticales que se instalarán en la Institución.
- Respetar y cuidar el medio ambiente.
- Valorar la vida más allá de la propia.

### Preguntas:

1. ¿Qué es la educación ambiental?

---



---



---



---

2. ¿Qué entiende usted por cambio y climático?

---

---

---

3. ¿Cómo cree usted que afecta el calentamiento mundial o el cambio climático la flora y la fauna?

---

---

---

4. ¿Qué entiende usted por Jardín vertical?

---

---

---

5. ¿Cómo cree que ayuda un jardín vertical a disminuir los problemas ambientales?

---

---

---

6. ¿Cómo interpreta la siguiente ilustración?



---

---

---

---

---

---

---

---

---

---