



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS

**LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD PARA
GRADO OCTAVO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
DISTRITAL LOS PINOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, UNA
UNIDAD DIDÁCTICA**

Andrés Fernando Herrera Guzmán

**Universidad Nacional de Colombia
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2011**

**LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD PARA
GRADO OCTAVO DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
DISTRITAL LOS PINOS DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ, UNA
UNIDAD DIDÁCTICA**

Andrés Fernando Herrera Guzmán

Trabajo Final presentado como requisito para optar al título de:

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:

Doctora, María del Rosario Rojas Robles

**Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales
Bogotá, Colombia
2011**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Dedico este trabajo a mi esposa Mónica Valencia y a mi hijo Juan Sebastián,
por su apoyo incondicional, fuente de ánimo y motivación.

Agradecimientos

A la doctora María del Rosario Rojas, profesora asociada del Departamento de Biología; por su valioso acompañamiento, apoyo, orientación científica y asesoría técnica, sin lo cual no habría sido posible la realización de este trabajo.

A la doctora Mary Ruth García y la maestra Carmen Reyes, profesoras de la Facultad de Ciencias y de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales; por su ejemplo, orientaciones, revisiones a trabajos y consejos académicos y profesionales, quienes con sus generosos aportes aclararon muchas dudas e ilustraron el contenido de este trabajo.

A Fernando Herrera, padre y magister de geografía por su apoyo, colaboración y enriquecedoras observaciones al presente documento.

Al profesorado de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, por sus pertinentes ilustraciones, recomendaciones y ejemplos para la docencia de las ciencias.

Al Ministerio de Educación Nacional y la Secretaria Distrital de Educación de Bogotá por el apoyo brindado a través de créditos condonables, pues sin estos no habría sido posible cubrir los costos educativos de este posgrado.

A la maestra Eliana Escobar de Colegio los Pinos (IED), por su generosa colaboración en la redacción del abstract.

A los docentes del área de ciencias naturales y educación ambiental y la rectora Marbel Cala, así como a otros miembros de la comunidad educativa de la Institución Educativa Distrital Colegio los Pinos; por el apoyo y ánimo otorgado para la realización de este proyecto.

Resumen

En este trabajo se integran paradigmas y teorías de la biología de la conservación, la educación ambiental y la didáctica de la biología, para incentivar la participación de estudiantes de grado octavo, que viven en los cerros de la localidad de Santa Fe y mejorar su comprensión de las jerarquías ecológicas de la diversidad biológica y sus atributos, aprovechando recursos naturales e institucionales generalmente subutilizados. El trabajo se realiza a través del análisis de la historia y la epistemología de la biodiversidad y su conservación, desde los ámbitos mundial, nacional y local y mediante la aplicación de la teoría del aprendizaje significativo. La propuesta se basa en la revisión de fuentes secundarias y la obtención de información primaria por medio de técnicas no estructuradas y la realización de un test que permitió valorar la representación social de los educandos. De la tabulación y análisis de este, se encontró lo siguiente: el conocimiento de los niveles biológicos de organización son medio bajos (32 % identifican de 1-3 entidades), similar a la diferenciación de los conceptos: biocenosis, paisaje, especie y población (43 %), el grado de conciencia sobre la importancia de la biodiversidad es bajo (22.5 % de alumnos reconocen los beneficios para las especies, los ecosistemas y personas), las apreciaciones del paisaje del Cerro de La Cruz y las actitudes hacia este son respectivamente altas (80.8 %) y medio altas (68 %) y con respecto a la conservación de la biodiversidad son altas (81.2 %); encontrándose una subvaloración de la biota del ecosistema por el desconocimiento ambiental del mismo. En consecuencia, se define un marco de referencia científico, social, legal y gubernamental para la implementación del proyecto pedagógico para el área de ciencias naturales y educación ambiental. El diseño de la unidad didáctica incluye objetivos, metodologías, contenidos, cronograma, actividades, presupuesto, instrumentos y materiales para la gestión del proyecto de aula.

Palabras clave: unidad didáctica, educación ambiental, didáctica de la biología, biología de la conservación, educación básica secundaria, cerros orientales de Bogotá, biodiversidad.

Abstract

In this pedagogical implementation, paradigms and theories of: conservation biology, environmental education and the teaching of biology are integrated to encourage the participation of eighth grade students who live in the hills of the locality of Santa Fe and to improve their understanding of the ecological hierarchies of biological diversity and its attributes, using natural and institutional resources generally underutilized. The work is done by analyzing the history and epistemology of biodiversity and conservation, from the global, national and local levels and by applying the theory of meaningful learning. The proposal is based on the review of secondary sources and obtaining primary data through unstructured techniques and performing a test to assess preconceptions of the learners. From tabulation and analysis of these, we found the following: students' knowledge about biological levels of organization are lower middle (32% identify entities 1-3), similar to the differentiation of the concepts: biocenosis, landscape, species and population (43%), the students' awareness degree about the importance of biodiversity is low (22.5% of them recognize the benefits to the species, ecosystems and people), the appreciation of the landscape of Cerro de la Cruz is high (80.8%), their attitudes towards this place and the conservation of the biodiversity are respectively medium high (68%) and high (81.2%); finding an undervaluation of the biota of the ecosystem due to the environmental ignorance of it. Consequently, we define a framework which contains scientific, social, legal and governmental aspects to implement the pedagogical project for the natural sciences and environmental education. The design of the study unit includes objectives, methods, content, schedule, activities, budget, tools and materials for project management of classroom.

Keywords: didactic-unit, environmental education, didactic of biology, conservation biology, secondary education, eastern mountains of Bogotá, biodiversity.

Contenido

	Pág.
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
Lista de Figuras.....	XI
Lista de Cuadros.....	XIII
Lista de Abreviaturas, Siglas y Acrónimos.....	XIV
Introducción.....	1
1. Antecedentes.....	3
1.1 Diagnóstico ambiental.....	3
1.1.1 Ubicación geográfica.....	3
1.1.2 Sistema natural.....	4
1.1.3 Poblamiento antrópico.....	4
1.1.4 Ordenamiento territorial y gestión ambiental.....	4
1.1.5 Uso antrópico.....	5
1.1.6 Problemáticas ambientales del Cerro de La Cruz.....	5
1.2 Contexto escolar.....	6
1.2.1 Perfil de los estudiantes y las familias.....	6
1.2.2 Perfil del Colegio y los educadores.....	7
2. Problema.....	8
3. Preguntas de Investigación.....	9
4. Objetivos.....	10
4.1 Objetivo general.....	10
4.2 Objetivos específicos.....	10
5. Metodología.....	11

Contenido	Pág.
5.1 Antecedentes.....	11
5.2 Marco teórico.....	11
5.2.1 Biodiversidad, ecología y conservación.....	11
5.2.2 Didáctica.....	12
5.2.3 Educación ambiental.....	12
5.2.4 Ideas previas.....	13
5.2.5 Diseño de la Unidad Didáctica sobre la biodiversidad y su conservación.....	13
6. Marco Teórico: Análisis Científico y Didáctico.....	15
6.1 Antecedentes históricos y epistemológicos de la relación entre la sociedad y los ecosistemas y su teorización biológica desde la prehistoria hasta la modernidad.....	15
6.1.1 Relación prehistórica entre la sociedad y su entorno.....	15
6.1.2 Conocimiento científico de la biodiversidad, ruptura cultural con el equilibrio ecológico en occidente y coevolución cultural con el medio natural durante la antigüedad y la época medieval.....	16
6.1.3 Formalización del conocimiento científico de la biodiversidad.....	17
6.1.4 El nombre científico de los seres vivos.....	18
6.1.5 El origen de la variabilidad en los seres vivos y la influencia del entorno abiótico.....	18
6.1.6 El inicio del capitalismo, sus consecuencias sobre la salud y la conservación.....	19
6.1.7 Desarrollo económico, crisis ambiental, ecología, biodiversidad y biología de la conservación.....	21
6.2 Teorías actuales sobre la conservación de la biodiversidad.....	24
6.2.1 Biodiversidad.....	24
6.2.2 Crisis de la biodiversidad, su importancia y opciones de conservación en la actualidad.....	28
6.2.3 Opciones para la conservación de la biodiversidad en Colombia.....	31
6.3 Ideas previas.....	31
6.3.1 Resultados de las ideas previas de los educandos.....	32
6.3.2 Discusión de resultados y conclusiones.....	34
6.4 Didáctica para la enseñanza de la biología de la conservación.....	35
6.4.1 Formación en competencias.....	36
6.4.2 Evaluación educativa.....	38
6.5 Educación ambiental.....	38
6.5.1 Referentes políticos y conceptuales.....	38
6.5.2 Estrategias de educación ambiental.....	39
7. Diseño de una Unidad Didáctica sobre Biodiversidad y su Conservación, con Énfasis en el Cerro de La Cruz, para el Grado Octavo del CP.....	41
7.1 Objetivos didácticos.....	41
7.2 Estrategias Didácticas.....	41
7.3 Contenidos y materiales de aprendizaje.....	42
7.4 Estrategias evaluativas.....	44
7.4.1 Evaluación del aprendizaje.....	44
7.4.2 Evaluación de la enseñanza.....	45
7.4.3 Evaluación de la gestión administrativa.....	45
7.5 Cronograma, indicadores y recursos.....	45

	Pág.
8. Conclusiones y Recomendaciones.....	48
A. Anexo: Test de Ideas Previas.....	50
B. Anexo: Gráficos sobre los Resultados de las Ideas Previas.....	55
C. Anexo: Modelo para el Diseño de Unidades Didácticas.....	59
D. Anexo: Guía del Taller Audiovisual de la Película Ávatar.....	60
E. Anexo: Escalas de Organización del Espectro Biológico y Jerarquías de la Biodiversidad	61
F. Anexo: Presentación sobre la Biodiversidad Nacional y su Conservación en los Cerros Orientales.....	64
G. Anexo: Presentación sobre los Atributos de la Biodiversidad.....	71
H. Anexo: Guía de la Salida Pedagógica al Jardín Botánico de Bogotá: José Celestino Mutis.....	94
I. Anexo: Guía de la Salida Ecológica para la Interpretación Ambiental de la Biodiversidad del Cerro de La Cruz	95
J. Anexo: Evaluación de la UD sobre Biodiversidad y su Conservación.....	98
Bibliografía.....	99

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Zona de estudio.....	3
Figura 2. Ilustración de un bestiario.....	17
Figura 3. Jerarquías anidadas de la biodiversidad.....	25
Figura 4. Tipos de diversidad biológica.....	26
Figura 5. Capital natural y bienestar humano.....	30
Figura 6. Estrategia didáctica para la enseñanza de la biodiversidad y su conservación local...	42
Figura 7. Dibujo de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe hace 3000 años.....	51
Figura 8. Dibujo de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe hacia 1700 (hace 300 años).....	52
Figura 9. Dibujo de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe actualmente (año 2010).....	52
Figura 10. Gráfico sobre el significado del término biodiversidad en los alumnos de grado 8°-JM del CP.....	55
Figura 11. Gráfico sobre la existencia de Jerarquías en la Biodiversidad, según los estudiantes de grado 8°-JM del CP.....	55
Figura 12. Gráfico sobre la identificación de las jerarquías de la biodiversidad en estudiantes de Grado 8°-JM del CP.....	56
Figura 13. Gráfico sobre el número de Jerarquías de la biodiversidad nombradas por estudiantes de grado 8°-JM del CP.....	56
Figura 14. Gráfico sobre la importancia asignada a la biodiversidad por parte de los estudiantes de grado 8°-JM del CP.....	57
Figura 15. Gráfico sobre el porcentaje de aciertos de los educandos de grado 8°-JM del CP en la identificación, diferenciación y caracterización de especies, poblaciones, comunidades y paisajes.....	57

	Pág.
Figura 16. Gráfico sobre la descripción y actitudes hacia el Cerro de La Cruz y la biodiversidad de los estudiantes de grado 8°-JM del CP.....	58
Figura 17. Niveles de organización del espectro biológico y jerarquías de la biodiversidad.....	61
Figura 18. Causas de la megadiversidad en el territorio continental de Colombia.....	67
Figura 19. Factores que originan la pérdida de la biodiversidad.....	69
Figura 20. Amenazas a la biodiversidad del Cerro de La Cruz.....	69
Figura 21. Acciones para la conservación de la biodiversidad.....	70
Figura 22. Importancia ecológica y socioeconómica del Caracol Pala.....	74
Figura 23. Patrones de distribución de la población.....	76
Figura 24. Tipos de pirámides de distribución etaria de la población.....	77
Figura 25. Factores que inciden en la forma de crecimiento de una población.....	80
Figura 26. Composición y dominancia de árboles en la vegetación del arroyo El Simbolar en el departamento de Capayán – Argentina.....	83
Figura 27. Estructura horizontal arbórea de un bosque montano bajo del Ecuador.....	84
Figura 28. Efecto de la dominancia arbórea en la intensidad de luz que llega a los estratos de un bosque.....	85
Figura 29. Red trófica.....	87
Figura 30. Pirámide de energía.....	88
Figura 31. Ciclos biogeoquímicos.....	88
Figura 32. Paisaje del oriente de la localidad de Santa Fe en Bogotá - Colombia.....	90
Figura 33. Elementos del paisaje.....	91
Figura 34. Elementos del paisaje del Cerro de la Cruz en los Cerros Orientales de Bogotá – Colombia.....	91
Figura 35. Zonas ecológicas del parche en un paisaje.....	92

Lista de Cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Aplicaciones didácticas de aula para la educación ambiental sobre biodiversidad en el grado octavo del CP.	43
Cuadro 2. Cronograma e indicadores de seguimiento.....	46
Cuadro 3. Presupuesto.....	47
Cuadro 4. Cuadro 4. Diseño de una unidad didáctica.....	59
Cuadro 5. Ejemplos de los niveles de organización del espectro biológico.....	62
Cuadro 6. Beneficios que ofrece la biodiversidad.....	64
Cuadro 7. Atributos según jerarquías de la biodiversidad, objeto de E-A en el CP para el grado 8°.....	71
Cuadro 8. Riqueza de plantas vasculares de los afloramientos rocosos de Suesca en la cordillera oriental colombiana.....	82
Cuadro 9. Interacciones interespecíficas entre dos poblaciones y sus efectos.....	87
Cuadro 10. Formato para la evaluación del abordaje y tratamiento de los contenidos, y la función docente.....	98

Lista de Abreviaturas, Siglas y Acrónimos

Abreviación	Término
A.C.A.C.	Asociación Colombiana para el Avance de la Ciencia
a. de p.	Antes del presente
AB	Atributos de la biodiversidad
Ac.	Acuerdo
AcB	Actitudes hacia la biodiversidad
ACC	Actitudes hacia el cerro de La Cruz
ADN o DNA	Ácido desoxirribonucleico
Art.	Artículo
ASOCAE	Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación
CAR	Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca
CARDER	Corporación Autónoma Regional de Risaralda
CBE	Concepto biológico de especie
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica
CEREC	Fondo Editorial Cerec
CI	Conservación Internacional Colombia
CNEA	Área de ciencias naturales y educación ambiental
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad
CP	Colegio Los Pinos (IED)
CTHB	Conservación de la Tierra, los seres humanos y otros organismos
CTS	Ciencia, tecnología y sociedad
CTSA	Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente
CV	Calidad de vida
CVE	Conservación de la vida y los ecosistemas
CH	Comportamientos humanos
D.C.	Distrito Capital
DAMA	Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá
DC	Diversidad cultural
Dect.	Decreto
DJ	Estructuras y niveles de organización de los sistemas biológicos
DPCC	Descripción de propiedades del Cerro de La Cruz
Dr.	Doctor
EA	educación ambiental
E-A	Enseñanza-Aprendizaje
etc.	Etcétera
FA	Factores abióticos
FB	Función de la biodiversidad
FESCOL	Friedrich Ebert Stiftung en Colombia
FONDECYT	Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico
FMC	Fundación Misión Colombia

Abreviación	Término
ha	Hectárea
hab	Habitantes
IC	Importancia cultural
IDEA	Instituto de Estudios Ambientales
IED	Institución Educativa Distrital
Ind.	Individuos
INVEMAR	Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”
JB	Jerarquías de la biodiversidad
JBB	Jardín Botánico de Bogotá
Km ²	Kilómetros cuadrados
MAVDT	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial
MEN	Ministerio de Educación Nacional de Colombia
mm	Milímetros de precipitación
msnm	Metros sobre el nivel del mar
NS/NR	No sabe o no responde
p.e.	Por ejemplo
Pág.	Página
PMAD	Programa de Maestría en Medio Ambiente y Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
POMCO	Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de los Cerros Orientales
PRAE	Proyecto Ambiental Escolar de la Institución Educativa Distrital Los Pinos
PRAES	Proyectos Ambientales Escolares
Q.	Quebrada
Res.	Resolución
RNA	Ácido ribonucleico
RV	Relativo a los seres vivos
s.	siglo
SA	Sicología ambiental
SDA	Secretaría Distrital de Ambiente
SED	Secretaría de Educación Distrital
SIE	Sistema Institucional de Evaluación
SNIARN	Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales
sp.	Especie
spp.	Especies
UD	Unidad didáctica
UN	Naciones Unidas u Organización de las Naciones Unidas
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USA	Estados Unidos de América
UTP	Universidad Tecnológica de Pereira
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza

Introducción

Se encuentra una dificultad para desarrollar las clases de ciencias naturales y educación ambiental por la poca disposición, interés y capacidad intelectual de los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Distrital Los Pinos de la ciudad de Bogotá. Se presenta confusión en los estudiantes en la comprensión y empleo de los conceptos: especie, población, comunidad y paisaje, lo que repercute en la dispersión de estos en el aula, el lento avance en el desarrollo del contenido de ecología y bajas valoraciones en el área al aplicar pruebas internas y externas; en especial para la explicación de fenómenos y el abordaje de procesos complejos en los que confluyen la ciencia, la tecnología y la sociedad. En contraste, se presenta una fortaleza en el conocimiento de los seres vivos y la indagación. Se evidencia también una mejor disposición y motivación por parte de los alumnos hacia las actividades de aula que emplean medios tecnológicos, escenarios al aire libre, la lúdica y el uso de materiales didácticos.

Los contenidos de la asignatura de ecología en la básica secundaria del plantel, se centran en los tópicos: biodiversidad, ciclos biogeoquímicos y educación ambiental, en el grado octavo se trabaja el tema de clasificación en la asignatura de biología en uno de los cuatro períodos académicos del año. En la actualidad se está diseñando una reforma curricular por ciclos, implementando proyectos pedagógicos con carácter transversal y dotando de tecnologías educativas al plantel. Uno de estos proyectos es el de educación ambiental escolar, el cual busca reconocer y emprender acciones de mejoramiento ambiental del entorno institucional y local. La comunidad educativa del Colegio vive en conurbaciones asentadas en las estribaciones de los Cerros Orientales, muy cerca del área protegida bajo la denominación de Reserva Forestal, estos habitantes acceden a esta zona de manera informal dándole un uso recreativo y religioso al paisaje rural de montaña. Este refugio silvestre contiene gran variedad de especies y comunidades nativas e introducidas en buen estado de conservación. Dichos montes constituyen un ecosistema estratégico de la infraestructura ecológica de la metrópoli, por lo que varias organizaciones gubernamentales y de la sociedad civil desarrollan allí programas de investigación, restauración ecológica y educación ambiental; en especial con las comunidades de la zona.

La historia de la humanidad siempre ha estado vinculada al entorno biótico; sin embargo, en repetidas ocasiones este ha sido sobreexplotado y deteriorado hasta perder los ecosistemas y beneficios ofrecidos a las personas, originando el desplazamiento, disminución de la calidad de vida y consumo de recursos de otros territorios, extendiendo la degradación a sistemas ecológicos cada vez más extensos. Esta problemática se ha acrecentado aceleradamente, en especial desde la revolución industrial, y en menos de 300 años, el desarrollo económico ha originado el comienzo de la sexta extinción masiva de especies en la Tierra. Como respuesta a esta crisis, han surgido movimientos filosóficos, sociales, políticos y científicos que abogan por un cambio de cultura y de modelo económico que permita la convivencia armónica entre la sociedad y los demás sistemas biológicos. En esta dinámica se conforma una nueva ciencia transdisciplinar: la biología de la conservación, la

cual estudia la biodiversidad y sus interacciones con un enfoque interdisciplinario en el que convergen las ciencias naturales, sociales, ingenierías y tecnologías entre otras, para proponer modelos que permitan restaurar, preservar y conservar la biota en todos sus niveles y procesos; así como, un desarrollo económico sustentable que garantice un grado deseable de calidad de vida para la población humana. El año 2010, fue declarado internacionalmente a la biodiversidad por parte de las Naciones Unidas. Colombia es catalogado como el segundo país más rico en diversidad biológica, en este sentido enfrenta una encrucijada entre desarrollarse a partir de la explotación de sus recursos naturales con la consecuente pérdida de su riqueza biótica, o aprovechar esta y preservarla para generar nuevas fuentes de ingresos económicos, con el impedimento científico, tecnológico y de capital financiero que tiene para ello.

Desde este marco de referencia, se realiza un abordaje del tema de la biodiversidad a partir de una perspectiva compleja e interdisciplinaria, articulando el plan de estudios de grado octavo de las asignaturas de biología en un periodo y la de ecología a lo largo del año. Se aprovechan herramientas intrainstitucionales como el uso didáctico de las tecnologías de la información y la comunicación y el proyecto ambiental escolar; y otras interinstitucionales como los programas escuela – ciudad - escuela¹, educación ambiental informal del Jardín Botánico de Bogotá y las actividades de extensión del Acueducto de Bogotá para la conservación de fuentes hídricas de los Cerros Orientales entre otros. El proyecto pedagógico adopta estrategias didácticas, posibilitadoras de ambientes de aprendizaje motivantes para los jóvenes, que les permite potencializar sus fortalezas y superar sus debilidades. El modelo del aprendizaje significativo, las metodologías de la indagación y el cambio conceptual y la teoría de la educación ambiental, proporcionan un marco teórico y práctico adecuado para el diseño, organización, implementación y evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se adopta el modelo de la unidad didáctica propuesto por Sánchez y Valcárcel (1993) como instrumento de concreción del currículo, el cual incluye un análisis científico del tópico para seleccionar y estructurar coherentemente los contenidos a enseñar. Seguido de un análisis didáctico que sirve para identificar las ideas previas de los alumnos, el modelo pedagógico, las estrategias didácticas y evaluativas y actividades educativas; así como la secuencia de las mismas. Adicionalmente se proponen materiales de aprendizaje y de valoración, disponibles en los anexos de este documento.

Los preconceptos de los educandos son identificados en relación con el significado de las jerarquías ecológicas de la biodiversidad: especie, población, comunidad y paisaje. La propuesta didáctica abarca el estudio de estas unidades biológicas; junto con el de ecosistema, vinculado al de biocenosis. En esta se explican y ejemplifican algunos atributos de composición, estructura y función en cada uno de los niveles mencionados.

Este trabajo se une a las propuestas didácticas de educación ambiental formal, aplicando y mostrando una estrategia de gestión y de construcción curricular de la biodiversidad como tema principal de enseñanza que abarca los contenidos de la ecología de poblaciones, de comunidades y del paisaje, y de la conservación; dándole a este campo de estudio, el carácter de eje estructurante de conceptos en ecología y biología, tal como lo es la evolución.

¹ Promovido por la Secretaría de Educación Distrital, el cual busca el empleo de los recursos biofísicos y socioeconómicos del entorno para la práctica de actividades escolares.

1 Antecedentes

1.1 Diagnóstico ambiental

1.1.1 Ubicación geográfica

La Institución Educativa Distrital (IED) Colegio Los Pinos, se encuentra ubicada en el barrio Los Laches de la localidad de Santa Fe, al este de la ciudad de Bogotá en los Cerros Orientales. La gran mayoría de su comunidad educativa habita en la Unidad de Planeamiento Zonal (UPZ) 96: Lourdes, principalmente en barrios como: Los Laches, el Rocío, El Parejo, La Peña, Santa Rosa, El Dorado, San Dionisio, el Guavio y Egipto entre otros, ubicados en las estribaciones de este sistema montañoso.

Como área de estudio se toma el Cerro de La Cruz, el margen izquierdo de un afluente de la quebrada Manzanares, que allí nace y el margen derecho de la quebrada La Hoya-Los Soches por debajo de los 3260 msnm, hasta el perímetro urbano. Con base en imágenes satelitales, esta zona rural se enmarca en las siguientes coordenadas: noroccidente ($4^{\circ}35'06.60''$ N, $74^{\circ}03'35.90''$ O), nororiental ($4^{\circ}34'57.41''$ N, $74^{\circ}03'27.14''$ O), suroccidente ($4^{\circ}34'52.78''$ N, $74^{\circ}03'54.09''$ O), suroriental ($4^{\circ}03'28.22''$ N, $74^{\circ}03'28.22''$ O)(Google - Europa technologies, 2010). Limita al norte con el cerro de Guadalupe, al oriente con el Aguanoso, al sur con Los Encantadores y al occidente con los barrios El Parejo, San Dionisio y Los Laches.

Figura 1. Zona de estudio.



Con base en mapa extraído de Google (2011).

1.1.2 Sistema natural

La corteza terrestre de los cerros orientales “se caracteriza por la presencia de rocas de origen marino y continental, cuyos orígenes datan del Cretáceo y el Paleógeno y por depósitos poco consolidados del Pleistoceno al reciente” (Secretaría Distrital de Ambiente (SDA)), materiales que dan origen a la formación guadas en el área de interés. En la parte baja de la zona, los suelos tienen influencia de ceniza volcánica, lo cual no se presenta en la parte alta. El clima es frío húmedo y muy frío muy húmedo en las partes más altas, con precipitaciones en toda el área entre los 900 – 1000 mm/año, el territorio recibe radiación solar durante todo el año por encontrarse en el trópico. Es también una zona de recarga de acuíferos. Nacen allí por lo menos unas tres quebradas, de las 13 que se encuentran en los cerros de la Localidad de Santa Fe (Ceballos, 2007), cuyas aguas han sido aprovechadas para el consumo humano. Estas son afluentes de la quebrada Manzanares y de la quebrada La Hoya, pertenecientes a la parte alta de la microcuenca del Río San Cristóbal. En la parte occidental (baja) del terreno, las pendientes son entre el 25 y 50 %, y hacia el oriente se vuelve más empinado hasta alcanzar pendientes de más del 90%. La zona comprende alturas entre los 2900 y 3100 msnm (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), 2006) con temperatura promedio entre 7 – 8 °C (SDA & Conservación Internacional Colombia (CI), 2010). En cuanto a la vegetación, se encuentran diferentes formaciones vegetales como coberturas de bosque alto andino y matorrales en los que probablemente predominan las familias *Myrsinaceae*, *Polypodiaceae*, *Melastomataceae* y *Compositae* (Martínez, 2006), en las zonas de mayor pendiente se encuentra el helecho *Pteridium aquilinum* y vegetación del subpáramo con cordones de ericáceas, plantas litofíticas y fisurícolas que crecen sobre las rocas en el llamado Cerro de La Cruz. También se encuentran en la parte baja plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (García, Vargas, & Figueroa, 2006) y matorrales de retamo espinoso y liso (*Ulex europeaus*, *Teline monspessulana*).

1.1.3 Poblamiento antrópico

Aunque hace más de 12000 años la sabana de Bogotá fue habitada, los cerros orientales al parecer no fueron ocupados o usados hasta el desarrollo de la agricultura (1500 – 1000 a. de p.). Se sabe por los relatos de los españoles que los muisca (s. XV) le daban una importancia mágico-religiosa a estas montañas y por lo tanto preservaban los ecosistemas naturales. Durante los dos siglos siguientes los cerros fueron deforestados y, en los siglos XIX y XX fueron reforestados con pinos y eucaliptos. Hasta el siglo XIX, las poblaciones asentadas en la sabana se abastecieron de las fuentes de agua provenientes de los cerros. Al comienzo de la urbanización, la ciudad se desarrolló entre los ríos San Francisco y San Agustín (Q. Manzanares); desde el siglo XVII aparecen las primeras preocupaciones por el deterioro de las fuentes de aguas y más adelante, con la explotación minera a cielo abierto de arenas y arcillas para materiales de construcción, se incrementaron problemas como la erosión, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación y el desequilibrio de los sistemas hídricos (García, Vargas, & Figueroa, 2006). El piedemonte de los cerros en la Localidad de Santa Fe, ha sido poblado desde el s. XVII de manera marginal y desde mediados del s. XX se inició un proceso de conurbación con el barrio Los Laches (Guerra, 2009), por inmigrantes de diferentes regiones del país, muchos de ellos provenientes de la ciudad y otros del campo, por lo que en algunas familias la subsistencia está íntimamente relacionada con el manejo de recursos biológicos.

1.1.4 Ordenamiento territorial y gestión ambiental

Los Cerros Orientales cuentan con protección legal para su conservación y preservación por estar ubicados en la Reserva Forestal Protectora denominada: Bosque Oriental de Bogotá. Esto implica la utilización de estos terrenos para la preservación, conservación, rehabilitación ecológica y la recuperación ambiental y paisajística; así como actividades compatibles con estos fines como la

investigación, educación y recreación junto con prácticas productivas de bajo impacto ambiental en algunas zonas (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). En la actualidad hay poca intervención antrópica, aunque se presentan algunos asentamientos urbanos y rurales en conflicto con el manejo territorial que ejerce la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR), entidad territorial competente para su administración y cuya gestión se basa en el Plan de Manejo Ambiental adoptado por medio de Res. 1141 de abril 12 de 2006; el cual, a su vez, se basó en la Res. 463 del 14 de abril de 2005 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) y el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de los Cerros Orientales (POMCO) adoptado por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá (DAMA) en el año 2003. En la actualidad, la Secretaría Distrital de Ambiente implementa la Política para la Gestión de la Conservación de la Biodiversidad del D.C., elaborada con la colaboración de Conservación Internacional Colombia; mediante esta, se apoya la caracterización, planificación y regulación del aprovechamiento de la diversidad biológica de Bogotá, así como la respectiva divulgación (SDA & CI, 2010).

1.1.5 Uso antrópico

Estas zonas boscosas son utilizadas para la recreación y la práctica espiritual, en la celebración católica de efemérides por parte de algunos jóvenes, niños y adultos que viven en sus vecindades. También se ha notado durante los años 2010 y 2011, la presencia de diferentes entidades distritales que involucran la comunidad educativa en el desarrollo de programas de conservación ambiental, como el Acueducto de Bogotá, el Jardín Botánico José Celestino Mutis, la Secretaría de Educación Distrital (SED) y el Comité Local de Educación Ambiental. Este último coordina y promueve proyectos de educación ambiental escolar (PRAES) con el fin de generar cultura ambiental y promover la conservación de los cerros orientales, pues son ecosistemas de importancia estratégica para la ciudad por los servicios ecológicos, culturales y económicos que prestan a los habitantes de la Capital. Sin embargo, estos lugares con gran riqueza natural no escapan a las acciones delictivas (Centro de Estudio y Análisis en Convivencia y Seguridad Ciudadana, 2010) que se presentan en los barrios circunvecinos, sobre todo el hurto, por lo que el tránsito por esta zona debe realizarse en grupos y/o con acompañamiento de la policía. Otra actividad que genera impactos ambientales negativos es la utilización de una zona baja del Cerro de La Cruz, denominada “La Planada”, como campo de tiro por parte de la policía metropolitana.

1.1.6 Problemáticas ambientales del Cerro de La Cruz

Según el Plan de Manejo Ambiental de la Zona de Reserva Forestal Protectora, establecido mediante la Res. 1141 de abril 12 de 2006 por la CAR, con base en observaciones del autor y testimonios de los habitantes del sector; para el Cerro de La Cruz se pueden presentar las siguientes problemáticas: ocurrencia de incendios forestales en época de verano, principalmente en los meses de enero y febrero; presencia de áreas de vegetación nativa en propiedad de particulares que requiere ser protegida y densificada; plantaciones forestales de especies foráneas como pino pátula, eucalipto, acacias y ciprés e invasión por plantas exóticas herbáceas y arbustivas como el helecho (*Pteridium aquilinum*) y el retamo espinoso (*Ulex europeaus*); desconocimiento del estado de mamíferos, reptiles, anfibios e insectos en la reserva, aunque se identificó la presencia de especies amenazadas de aves; desarrollo de actividades recreativas informales que deben regularse para aprovechar el potencial ecoturístico de la Reserva; falta de incentivos a la recuperación y conservación de la Reserva, tal es el caso del esquema de exención del impuesto predial establecido mediante el Ac. 105 de 2003 que no es eficiente; falta de

amojonamiento² de la Reserva, lo que implica que no se puede establecer físicamente sus límites; falta de recursos financieros, logísticos y humanos para que la autoridad ambiental pueda ejercer presencia física y control sobre el uso y aprovechamiento de los recursos naturales dentro de la zona de reserva; desconocimiento por parte de los propietarios de predios, acerca de las limitaciones que impone la reserva forestal y de las medidas de manejo planteadas por la CAR; y restricción del uso educativo y contaminación sonora del Cerro de La Cruz por parte de la fuerza pública debido a la realización de prácticas militares en la zona.

1.2 Contexto escolar

1.2.1 Perfil de los estudiantes y las familias

Con base en caracterizaciones realizadas en el ciclo IV por parte de los docentes del Colegio Distrital Los Pinos (CP), se ha podido determinar lo siguiente:

Los educandos y sus familias se enmarcan en una comunidad perteneciente a los estratos socioeconómicos uno y dos, con poco nivel educativo y limitaciones económicas, la mayoría de estas vive en condiciones de hacinamiento. Las costumbres y conocimientos se enmarcan en los procesos barriales y distritales que se desarrollan en diferentes momentos, junto con los que se masifican a través de los medios de comunicación, en especial la radio y la televisión nacional. La mayoría de los y las jóvenes tienen poco acompañamiento académico calificado y personalizado en el tiempo extraescolar y utilizan medios de información como la internet y la biblioteca barrial para realizar consultas que apoyen el proceso educativo de la escuela.

Con base en observaciones realizadas en clases a los estudiantes de grado octavo durante el primer semestre del año 2010, y los resultados de las Pruebas Saber para el área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental (CNEA) aplicadas en el año 2009 a los estudiantes de grado noveno, se perciben las siguientes características actitudinales, praxiológicas, intelectivas y cognitivas:

Lo primero que se nota es la dificultad para realizar adecuadamente todas las actividades planeadas, pues la disponibilidad de aulas especializadas es poca y la disposición, responsabilidad y capacidades cognitivas de los educandos para participar en las clases son limitadas en relación con las competencias que deberían tener según los estándares educativos. Por otra parte, el empleo planificado y organizado de recursos didácticos de calidad y metodologías de trabajo activo, generan motivación y mejores desempeños en el estudiantado. En contraste; el desinterés y la indisciplina de algunos educandos, en ambientes tradicionales (salón, tablero, marcador, etc.) de aprendizaje, entorpece enormemente la calidad de las prácticas educativas en el CNEA y los resultados académicos institucionales. También se ha notado deficiencia en la comprensión lectora, por lo que las pruebas internas deben abordar los contenidos trabajados y estos a su vez, estar en concordancia con los estandarizados. También se ha notado que existe motivación hacia las actividades por fuera del salón de clase y con apoyo de medios tecnológicos. De acuerdo con las Pruebas Saber (Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, 2010), en el estudiantado del ciclo cuatro se aprecian fortalezas en las competencias: manejo del conocimiento científico e indagación. Para las competencias evaluadas, se nota debilidad en la explicación de fenómenos. En los componentes evaluados se observa fortaleza en el ámbito: entorno vivo y debilidad en los ámbitos: entorno físico y ciencia, tecnología y sociedad (CTS). Por lo anterior, es necesario fortalecer la competencia en explicación de fenómenos ambientales. En este sentido, se propone transversalizar aspectos biofísicos, tecnológicos y

²Señalamiento de linderos de un terreno mediante el emplazamiento en el suelo de señales permanentes, generalmente de piedra o cemento y hierro.

socioeconómicos; de igual manera, desarrollar competencias argumentativas en el estudio de fenómenos naturales y ambientales en las clases del CNEA desde el grado sexto hasta el grado noveno.

1.2.2 Perfil del Colegio y los educadores

El proyecto educativo institucional del CP, tiene énfasis en valores y ciencias y se enmarca en el modelo del aprendizaje significativo. En el aula de clases regular, los alumnos están distribuidos en mesas de seis personas, con lo cual se facilita el trabajo en equipo. El CNEA en la básica secundaria tiene una intensidad horaria de seis horas semanales (mayor que otras áreas), tres para biología y una para ecología.

En los grados sexto y séptimo, los educandos han estudiado conceptos previos para la comprensión de la biología de la conservación como: biología celular, reinos de los seres vivos, ecosistemas, problemáticas ambientales, el ciclo hidrológico, la fotosíntesis, la respiración y las relaciones interespecíficas. No han abordado temas como la ecología de poblaciones y contenidos del enfoque ecológico de comunidades y paisajes, taxonomía-sistemática, genética, ni evolución; estas dos últimas temáticas se abordan principalmente en grado noveno.

En la actualidad se viene realizando una reforma curricular para organizar la educación en ciclos, los grados octavo y noveno conforman el ciclo cuatro. En este proceso, los docentes están caracterizando la población estudiantil, revisando, analizando, proponiendo, discutiendo y diseñando orientaciones pedagógicas, ejes articuladores, contenidos, metodologías, proyectos y actividades didácticas por ciclos, con el fin de mejorar la formación de los educandos; pues se presenta un bajo desempeño en las competencias y variadas problemáticas convivenciales en la población estudiantil. Adicionalmente, desde el año 2010, se viene implementando el nuevo Sistema Institucional de Evaluación (SIE), el cual establece innovaciones como la autoevaluación y la coevaluación, la valoración actitudinal y la valoración cuantitativa del rendimiento escolar en escala de 1 a 5.

El proyecto ambiental escolar (PRAE) del CP, se llama: “La reflexión y el quehacer ambiental en el contexto escolar de Los Pinos (IED)”, viene implementándose desde el año 2007 en el reconocimiento y mejoramiento del entorno inmediato y local. Busca generar la adquisición de conocimientos y competencias para la comprensión del ambiente; así como comportamientos y actitudes que hagan compatible el desarrollo socioeconómico con la conservación ecológica para la mejora de las condiciones de vida. La presente propuesta didáctica de biología de la conservación en los cerros orientales se constituye en una línea de acción de este proyecto institucional.

2 Problema

Se presenta una dificultad por parte de los educandos de grado octavo de la Institución Educativa Distrital: Colegio Los Pinos, en la comprensión y diferenciación de las escalas jerárquicas de organización de la vida, especialmente en los conceptos de especie, población, comunidad y ecosistema, y su relación con la biodiversidad; contribuyendo al desinterés y dispersión en las clases del área de ciencias naturales y educación ambiental. También se presenta una subutilización didáctica y desconocimiento científico del paisaje rural de la provincia. Esto repercute en el bajo desempeño que obtienen estos educandos en las Pruebas Saber; así como en el abandono y poca valoración de la riqueza natural de la localidad de Santa Fe por parte de la comunidad educativa.

3 Preguntas de Investigación

- ¿De qué manera los estudiantes pueden comprender, diferenciar y relacionar las diferentes unidades biológicas de organización jerárquica y su variedad en el entorno y valorarlas integralmente?
- ¿Cómo aprovechar los recursos naturales, institucionales, tecnológicos y humanos para fortalecer la adquisición de competencias y promover la conservación de la biodiversidad en la comunidad educativa del Colegio Los Pinos IED, a partir del programa del área de ciencias naturales y educación ambiental en grado octavo?

4 Objetivos

4.2 Objetivo general

Profundizar en los conceptos y teorías sobre biología de la conservación, educación ambiental y didáctica de la biología, con el fin de diseñar una unidad didáctica dirigida a estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Distrital Los Pinos, que facilite la comprensión de la biodiversidad en sus diferentes niveles: especies, poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes, y el desarrollo de nuevas prácticas frente a su entorno; haciendo énfasis en la importancia de la conservación de la diversidad biológica de los Cerros Orientales en la localidad de Santa Fe.

4.3 Objetivos específicos

- Elaborar un marco teórico sobre la epistemología y desarrollo científico, así como de algunos procesos y referentes sociales desde lo global a lo local sobre las jerarquías anidadas de la biodiversidad y su conservación y la educación ambiental, además de lineamientos pedagógicos sobre la didáctica de la biología; con énfasis en el diseño curricular de la enseñanza de la diversidad biológica y su cuidado, para los estudiantes de grado octavo del Colegio Los Pinos IED; con aplicación al conocimiento y valoración de las entidades biológicas del oriente de la localidad de Santa Fe.
- Diseñar una unidad didáctica sobre biodiversidad, para el grado octavo de la Institución Educativa Distrital Los Pinos, que contenga las orientaciones curriculares, contenidos, actividades, instrumentos didácticos y evaluativos, recursos y cronograma, con el fin de generar en el estudiantado una mejor comprensión de los niveles de organización de la diversidad biológica y su importancia; así como formar competencias científicas y promover la conservación de la biota local aprovechando recursos del entorno, teniendo en cuenta características culturales de los educandos.

5 Metodología

Para desarrollar el trabajo propuesto se consultaron diferentes fuentes de información secundaria de alta confiabilidad como publicaciones científicas y de entidades gubernamentales y no gubernamentales, en libros, revistas y páginas web, en el ámbito internacional, nacional y local, esto con el fin de elaborar los antecedentes y el marco teórico. Adicionalmente para el diseño de la unidad didáctica (UD) se tuvieron en cuenta observaciones directas realizadas a la población estudiantil de grado octavo del CP, con instrumentos estructurados, semiestructurados y de trabajos anteriores del autor.

5.1 Antecedentes

Para la elaboración de los referentes: histórico, natural, legal, político-institucional y social, en relación con las características ecológicas y la apropiación antrópica del territorio en el área de estudio, se consultaron documentos de profesionales de las ciencias sociales como: Historia Ambiental de Bogotá y la Sabana 1850 – 2005 de Germán Palacio y otros (2008) y Luchas, Laches y Lachunos de Guerra (2009); también se consultaron publicaciones de estudios científicos auspiciados por entidades gubernamentales con competencia en la zona de trabajo como el DAMA, la SDA y el Acueducto de Bogotá. Además se revisaron documentos normativos y de gestión pública como las Resoluciones del MAVDT y la CAR, el POMCO, el Dect. 190 de la Alcaldía de Bogotá (2006, 2004) y su Política de Gestión para la Conservación de la Biodiversidad (2010), el Plan Anual de Estudios “Asegurar el futuro de los Cerros Orientales de Bogotá” e informes de auditoría al Plan de Mejoramiento de los Cerros Orientales de la Contraloría de Bogotá (2006, 2010). De igual manera se tuvieron en cuenta documentos del CP como el Manual de Convivencia, el Plan de Estudios del CNEA, las actas del Ciclo IV y el PRAE; así como los testimonios de los docentes y la rectora de la institución para los años 2010 y primer semestre de 2011.

5.2 Marco teórico

El marco teórico aborda diferentes paradigmas científicos de actualidad en relación con las temáticas complementarias que se tienen en cuenta para la formulación de la propuesta didáctica. Adicionalmente, para el análisis científico del tema principal, se consultaron antecedentes históricos de la cultura occidental con breves referencias a otras culturas del mundo y etnias colombianas, con el fin de adoptar un referente epistemológico sobre la conservación de la biodiversidad y sus jerarquías de análisis. A continuación se expresa de manera específica los métodos, instrumentos y principales fuentes adoptadas.

5.2.1 Biodiversidad, ecología y conservación

Se analizaron principalmente los planteamientos de autores como Richard B. Primack y colaboradores, Odum y Barret, Barberá, María del Pilar Tejada, Villareal y colaboradores, Gonzalo

Halffter y colaboradores, Claude A. Villet y la Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios; las páginas web de Naturaleza Educativa, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México, Biología (del Dr. Juan Carlos Pulido Gómez) y Orígenes y Bases de la Ecología del Dr. Alejandro Rodolfo Malpartida, así como publicaciones de las Naciones Unidas (UN) y de las principales entidades nacionales integrantes del Sistema Nacional Ambiental. Esto con el fin de construir una historia de la relación de la especie humana con la biosfera, enfatizando en las principales problemáticas ambientales con algunos ejemplos y estrategias sociales, políticas y económicas que se han planteado y/o implementado para la conservación de la biodiversidad en el ámbito internacional y nacional. De igual manera se retomaron los planteamientos de científicos en diferentes épocas con respecto a las escalas de estudio de la biodiversidad y sus atributos con el propósito de ilustrar la evolución teórica de este conocimiento científico desde la ciencia ambiental y la biología de la conservación. Adicionalmente, se adoptaron conceptualizaciones de estos autores para definir una terminología básica y teorías que están presentes en el discurso complejo actual de la conservación biológica. También se retomaron documentos de Orlando Rangel (2005) y Tomas van der Hammen (2005), para plantear de manera general el estado de conservación de la biodiversidad en Colombia, su importancia, amenazas y opciones de conservación.

5.2.2 Didáctica

Se realizó una descripción de las premisas pedagógicas retomadas del enfoque constructivista y más específicamente del modelo del aprendizaje significativo y las estrategias didácticas: indagación y cambio conceptual, para estructurar un sistema coherente de propósitos o fines educativos para la población beneficiaria, que tienen en cuenta referentes psicológicos, escolares y científicos que definen tácticas y métodos para abordar la temática de estudio y aplicarlos al diseño curricular de las actividades de aula, que en conjunto conforman el proceso de planeación, organización, ejecución y evaluación de la enseñanza y el aprendizaje en biología y educación ambiental (EA). Este discurso principalmente se basó en los planteamientos de Iafrancesco (2005) en su libro sobre didáctica de la biología y en las orientaciones del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) en su documento: estándares básicos de competencias... en ciencias, del año 2006. Las orientaciones para la evaluación se extrajeron de los modelos expuestos por Tomás Escudero (2003) y las propuestas de la SED (2005) y de Alfaro & Casallas (2009), con el fin de realizar una construcción modélica basada en la pedagogía tradicional y contemporánea, que sirviera de base a los instrumentos evaluativos de la UD, de manera pertinente y suficiente. Para la conceptualización, diseño y utilidad de la UD como aplicación curricular de la enseñanza para la conservación de la biodiversidad, se siguieron las propuestas de Sánchez y Valcárcel (1993).

5.2.3 Educación ambiental

Se realizó un recuento breve de los antecedentes políticos a nivel mundial y nacional sobre la educación ambiental escolar con sus principales objetivos, instrumentos y metodologías de aplicación en relación con la conservación de la biodiversidad; así como de las principales corrientes en este campo. Para esto se tuvieron en cuenta algunas de las cumbres mundiales sobre medio ambiente, la Política Nacional de Educación Ambiental del MEN del 2007 y el trabajo de pregrado sobre un programa escolar de educación ambiental de Arcila y Herrera (1998), además de libros sobre psicología y educación ambiental de Marcel Zimmermann (2001, 2005) y el documento sobre las corrientes en educación ambiental de Sauvé (2004).

5.2.4 Ideas previas

Inicialmente se definió y denotó la importancia de los preconceptos a la luz de la pedagogía, con base en planteamientos de Mario Carretero (1997), el MEN (2006) y Osborne & Freyberg (1995). Se diseñó y aplicó un test... véase Anexo A ...para identificar el significado del término: biodiversidad, con preguntas abiertas; la diferenciación y uso de los conceptos: especie, población, comunidad y paisaje, con preguntas de opción múltiple con única respuesta; siguiendo las indicaciones de los autores nombrados y adicionalmente de Alfaro & Casallas (2009). También se sondearon actitudes, y la apreciación del paisaje del Cerro de La Cruz, adaptando las metodologías propuestas por Zimmerman (2001), mediante los instrumentos de la rejilla y de encuesta de posición. Para conocer estas ideas previas se recopilieron las respuestas de aproximadamente 90 estudiantes de grado octavo del CP en el mes de abril de 2011.

Las preguntas abiertas y cerradas son conocidas para los estudiantes y se trabajó de la manera habitual, solicitándoles la solución de la prueba psicométrica en pequeños grupos, pues están organizados en mesas hasta con seis jóvenes cada una. Adicionalmente, para las preguntas tipo rejilla y la encuesta de posición, se realizó una explicación preliminar y se desarrolló en un área verde con una vista apropiada del Cerro, para que este fuera observado durante el diligenciamiento de la encuesta.

En la selección del tipo de preguntas, su diseño y los aspectos a analizar, se tuvieron en cuenta las temáticas seleccionadas para este trabajo y los desempeños que se espera alcancen los educandos, acorde con los estándares básicos para los grados octavo y noveno del MEN. Se utilizaron cuatro tipos de pregunta: pregunta abierta, pregunta cerrada de opción múltiple con única respuesta, preguntas de rejilla y encuesta de posición.

Para el análisis de las respuestas a las preguntas abiertas y cerradas, se obtuvieron estadísticas con indicadores como el porcentaje de acierto y sus promedios para los diferentes conceptos. Con relación, a las preguntas tipo rejilla y la encuesta, se obtuvieron valores escalares promedio. Luego se analizaron los resultados y se propusieron conclusiones.

Con la información resultante se ajustó la profundidad de los contenidos didácticos y las metodologías de aplicación en el aula a trabajar con los educandos, para que avancen en la zona de desarrollo próximo a la que se encuentran.

5.2.5 Diseño de la Unidad Didáctica sobre la biodiversidad y su conservación

Para la elaboración de la UD, se tuvieron en cuenta aspectos curriculares del CP, políticas educativas a nivel nacional, distrital y local, procesos sociales en la localidad, las ideas previas de los estudiantes, teorías y métodos científicos pertinentes y válidos; y finalmente, recursos educativos de tipo tecnológico, ecológico, humano y material disponibles para los educandos de grado octavo del CP. También se basó en el paradigma pedagógico del constructivismo, el modelo de aprendizajes significativos y las estrategias didácticas de la indagación y el cambio conceptual con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación y métodos científicos de la biología de la conservación, la ecopedagogía y la gestión ambiental, con el fin de propiciar la construcción de conocimientos y formación de competencias.

También se estudiaron diferentes propuestas didácticas publicadas en los medios de mayor difusión, para identificar modelos propuestos en aplicaciones similares a las de este trabajo y formular un proyecto que respondiera a las condiciones y expectativas específicas de este estudio, con el fin de que tenga un gran alcance e impacto en la comunidad educativa. Principalmente se tuvieron en cuenta: las tesis de doctorado de Tejada (2009) y Pérez (2005), la propuesta sobre diversidad biológica de Goldstein & Castañera (2001), la propuesta curricular de hipótesis sobre conceptos de ecología de Ángel & De Longhi (2006) y la compilación de unidades didácticas en biología y EA de Quintanilla, Daza & Merino (2010).

La UD se basó en el diagnóstico de necesidades, contiene objetivos, contenidos y su organización, las actividades a implementar y sus respectivos tiempos de trabajo en el aula, materiales de aprendizaje como guías, talleres, presentaciones e instrumentos de evaluación; así como la planificación estratégica de los recursos a utilizar en el tiempo. El diseño de estos instrumentos de enseñanza fue orientado por el marco teórico de este trabajo, retomando y adaptando algunos de los textos y gráficos en algunos casos; y en otros, ampliando y/o complementando la información a partir de publicaciones de otras entidades como el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, con el fin de ejemplificarla y aplicarla de manera contextualizada, con una explicación de los términos en lenguaje sencillo y claro. Se proponen también, actividades a partir de preguntas, para que los estudiantes apliquen los conocimientos enseñados, recopilando información adicional y retomando otros contenidos y métodos de su acervo personal, para formar competencias en estos, entre estas se encuentran las que responden a los objetivos didácticos y desempeños de la Unidad sobre Biodiversidad.

6 Marco Teórico: Análisis Científico y Didáctico

6.1 Antecedentes históricos y epistemológicos de la relación entre la sociedad y los ecosistemas y su teorización biológica desde la prehistoria hasta la modernidad

Desde antes que el ser humano adquiriera sus extraordinarias facultades mentales, ya podía identificar, seleccionar, ordenar y clasificar los objetos vivos y los no vivos; en especial los organismos, tal y como lo hacen los animales (Vélez, 2004). Por esta capacidad innata y luego del desarrollo del lenguaje, en todas las sociedades, desde la más antigua a las contemporáneas, se vienen clasificando las entidades vivientes, sus partes, sustancias que los componen y sistemas que integran; así como sus atributos, según el interés, el efecto sobre nosotros y los otros organismos, y su propia naturaleza. A continuación se realiza un recuento histórico de la relación entre la cultura y la biodiversidad, enfatizando en la construcción de conocimiento sobre esta última y las adaptaciones culturales desde diferentes cosmogonías en el espacio geográfico y el tiempo.

6.1.1 Relación prehistórica entre la sociedad y su entorno

Desde la prehistoria, los grupos humanos fueron conscientes de la necesidad del medio para su supervivencia y el desarrollo de actividades sociales. Sin embargo, se plantea que muchas especies desaparecieron por la explotación humana (Primack & Ros, 2002), esto seguramente generó entre los clanes sobrevivientes del paleolítico y el paleoindio, el aprovechamiento de los recursos restantes sin acabarlos. El nomadismo fue una adaptación que permitió la recuperación de los ecosistemas (Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación (ASOCAE), Conservación, antecedentes históricos, historia 1). No obstante, los seres humanos originaron grandes cambios en ecosistemas pequeños como islas, al introducir especies y ejercer presión sobre las poblaciones nativas, como en el caso de las islas del Mediterráneo (Vigne, 2005). En la región que ocupa actualmente la capital de Colombia, ocurrieron hechos similares como la extinción de grandes mamíferos (García, Vargas, & Figueroa, 2006).

Con la domesticación de animales y plantas, se aplica un gran conocimiento de la naturaleza, ello permitió un incremento en la disponibilidad de alimento, la división del trabajo y la aparición de la propiedad privada determinada por el aprovechamiento del suelo (Freire, 2002).

6.1.2 Conocimiento científico de la biodiversidad, ruptura cultural con el equilibrio ecológico en occidente y coevolución cultural con el medio natural durante la antigüedad y la época medieval

El avance en el conocimiento y la tecnología favorecido por la vida urbana y la división del trabajo, incrementó la presión sobre los ecosistemas naturales, en especial con el desarrollo de las ciudades, pues permitió la extracción, producción, transformación y comercialización de productos provenientes de macroorganismos y del medio físico, en grandes y distantes territorios; lo que ocasionó deterioro del entorno en regiones como el Medio Oriente en Asia y África del Norte (ASOCAE, Conservación, antecedentes históricos, historia 1). Sin embargo, se establecieron zonas de protección para los ecosistemas y se regulaba, en muchas ocasiones el aprovechamiento de la naturaleza; también evolucionaron sistemas que se adecuaban a las condiciones del medio. En Colombia se organizaron sociedades en esta época, las cuales ingeniaron sistemas productivos y organizaciones políticas que permitieron el aprovechamiento a largo plazo de los ecosistemas sin el deterioro de los mismos (Reichel-Dolmatoff, 1989). Las ciudades más antiguas conocidas se establecieron en Mesopotamia y se aprecia la importancia estética y tal vez científica que le dieron a vegetales y animales (Freire, 2002).

▪ **Inicios del conocimiento científico de la biodiversidad y su conservación en la Europa Medieval.** Entre los primeros científicos de las ciencias de la vida en la cultura occidental se destaca en la antigüedad, Aristóteles (384-322 a. C.), quien puede ser considerado como el primer biólogo. Estudió las semejanzas y diferencias de la versatilidad entre las entidades vivientes y realizó una primera clasificación (Pulido), según las características físicas (morfología), de alimentación (tróficas), comportamiento (etológicas) y reproductivas de las poblaciones de animales. Introdujo términos como el **género** (*genos*), grupo el cual contenía varias **especies** (*eidós*). Con su método origina la lógica, lo cual dio coherencia y universalidad al conocimiento (Woods & Grant, 2002). Adicionalmente, “introduce un orden relativo en la enorme diversidad de los seres vivos atendiendo a sus semejanzas y diferencias.” (Barberá, 1994).

También en esta época, “Galeno (de 131 a 200 d.C.), primer filósofo experimental, llevó a cabo muchos experimentos para estudiar las funciones de nervios y vasos sanguíneos” (Villego, 1996), aportando con su empirismo al método científico y al descubrimiento de las funciones de las estructuras biológicas.

Luego, en “la Roma imperial cabe citar los nombres de Dioscórides, uno de los primeros botánicos; de Lucrecio y su obra *De Rerum Naturae*; y de Plinio el Viejo (23-79 d. C.), autor de una importante Historia Natural en la que se citan especies tanto reales como mitológicas o inventadas.” (Pulido).

Posteriormente en la Edad Media, se aprecian estudios demográficos de especies animales, las series de Fibonacci se basaron en la investigación del crecimiento de las poblaciones de conejos (Tejada, 2009).

Figura 2. Ilustración de un bestiario.



Fuente: la dama descubierta
en:<http://www.librodearena.com/blog/blog?&total=166&nombre=ladamadescubierta&idBlog=2201&page=9>

En la sociedad medieval surge un interés por la flora y la fauna. Se dibujan cuerpos de animales, plantas y sus estructuras, clasificando y nombrando los organismos; dicho conocimiento era enormemente valorado y se pagaban grandes sumas de dinero por estos libros llamados bestiarios (animales) y herbarios (plantas). En la figura 2, es posible observar el dibujo de ejemplares de fauna en el frente y de flora al fondo. No obstante, dichos conocimientos se basaban en ideas de la época que se suponían inequívocas y sobre estas se razonaba y discutía; algunos criticaron este método para el avance del conocimiento y dieron más valor a las observaciones directas, uno de estos fue “Roger Bacon (1214-1294), fraile franciscano partidario de que en la investigación científica los razonamientos teóricos nada prueban, que todo depende de la experimentación (los resultados).” (Pulido).

Entre las prácticas conservacionistas de la época medieval, estaba la protección de terrenos en los feudos para el mantenimiento de bosques, aunque estos eran percibidos como sitios en los que se encontraban espíritus malignos y monstruos, en contraste con las tierras para cultivos que eran muy valoradas (Nash 1982, 1990 citado en Primack, 1998).

6.1.3 Formalización del conocimiento científico de la biodiversidad

En el renacimiento, al aumentar el interés por la historia natural, se realizaron estudios más exactos de estructuras y funciones por parte de naturalistas como Vesalio, Harvey y otros en el s. XVI, quienes profundizaron en la anatomía y fisiología animal. En esta época se avanzó en el conocimiento de un sinnúmero de plantas y animales. Cabe destacar la importancia que se le dio a la observación detenida de las estructuras corporales a partir de muestras (información primaria) en vez de confiar ciegamente en los manuscritos de autoridades, por célebres que fueran (Villem, 1996). Con el descubrimiento de América, llegaron multitud de muestras desconocidas, lo que motivó la realización de numerosos estudios de historia natural que ampliaron la teoría de la clasificación, generando una disciplina llamada: **sistemática**³ (Pulido).

En el siglo XVII, Francis Bacon (1561-1626) realizó sus estudios basándose en la experimentación introdujo las bases del método cualitativo-inductivo que tanto sirvió para la elaboración de teorías e hipótesis durante el s. XIX. René Descartes (1596-1650), autor del Discurso del método (1631), desarrolló en esta obra las cuatro reglas de la investigación científica (Pulido). Estas son sintetizadas de la siguiente manera: “1º Evidencia intelectual o certeza como criterio de verdad. 2º Análisis o disección de lo complejo y reducción a sus partes simples. 3º Síntesis según el orden de recomposición de lo analizado inverso al orden de descomposición de lo complejo. 4º Regla mnemotécnica, enumeración de todas las partes del análisis y revisión sintética para la intuición global del conjunto.” (Giménez, 2010). Este científico francés hace grandes aportes al desarrollo de la biología, pues introduce las matemáticas como herramienta para el análisis de la información, incorpora el

³ “disciplina que intenta clasificar a los seres vivos”(Marrone, Cigliano, & Crisci, 1992). “Actualmente... mediante novedosos sistemas cladísticos computarizados, de análisis bioquímico y enzimático, de genotipo, etc.”(Sarmiento, 2001).

racionalismo deductivo a las ciencias y permite la consolidación del método científico; permitiendo así, la construcción de conocimiento objetivo.

Robert Hooke en la segunda mitad del siglo XVII realiza observaciones microscópicas de organismos y partes de estos, con lo cual inicia el desarrollo de la teoría celular junto con Schwann (1810-1882), Schleiden (1804-1881) y Antony Van Leeuwenhoek (1632-1723), quien también hizo importantes aportes a la histología diferenciando los tejidos musculares (López, 2008). Esto ayudó a comprender la estructura de los seres vivos a partir de **células** y **tejidos** y sus implicaciones en la conformación de los organismos y su funcionamiento. Leeuwenhoek también aportó al estudio de las poblaciones definiendo un método para medir el crecimiento en microorganismos acuáticos (Tejada, 2009).

6.1.4 El nombre científico de los seres vivos

Si bien el sistema aristotélico de clasificación de los seres vivos fue el más coherente y preciso durante algo más de 17 siglos, con los aportes de Cesalpino (1519 – 1603) y su discípulo Joachim Jung (1587 – 1687) en el campo de la botánica, se retomaron los principios de la lógica y se enriquecieron con el método empírico para establecer características morfológicas que permitieron clasificar las plantas; esto a su vez, sirvió de base a Jhon Ray (1627 – 1705), quien organizó animales y plantas mediante un sistema claro de clasificación jerárquica, estableciendo diferentes grados de parentesco entre los grupos o taxones; empleó nombres fijos relativos al género y la especie. Por esto fue reconocido por Linneo como el fundador de la sistemática. “El siglo XVIII es el siglo de los grandes viajeros y sistemáticos. Entre ellos destaca el sueco Karl von Linné (1707-1778), fijista y aristotélico, que ideó la nomenclatura binomial de género y especie, actualmente en uso, y clasificó los animales y las plantas en las sucesivas ediciones de su obra (*Systema Naturae*). Esta obra sirve de base a la sistemática actual.” (Pulido). Linneo agrupó todos los organismos en categorías jerarquizadas, firmes y definidas, uso los términos de “reino, phylum, clase, orden, familia” (Suárez-Mayorga, Rivera-Gutiérrez, Waldrón, & Trujillo-Motta, 2007) para referirse a clasificaciones más generales, pero los formó basado en atributos subjetivos, en especial para las plantas; sin embargo, las categorías taxonómicas de género y especie respondían perfectamente a la realidad natural. Una de las limitantes de esta concepción de especie, es que es inmutable y ello dificultaba entender las variaciones en el tiempo de las mismas, lo que ya era evidente en las poblaciones domesticadas (Barberá, 1994). Este sistema de nomenclatura para los organismos estableció los grados de relación entre los seres vivos y reforzó la clasificación de especie como unidad de análisis en la diversidad biológica. Los nombres científicos de las especies desde entonces, se escriben en latín, puesto que este ha sido el idioma oficial de la ciencia. Linneo también “mostró las relaciones entre los seres vivos y el medio para explicar las distribuciones y el equilibrio entre ellos” (Tejada, 2009), con lo cual aportó al estudio de las relaciones ecológicas y la función de la comunidad biótica.

6.1.5 El origen de la variabilidad en los seres vivos y la influencia del entorno abiótico

Aunque desde Aristóteles hasta Linneo se aceptaba que a través de la reproducción sexual surgían organismos con características diferentes, se mantenía la inmutabilidad de la especie. Esta concepción cambió con Jean Baptiste de Lamarck (1744 - 1829), quien propuso que las especies de la época provenían de otras, a partir de las cuales descendieron. Lamarck elaboró un esquema en el que mostraba como a partir de organismos microscópicos surgían ramificaciones para los principales

grupos de seres vivos como las plantas y los animales, tal vez uno de los primeros **árboles filogenéticos**⁴. Según este naturalista francés, uno de los mecanismos que origina la transformación de las especies, es la transmisión del cambio de las estructuras corporales de generación en generación a través del tiempo (Caponi, 2006).

Otro científico que realizó grandes descubrimientos y avances teóricos sobre la variedad de las formas de vida y sus relaciones con el medio físico fue Alexander Von Humboldt, quien “A la edad de treinta años viajó a Latinoamérica (1799 - 1804) y exploró la región comprendida entre Ecuador y México... en donde colectó alrededor de 60.000 muestras biológicas. Humboldt fue el primero en reconocer la enorme diversidad de la vida en los trópicos, y por consiguiente, fue el primero en entender qué tan grande debía ser el número de especies de plantas y animales del mundo (Instituto de Investigación de Recursos Biológicos (IAvH), Alexander von Humboldt (1769-1859)). Los estudios de este científico alemán condujeron a la subdivisión de las zonas continentales en unidades geográficas diferenciables por parámetros geomorfológicos, climáticos y bióticos que se afectan mutuamente, por esto se puede decir que inició el análisis del **paisaje** como sistema que contiene determinadas comunidades y poblaciones en un espacio físico.

Retomando las ideas evolucionistas de Lamarck, “En 1859, el naturalista inglés Charles Darwin (1809-1882) publicó El origen de las especies... La teoría de Darwin se apoyaba en dos puntos: la variabilidad de la descendencia y la selección natural o, dicho de otro modo, la supervivencia del más apto.” (Pulido). Planteó que las especies cambian en el tiempo debido a las condiciones medioambientales, pues estas facilitan el crecimiento y reproducción de los organismos mejor adaptados, permitiendo que dichas adaptaciones se transfieran a su prole. Con esto, se tumbó la concepción fijista o esencialista sobre las especies, facilitando la comprensión de la diversidad de las formas de vida en el espacio y el tiempo. Otro conocimiento importante adelantado por este naturalista inglés, fue el carácter poblacional de cada especie, pues la evolución ocurre gracias al grupo de individuos que comparten un lugar espacio-temporal y se pueden reproducir entre ellos originando nuevas generaciones. En este sentido se sientan las bases científicas para el inicio de la ecología al establecer “que el medio ambiente está en constante cambio... Resaltando la importancia de la interacción de los organismos con su entorno.” (Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República).

6.1.6 El inicio del capitalismo, sus consecuencias sobre la salud y la conservación

Con la acumulación de dinero por parte de los estados y particulares en el renacimiento, fruto de los préstamos y el intercambio comercial que se vio favorecido por las exploraciones, conquistas y colonizaciones europeas en los demás continentes, la acumulación de capital fue uno de los principales objetivos de estas empresas.

El escocés Adam Smith (1733-1790), en su obra sobre la riqueza de las naciones escrita en 1776, planteó que el bienestar de la población humana dependía del trabajo que cada quien realizara, suponiendo que a todo trabajador se le pagaría un salario justo (Sieveking, 1942), y que de esta manera podría suplir sus necesidades y además, tener más dinero; pero no tomó en cuenta la relación política y socioeconómica de dominación por parte de los colonizadores a los colonizados y de los

⁴Representación que traza “la relación ancestro descendiente de los organismos... a diferentes niveles taxonómicos” (Vinuesa, 2007).

empresarios a los obreros, tampoco la capacidad del medio ambiente para proveer de recursos y servicios a las gentes y satisfacer sus necesidades.

Con el avance tecnológico acelerado de los siglos XVII y XVIII se pudieron explotar en mayor cantidad los minerales, animales y plantas; así como también, se incrementó la producción de residuos en forma tal que los ecosistemas no podían descomponerlos y asimilarlos en sus procesos, con la consecuente degradación de estos para el sostenimiento de los organismos, empieza la **contaminación**. Este fenómeno social que Engels llamó por primera vez la revolución industrial (Ángel, 2003), “promulgó el uso intensivo, extensivo e irracional de los recursos naturales en busca de modelos de acelerado crecimiento económico.” (Godinez, 1995).

En el siglo XVIII se presentaron problemas sociales debido a las condiciones de hacinamiento e insalubridad en las que vivían los trabajadores de las ciudades industriales, lo que generó epidemias, por lo que la calidad de vida humana disminuyó. Estos problemas plantearon límites al crecimiento económico (Antequera, 2005). Muchos economistas replantearon el modelo económico y sus presupuestos.

Thomas Malthus (1766 – 1834), que escribe a inicios del s. XIX, pone en tela de Juicio la “Mano Invisible” de Adam Smith, encontrando algunas fallas importantes que podían obstaculizar el crecimiento económico... “Que el poder de la población para crecer es infinitamente mayor que el que tiene la tierra para producir medios de subsistencia para los Humanos”, es decir que la Población crece en progresión geométrica y los medios de subsistencia en progresión aritmética. ... La contribución... importante que realiza Malthus a la doctrina Económica, es lo que hoy conocemos como Demografía (Estudio de la Población) (Centty, 2008).

Esta perspectiva plantea la enorme incidencia del crecimiento poblacional en la capacidad del medio para sustentar a los organismos. Dicho planteamiento fue incluido por Darwin en su teoría de la evolución de las especies y de manera recíproca, los economistas tomaron en cuenta las teorías biológicas para analizar el desarrollo socioeconómico. La dinámica de las poblaciones de especies fue estudiada con modelos surgidos del análisis demográfico de los grupos humanos. Esto sirvió para que en la sociedad burguesa europea se valorara la vida silvestre (Carvalho, 1999), y se buscara un modelo de desarrollo que la respetara, pues los paisajes campestres estuvieron de moda debido a la acogida que tuvieron en el romanticismo, en esta ideología se empieza a usar el término **ambiente** para referirse a la naturaleza (Carrizosa, 2001). Los científicos que exploraron los continentes colonizados entre los siglos XVI y XIX se sorprendieron al encontrar bosques devastados, cuerpos de agua deteriorados y pobreza en los nativos, por lo tanto recomendaron la protección necesaria de los bosques para prevenir la erosión del suelo, mantener los suministros de madera y prevenir la hambruna (Primack, 1998).

Como fruto de este interés por la naturaleza, a finales del siglo XVIII, la corona española acepta y encarga al Sabio Don José Celestino Mutis (1732-1808) la realización de La Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, que duró casi 30 años, se inició en Mariquita (actual municipio del departamento del Tolima en Colombia) en 1785, se trasladó a Bogotá en 1792 y allí se terminaron de organizar los textos y dibujos. En los archivos que dejó Mutis, los cuales se conservan en el Real Jardín Botánico de Madrid, se encontraron más de seis mil ilustraciones de vegetales del nuevo mundo con nuevos géneros y especies de plantas de Suramérica entre 180 familias botánicas descritas. Las obras de esta magna empresa, incluyen: “Historia de los árboles de la Quina” y muchos escritos

inconclusos; algunas décadas después, el naturalista Don José Triana (1826 – 1890) retomó y amplió los trabajos de Mutis y publicó obras científicas sobre las plantas de la Nueva Granada, entre ellas, muchas de la flora bogotana (Piedrahíta & Uribe, 2009; Henao & Arrubla, 1920; Hernandez, 1986). Con estos descubrimientos, Sudamérica y nuestro país, se posicionan como una de las regiones con mayor diversidad biológica del planeta.

6.1.7 Desarrollo económico, crisis ambiental, ecología, biodiversidad y biología de la conservación

En el siglo XIX, con la formalización y reconocimiento científico de la biología y los aportes teóricos sobre la relación del medio físico con los seres vivos, surge un enfoque que integra a los organismos y el lugar que estos habitan, así como las interacciones e interdependencias entre ellos. Esta es la ciencia ecológica; surgen también los conceptos de **biocenosis**, para denominar el conjunto de poblaciones relacionadas y el estudio de la ecología de poblaciones o **demoecología**. También se integran principios de termodinámica, concibiendo las organizaciones biológicas como sistemas abiertos o cerrados (Malpartida, 2001; Odum & Barret, 2006). En el siglo XX se empieza a emplear el concepto de **biosfera** para referirse a los seres vivos que ocupan una capa de la Tierra (ASOCAE, la biosfera). Luego, se propone el término: **ecosistema**, para denotar la unidad integral de la biocenosis con su ambiente físico (Maass & Martínez-Yrizar, 1990). En esta época, también se estudia la ecología de las comunidades (biocenosis) o **sinecología**, distinguiendo su hábitat como el **biotopo** (Malpartida, 2001), se introduce el término **ecología del paisaje** para integrar la geografía y la ecología relacionando estructuras espaciales y procesos ecológicos (Burel & Baudry, 2001).

Estas nuevas concepciones científicas, tienen eco en las administraciones públicas de potencias económicas, que ven como una limitación al desarrollo, la escasez de recursos biológicos, por lo que se crean organismos gubernamentales encargados de manera exclusiva del manejo de los ecosistemas prístinos, protegiendo la vida silvestre en regiones naturales (**conservación *in situ***). En Colombia, se empiezan a crear las primeras zonas para la protección de la fauna y los bosques. (Escudero, Iriundo, & Albert, 2002; ASOCAE, conservación, antecedentes históricos, historia 3; Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios, 2003).

En Estados Unidos de América (USA), se producen diferencias entre dos movimientos, los **conservacionistas**, quienes impulsaban la protección de ecosistemas que brindan beneficios a los seres humanos y posibilitan el desarrollo económico, y por otra parte estaban los **preservacionistas**, quienes sostenían que los sistemas biológicos tienen un valor que merece ser protegido independientemente de los beneficios que le representen a la sociedad; ejemplos de estas formas de conservación se practican en USA y Europa (ASOCAE, conservación, antecedentes históricos, historia 3).

En las décadas intermedias del s. XX, tuvo lugar un crecimiento acelerado de las tecnologías, la industrialización y la urbanización, promoviéndose así la idea del desarrollo con base en el aumento de la población humana y de la esperanza de vida para la misma; sin embargo, con el consecuente uso de combustibles fósiles (carbón y petróleo), consumo y degradación del ambiente; se generó una reacción cultural. Después de las guerras mundiales, se promueve una ética social por la conservación de la naturaleza, surgiendo un movimiento ideológico que aboga por la protección de la vida y en contra de la tecnología y actividades antrópicas que generan su destrucción, esto tuvo trascendencia

mundial en adelante (Nebel & Wright, 1999; Rozzi, Primack, Feinsinger, Rizo, & Massardo, 2001; Urquidi & Nadal, 2007).

No obstante, la explosión demográfica continuó, y con ella se aceleró la pérdida de la biodiversidad. El incremento alimenticio y el mejoramiento de la salud por los avances médicos permitieron que la población humana aumentara desde 1000 millones en inicios del siglo XIX, a casi 2000 millones en 1930 y casi tres mil millones en 1960 (Bornemiza, 2002), esto se ve reflejado en la pérdida creciente de especies hacia el futuro; “Solo baste considerar, como indicador final del deterioro ambiental, que a inicios del siglo XX se perdía una especie anual, en 1950, unas seis, en 1975, cuatrocientas, en 1990, unas ocho mil, y en 2000, cincuenta mil especies por año” (Capalbo, 2005).

En la segunda mitad del s. XX los científicos que abordan las problemáticas ambientales integraron diferentes disciplinas provenientes de las ciencias naturales, sociales y la tecnología a través del método denominado: **interdisciplina**. Esto permitió el análisis equilibrado de los aspectos antrópicos y biofísicos en sistemas integrantes, la predicción de escenarios futuros y la proposición de estrategias de desarrollo a largo plazo que permitan el bienestar de la población humana y los demás seres vivos (MEN, 2006; Malpartida, 2001; Carrizosa, 2001; Odum & Barret, 2006). Esto impulsó a la Organización de las Naciones Unidas (UN) a realizar una cumbre mundial sobre medio ambiente, la denominada Declaración de Estocolmo de junio de 1972, están en su proclama y principios, algunas de las recomendaciones del Club de Roma y estrategias efectivas e innovadoras para la conservación biológica. Se crea el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (Desarrollo Sostenible, desarrollo económico respetuoso del ambiente natural y social, 2006) y el Convenio sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, con el fin de promover la investigación y estrategias en el ámbito mundial para aprovechar los recursos naturales con su mantenimiento y evitar su desaparición (Primack, Rozzi, Feinsinger, & Massardo, 2001). Sin embargo, se nota una clara intención por establecer la prevalencia del crecimiento económico y el desarrollo humano con la conservación de la naturaleza para su beneficio, con el fin de responder a los intereses de los políticos y no ceder ante las pretensiones de los preservacionistas y las propuestas de crecimiento cero. Aquí también inicia una controversia sobre el desarrollo económico, pues hasta hoy en día, la gran mayoría de las naciones buscan el crecimiento económico ilimitado como principal alternativa.

Para la década de 1980, en los USA surge también preocupación por la degradación ambiental y la pérdida de la vida salvaje, el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), entidades gubernamentales y organizaciones ambientalistas de esta nación, emplean los términos: **biodiversidad** y **diversidad biológica** para referirse a la variedad de especies con sus genes, organizaciones supraindividuales y ecosistemas (Nuñez, González, & Barahona, 2003).

En 1982 se creó la *International Association for Landscape Ecology* conformada por biogeógrafos, quienes para analizar y caracterizar los ecosistemas de una región, consideraron el espacio de forma explícita, reconocieron al hombre como parte integrante del sistema ecológico y la heterogeneidad espacial y temporal de los medios estudiados, teorizando así la **ecología del paisaje**, tal y como se desarrolla hoy en día (Burel & Baudry, 2001).

En 1983 la asamblea de las UN creó una comisión para que elaborara un informe sobre el estado del medio ambiente y la problemática mundial en ese entonces y hacia el futuro, la cual presentó su

informe cuatro años después, en este se expone la propuesta del **desarrollo sostenible**, como aquel que "satisface las necesidades de la generación actual sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades" (Naciones Unidas, 1987).

En 1985 se fundó la Sociedad de Biología de la Conservación, y desde entonces los biólogos de la conservación han procurado formular un conjunto de principios que proponen perspectivas de investigación y de aplicaciones prácticas, como también fundamentos éticos para la nueva transdisciplina... (entre estos principios están:)... la diversidad de organismos es buena, la extinción prematura de las poblaciones de especies es negativa, la complejidad ecológica es necesaria, la evolución es valiosa, las comunidades biológicas y los ecosistemas son dinámicos, la diversidad biológica tiene un valor intrínseco. (Rozzi, Primack, Feinsinger, Dirzo, & Massardo, 2001)

La biología de la conservación plantea **paradigmas** de gran importancia como el de que la evolución es el proceso que explica la existencia de la diversidad, el de la dinámica ecológica y el de entender el importante papel del hombre para la conservación de la naturaleza (Meffe & Carroll, 1994). En 1989 la WWF, define la diversidad biológica como: "la riqueza de la vida sobre la Tierra, los millones de plantas, animales y microorganismos, los genes que contienen y los intrincados ecosistemas que contribuyen a construir el medio natural" (Primack & Ros, 2002).

▪ **Calentamiento global y pérdida de la biodiversidad.** Desde la década de 1980 los científicos estaban encontrando que la temperatura ambiental se estaba incrementando a un ritmo sin precedentes, ello debido al aumento de la concentración de gases como: dióxido de carbono (principal responsable), metano, óxido nitroso, clorofluorocarburos y compuestos perfluorados, que producen el denominado **efecto invernadero**, originando este fenómeno de aumento de la temperatura llamado: **calentamiento global** (World Wide Fund for Nature (WWF)). Este incremento en la temperatura genera un cambio drástico para la biodiversidad, para el cual muchas de las poblaciones no podrán adaptarse y se extinguirán, por lo tanto puede generar pérdidas en los sistemas de producción agrícola y pecuaria, así como otros efectos indeseados y desastrosos para la sociedad.

▪ **La Cumbre de Río y el Convenio sobre Diversidad Biológica.** En este contexto de problemáticas ambientales que nuevamente imponían limitaciones al desarrollo económico, "En 1992 se celebró en Río de Janeiro, Brasil, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo... Dicha reunión generó... el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), siendo... el primer acuerdo mundial enfocado en la conservación y el uso sostenible de la biodiversidad. (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Convenio sobre diversidad biológica, 2009). La cumbre en Río de Janeiro es la más importante en el ámbito político porque reunió y fue ratificada por más de 150 países, aceptando problemáticas ecológicas relacionadas con el impacto de las actividades socioeconómicas en todo el globo. Aunque se sigue teniendo una visión antropocéntrica, en su declaración se estipulan fines como la armonía entre el ser humano y la naturaleza, la democratización de los asuntos ambientales, la reducción de la pobreza y la búsqueda de la paz como estrategias para la superación de las crisis ambientales (Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, 1992).

El CDB ganó rápidamente una aceptación generalizada y más de 150 gobiernos firmaron el documento en el marco de la Cumbre en Río de Janeiro. "Los objetivos del convenio son: la

conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre los recursos y las tecnologías.”(Orozco, 2006).

En Colombia, movimientos preservacionistas de la sociedad civil venían educando a la sociedad desde la década de 1960. A partir de 1990, se fortalece el sistema legal y gubernamental, brindando herramientas para la conservación de la biodiversidad, con instrumentos como la Constitución Política de 1991, la Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente e institutos de investigación (Arcila & Herrera, 1998; Asamblea Nacional Constituyente, 1993; El Congreso de Colombia, 1993; Torres, 2007).

6.2 Teorías actuales sobre la conservación de la biodiversidad

En la época actual, la protección y el manejo sustentable de la biodiversidad toma vigencia más que nunca y emerge un nuevo campo de estudio, abordado desde diferentes disciplinas, que muestra el componente biótico de nuestro planeta con su gran variedad, complejidad y riqueza, pero a la vez frágil y en proceso de deterioro por la acción humana; es aquí donde surge la **biología de la conservación** como ciencia multidisciplinar que busca comprender las redes de causas y efectos que originan la pérdida de la diversidad biológica, generar conciencia social al respecto y prevenir el deterioro ambiental (Rozzi, Primack, Feinsinger, Dirzo, & Massardo, 2001). En este mismo sentido, la ciencia ambiental y la gestión ambiental buscan generar alternativas de desarrollo humano compatibles con la conservación de los recursos naturales. Ambas ciencias se basan en la ecología y por ello es difícil establecer límites entre ellas; tal vez las diferencien sus fines, mientras la biología de la conservación busca el mantenimiento y recuperación de la biodiversidad, la ciencia ambiental busca el desarrollo socioeconómico y la sustentabilidad ambiental; sin embargo, ambas se entrelazan en muchas de sus construcciones teóricas y conceptos; así como en sus metodologías, por lo que no es conveniente tomar una posición excluyente hacia una u otra.

6.2.1 Biodiversidad

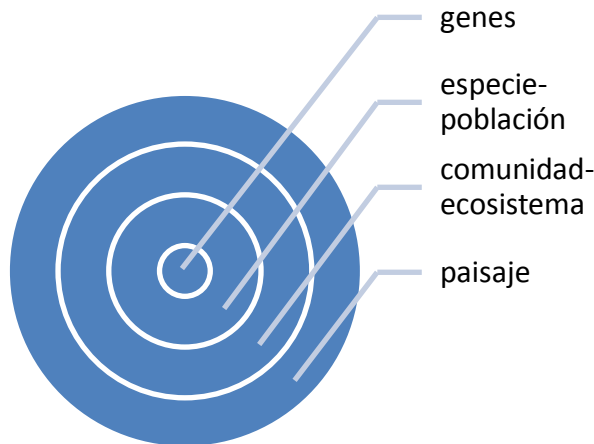
“La biodiversidad es un resultado del proceso evolutivo que se manifiesta en la existencia de diferentes modos de ser para la vida. Mutación y selección determinan las características y la cantidad de diversidad que existen en un lugar y momento dados. Diferencias a nivel genético, diferencias en las respuestas morfológicas, fisiológicas y etológicas de los fenotipos, diferencias en las formas de desarrollo, en la demografía, y en las historias de vida. La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos.” (Halfpter & Ezcurra, 1992)

Este concepto se refiere a la variedad en las formas de vida, desde las moléculas que se producen en el interior de cada organismo, hasta las relaciones que se establecen entre ellos y con su medio físico, así como los sistemas que forman. Para su estudio se determinan unidades biológicas⁵ o entidades, “El conocimiento de la biodiversidad requiere considerar los diferentes niveles jerárquicos de organización de la vida (genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas), junto con sus

⁵ “elementos de la biodiversidad... objeto de estudio... en cualquiera de sus niveles de organización o escalas” (Suárez-Mayorga, 2007).

atributos⁶: composición, estructura y funcionalidad. Su estudio puede abordarse a partir de tres grandes preguntas en cada uno de los niveles: ¿Qué elementos la componen?, ¿Cómo están organizados? y ¿Cómo interactúan?” (Noss 1990 citado en Villareal, y otros, 2004).

Figura 3. Jerarquías anidadas de la biodiversidad.



Para estas cuatro jerarquías “anidadas”, puesto que la de mayor nivel contiene a las demás y así sucesivamente, se distinguen tres cualidades básicas: composición, estructura y función: La **composición** es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué entidades biológicas están presentes y cuántas hay), la **estructura** es la organización física o el patrón del sistema y la **función** son los procesos ecológicos y evolutivos (CONABIO, ¿Qué es la biodiversidad?, 2009; Noss, 1990).

Con fines comparativos en escalas geográficas de diferente magnitud, la biodiversidad también se estudia a partir de la riqueza de especies y otros indicadores de la **diversidad alfa**, la cual se calcula con base en el número de especies en una comunidad biótica determinada (Primack & Ros, 2002); la **diversidad beta**, “representa la tasa de cambio y/o reemplazo entre comunidades en una región” (Trujillo, 2009); y la “**diversidad gama**, se aplica a escalas geográficas mayores” (Primack & Ros, 2002), se refiere a “la diversidad global en una zona, compuesta por varias comunidades” (Trujillo, 2009). Se pueden interpretar estos conceptos, tal como se representan en la figura 4.

En cuanto a los índices y parámetros utilizados en la ecología, la biogeografía, la demografía, la biología de la conservación y otras disciplinas para medir la biodiversidad desde la escala poblacional hasta la paisajística, hay un traslape entre las categorías composición-estructura y estructura-función; por lo que se asignan en este trabajo, según la definición adoptada con el fin de simplificar, aclarar y ejemplificar la aplicación de este enfoque.

- **Genes.** Desde los descubrimientos de Mendel en el s. XIX, se supo que la transmisión de las características físicas (fenotipo) de los padres a los hijos, debía provenir de algún tipo de

⁶“son las características que describen o explican una entidad” (Suárez-Mayorga, 2007).

sustancias en las células, con experimentos y el descubrimiento de los cromosomas en las primeras décadas del s. XX, se confirmó tal sospecha y se pudieron asociar las teorías: genética...

Figura 4. Tipos de diversidad biológica.



Adicionalmente, se integran en este gráfico explicaciones de Rangel (2005), Halffter, Moreno & Pineda (2001), Romero & Morláns (2010), Forman (1995) y Villareal y colaboradores (2004).

...y evolución. Luego, con el descubrimiento del código genético por Watson y Crick a mediados de siglo, se entendió el mecanismo a partir del cual se producen proteínas con base en la molécula de ácido desoxirribonucleico (ADN) (Vilée, 1996). Esto constituye el llamado “dogma central de la biología molecular: detrás de todas las características físicas de los organismos hay un fragmento de DNA que se transcribe en RNA mensajero y se traduce en proteínas, estas son las responsables de las características físicas del organismo.” (Chaparro, 2011).

Hoy en día se sabe con exactitud que una secuencia ordenada de tripletes (codones) de bases nitrogenadas del ADN, codifican las instrucciones para que en la célula se produzca un polipéptido y con estos, el fenotipo y el funcionamiento de un organismo; por lo tanto un gen, es la mínima unidad funcional del ADN y en consecuencia, de la herencia (Barrera, 2001; Vélez, 2004).

La diversidad genética o variación, es el componente intraespecífico de la heterogeneidad biológica, la cual está dada por la cantidad de alelos que tenga la especie en sus genes (variabilidad genotípica) “y los caracteres que estos diferentes alelos codifiquen en el organismo (variabilidad fenotípica).” (Halffter & Ezcurra, 1992).

Los genes contienen entonces toda la información (genoma) para crear y sostener a un ser vivo y a los individuos que intercambian esta información de manera hereditaria, aquí radica la posibilidad de originar variabilidad en los seres vivos para asegurar la supervivencia y función de los mismos mediante el mantenimiento de su vitalidad reproductiva, la resistencia a las enfermedades y la capacidad de adaptación a condiciones cambiantes (Primack & Ros, 2002).

▪ **Especie.** El concepto de especie siempre ha estado en discusión científica. Desde el inicio de la biología con Aristóteles hasta hoy en día, se ha concluido que dependiendo del tipo de análisis y/o el tipo de organismo, se aplica un significado u otro; la definición de especie varía si se habla de bacterias, animales o plantas; también si se tratan temas evolutivos, anatómicos o fisiológicos. Uno de los términos más aceptados es el concepto biológico de especie (CBE), propuesto por Mayr en 1940, el cual plantea: <<Las especies son grupos de poblaciones naturales real o potencialmente intercruzables, aislados reproductivamente de otros grupos análogos>>. En la biología de la conservación también se utiliza el concepto evolutivo de especie, o incluso el morfológico. Combinando una perspectiva genética y taxonómica, puede definirse la especie “como los grupos de poblaciones que continuamente intercambian genes o son fenotípicamente similares”(Monroy-Vilchis, 2003).Lo que sí sigue siendo muy utilizado para nombrar cada especie es el sistema binomial de Lineo, mediante el cual se escribe el nombre en latín, compuesto por el del género, el cual inicia con letra capital, seguido por el nombre de la especie. (Barberá, 1994).

Las especies y sus poblaciones son tomadas como unidades de análisis para el estudio de la biodiversidad, “La caracterización de las especies provee una medida de la variedad de formas de vida, además aporta información de diferentes facetas de esa variedad, como diversidad funcional (como un descriptor de la cadena alimenticia), diversidad a diferentes niveles taxonómicos (p.e. géneros y familias) y heterogeneidad espacial” (Gaston 1996 citado en Villareal, y otros, 2004).

• **Población y Comunidad.** Para definir estos conceptos, se toma como base la ecología, pues lo importante aquí son las interacciones entre los individuos semejantes, con otros diferentes y con su medio abiótico; esto determinará el éxito o fracaso de la especie y por consiguiente, las medidas que se deben tomar para su conservación. Una “**Población** se define como: cualquier grupo de organismos de la misma especie que ocupa un espacio en particular y funciona como parte de una **comunidad biótica**, la cual a su vez se define como el ensamble de poblaciones que funcionan de la misma manera que una unidad integrante, a través de una serie de transformaciones metabólicas coevolutivas en un área prescrita del hábitat físico.” (Odum & Barret, 2006). Adicionalmente, se tienen en cuenta las interacciones entre los individuos y poblaciones (Primack & Ros, 2002). Cabe resaltar que en términos de biodiversidad lo importante son las poblaciones y no los individuos, pues aunque estos posean genes, los cuales tienen gran utilidad; de manera aislada, un individuo en la naturaleza, al no poder reproducirse e interactuar de manera notable en el ecosistema, pierde su función y tiende a desaparecer sin dejar descendencia.

A continuación se identifican algunas variables de estudio en poblaciones y comunidades en cuanto a sus atributos, con base en los planteamientos de Odum & Barret (2006), Primack y colaboradores (2001) y Villedo (1996):

- Las poblaciones presentan unas propiedades que resultan de la relación del conjunto de organismos; caben aquí los conceptos de sinergia y emergencia. Se establecen unas variables medibles y cuantificables estadísticamente, tales como: densidad y abundancia, referidas a su composición; la distribución de las edades, proporción de sexos y distribución espacial, muestran su estructura; y características como sus tasas y formas de crecimiento, factores e influencia ecosistémica (capacidad de carga, perturbaciones o tensionantes), determinan sus propiedades funcionales.
- En las comunidades, las propiedades de estructura y función surgen como producto de la interacción entre especies (cada especie es entendida como una población). En las comunidades terrestres las poblaciones vegetales más abundantes determinan en gran medida las otras especies que

viven en el lugar, por lo que la cobertura vegetal dominante se utiliza para nombrar una biocenosis y su biotopo. En una biocenosis se aprecian características como: la riqueza y abundancia relativa de especies y los componentes tróficos⁷ en lo que se refiere a la composición; los estratos, distribución de elementos abióticos (rocas, cuerpos de agua, troncos, profundidad y fertilidad del suelo) y la densidad del follaje entre otros, con relación a la estructura; y las interacciones interespecíficas (competencia, amensalismo, comensalismo, parasitismo, depredación, mutualismo, etc.), intercambio de materia y energía (ciclos biogeoquímicos, red y pirámide trófica), sucesión ecológica y coevolución entre otros, hacen referencia a la funcionalidad. Como se nota, en el estudio de la biodiversidad de la biocenosis, se integran componentes y procesos físicos y químicos, por lo que este análisis también se realiza en la jerarquía ecosistémica con mayor énfasis que en el estudio de poblaciones.

- **Paisaje Ecológico.** Para el estudio de la biodiversidad en este trabajo, se adopta el siguiente concepto: “un paisaje se define como una porción de espacio geográfico, homogéneo en cuanto a su fisionomía⁸ y composición, con un patrón de estabilidad temporal, resultante de la interacción compleja del clima, rocas, agua, suelos, flora, fauna y el ser humano, que es reconocible y diferenciable de otras porciones vecinas de acuerdo con el análisis (resolución) espacio-temporal específico” (Etter 1990 citado en Villareal, y otros, 2004).

Para el paisaje se pueden estudiar características como: riqueza y los tipos de parches (coberturas o usos del suelo); área, perímetro y estados sucesionales de los elementos, sirven para describir su composición. La diversidad de los fragmentos y sus formas, fisionomía, distribución de ecosistemas y conectividad entre otras, sirven para estudiar la estructura del paisaje; y los fenómenos de perturbación⁹, las tasas de transferencia de nutrientes, energía y biológicas entre las diferentes comunidades y parches, indican sus atributos funcionales. (Adaptado de: Rozzi, Feinsinger, Massardo & Primack, 2001; Forman, 1995; Rincón, Toro, & Burgos, 2009; Simonetti, 1995; Molles, 2006)

6.2.2 Crisis de la biodiversidad, su importancia y opciones de conservación en la actualidad

Aunque el número de especies en el planeta es relativamente grande, pues se calcula que hay unas 13 millones o incluso más, de las cerca de dos millones clasificadas (Tierramérica, 2002). Desde la aparición de la humanidad, se ha incrementado el número de especies que desaparecen, a este hecho, se le denomina **extinción**. Si la especie desaparece de un hábitat o lugar, se habla de **extinción local**, si la especie desaparece en toda la Tierra, se denomina: **extinción global**, este es un hecho irreversible; el cual se ha acelerado en las últimas décadas. Cuando se extingue una especie, también se pierde su información genética y se afecta negativamente al ecosistema que lo contiene al modificar su estructura y generar un deterioro de sus funciones. Desde hace más de una década se ha advertido la extinción de numerosas especies, junto con la degradación de muchas biocenosis y paisajes; tanto así, que se considera que estamos en la sexta extinción masiva. Durante alrededor de 4000 millones

⁷ “los organismos que constituyen la biomasa del ecosistema... **productores**,... que pueden producir materiales orgánicos complejos a partir de sustancias inorgánicas simples;... los macroconsumidores o **fagotrofos**, que ingieren otros organismos o fragmentos de materia orgánica, y... los microconsumidores, o **saprotrofos**... que desdoblán los complejos compuestos de organismos muertos, absorben parte de los productos de descomposición y liberan nutrientes inorgánicos aprovechables por los productores para completar los varios ciclos de los elementos(Villee, 1996).

⁸ “se refiere a los atributos asociados con la disposición física de los elementos del paisaje”(Sarmiento, 2001).

⁹ “actividad o factor... de menor grado... que modifica el estado original... de un ecosistema... sin repercusiones importantes”(Sarmiento, 2001).

de años de existencia de la vida en la ecosfera¹⁰, se han producido pérdidas de más del 50 % de las especies en ciertos periodos, principalmente por cambios climáticos a escala planetaria y catástrofes naturales (Primack, Rozzi, Dirzo, & Massardo, 2001), pero en la actualidad, debido a la pérdida, fragmentación y/o alteración de los hábitat, la sobreexplotación de poblaciones de especies silvestres, la contaminación, el cambio climático y las especies invasoras (WWF, 2010); los seres humanos estamos generando un proceso de extinción irreparable en los próximos millones de años. Por ejemplo, la tasa de extinción de aves y mamíferos ha pasado de una por década hace 300 años a 40 para finales del siglo XX (Primack, Rozzi, Dirzo, & Massardo, 2001).

El desarrollo económico entonces, debe basarse en la capacidad de carga¹¹ de los ecosistemas. Esto implica que el modelo económico debe tener en cuenta las llamadas externalidades¹² y límites del crecimiento económico. Desde hace más de un siglo, los economistas reconocieron a la naturaleza como un factor de producción, de allí surge el concepto de **capital natural**, que en la actualidad es entendido “como todo stock que genera un flujo de bienes y servicios útiles o renta natural a lo largo del tiempo... A parte de estos componentes (estructura del ecosistema), el capital natural engloba todos aquellos procesos e interacciones entre los mismos (funcionamiento del ecosistema) que determinan su integridad y resiliencia¹³ ecológica.” (Gómez-Baggethun & de Groot, 2007). La biodiversidad en su integridad ofrece a la sociedad **servicios ecosistémicos**, entendidos estos como “los productos de su estructura y funcionamiento con incidencia potencial o real en el bienestar humano pueden ser conceptualizados respectivamente como funciones y servicios de los ecosistemas” (Gómez-Baggethun & de Groot, 2007), entre estos se encuentran:

- Servicios de suministro: bienes obtenidos directamente de los ecosistemas (p.ej. alimentos, medicinas, madera, fibra, biocombustibles).
- Servicios de regulación: beneficios obtenidos de la regulación de procesos naturales (p.ej. filtración del agua, descomposición de residuos, regulación climática, polinización de cultivos, regulación de algunas enfermedades humanas).
- Servicios de apoyo: regulación de funciones y procesos ecológicos básicos que son necesarios para el suministro de todos los demás servicios ecosistémicos (p.ej. ciclo de nutrientes, fotosíntesis, formación de suelo).
- Servicios culturales: beneficios psicológicos y emocionales obtenidos de las relaciones del hombre con los ecosistemas (p.ej. experiencias recreativas, estéticas y espirituales enriquecedoras). (WWF, 2010)

Bajo esta perspectiva, la biodiversidad como parte del capital natural se integra al sistema económico como fuente limitada de recursos que debe ser manejada racionalmente para el sostenimiento social y cultural y el mejoramiento de la calidad de vida, tal como se muestra en la figura 5. Nótese que se tiene una perspectiva global; la valoración económica de la biodiversidad, introducida por la economía ambiental, debe realizar sus análisis desde lo local hasta lo mundial, desde los efectos directos hasta los indirectos y de manera compleja, para acercarse a su valoración real.

¹⁰ “Todos los organismos vivos de la Tierra que interactúan con el ambiente físico como un todo” (Odum & Barret, 2006).

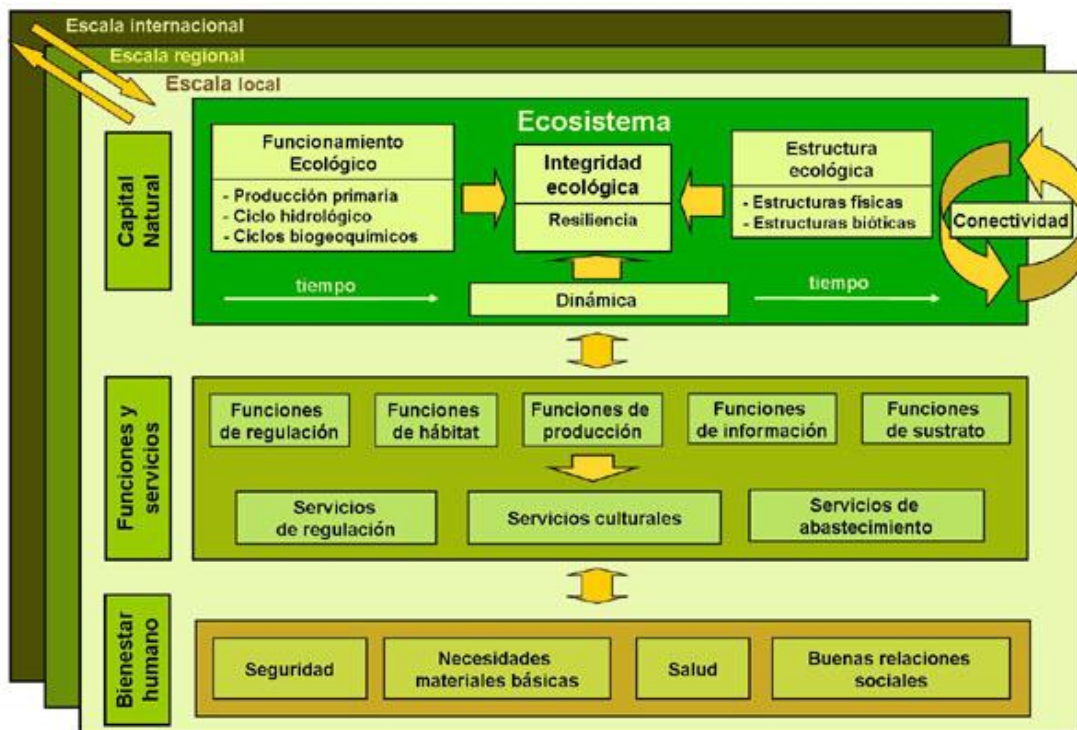
¹¹ “la tasa máxima de consumo de recursos y descarga de residuos que se puede sostener indefinidamente sin desequilibrar progresivamente la integridad funcional y la productividad de los ecosistemas principales, sin importar dónde se encuentren estos últimos.” (Rees 1990 citado en Rees & Wackernagel, 1994).

¹² “se definen como los efectos no contemplados en el mercado de las actividades de producción y consumo” (Barajas, Gómez, & Gutiérrez, 1997).

¹³ “Amplitud de las tolerancias ambientales en un ecosistema, que le permite asimilar perturbaciones sin deteriorarse definitivamente.” (Sarmiento, 2001).

Finalmente, las causas de la pérdida de biodiversidad son antrópicas: el crecimiento demográfico humano, junto con el aumento del consumo por parte de sus individuos y el uso de tecnologías inadecuadas; y un fenómeno en controversia con respecto a sus causas, el cambio climático. Por ello, entre 1970 y 2007, aunque en los territorios de las zonas templadas, donde se ubican las naciones desarrolladas, las poblaciones de especies se han recuperado en un 30 %, según el Índice Planeta Vivo¹⁴, mientras que en el trópico han disminuido alrededor del 60 % en el mismo periodo, dando como resultado, una disminución global de casi el 30 % (WWF, 2010), pues hay que tener en cuenta que los trópicos contienen más del 70 % de la biodiversidad del planeta (McNeely y otros 1990 citado en Arcila & Herrera, 1998). De manera que el consumo humano de los países desarrollados,...

Figura 5. Capital natural y bienestar humano.



Fuente: (Gómez-Baggethun & de Groot, 2007). Las funciones de los ecosistemas permiten generar todo un flujo de servicios con incidencia en todos los componentes básicos del bienestar humano.

...medido mediante la huella ecológica¹⁵, sobrepasa la productividad de sus ecosistemas, y están consumiendo el capital natural de los países en vías de desarrollo. Estas naciones tropicales explotan también, generalmente de manera irracional, su capital natural, generando pobreza, lo cual pone en riesgo de crisis, a las mismas potencias económicas. Por ello, se adelantan a nivel internacional más compromisos para asegurar la conservación de la biodiversidad tropical. Sin embargo, esta conservación requiere una reducción de la tasa de crecimiento humano, un cambio a tecnologías limpias y fuentes alternativas de energía, la redistribución de la riqueza y el cambio en los patrones de consumo, para disminuir la presión sobre la biósfera. Un cambio civilizatorio aún utópico ante las

¹⁴ Muestra las tendencias de crecimiento (%) de cerca de 8000 poblaciones de vertebrados. (WWF, 2010)

¹⁵ "es un método de medición que analiza las demandas de la humanidad sobre la biosfera comparando la demanda humana con la capacidad regenerativa del planeta." (WWF, 2010)

tendencias globales, que requiere grandes transformaciones culturales, pero que debe ser adoptado para evitar un colapso económico de mayores proporciones, que finalmente origine una caída de la población de homínidos por efecto de conflictos, epidemias y/o hambrunas; escenarios en los que la biodiversidad también será disminuida drásticamente.

6.2.3 Opciones para la conservación de la biodiversidad en Colombia

Nuestra patria es uno de los países megadiversos, ocupa el segundo puesto en biodiversidad (genes, especies y ecosistemas) del mundo, el primer puesto en diversidad de aves (1801 especies) y orquídeas (4010 especies), es el segundo en diversidad de plantas (cerca de 41.000 especies), anfibios (763 especies), peces dulceacuícolas (1435 especies) y mariposas (3273 especies), es el tercer país del mundo en diversidad de reptiles (506 especies) y palmas (231 especies), y el cuarto en diversidad de mamíferos (479 especies) (IAvH, Colombia en el mundo). Sin embargo, nuestra biodiversidad presenta graves amenazas, las cuales “están relacionadas con los esquemas de desarrollo que ha adoptado el país”(Gast, 2004), que han favorecido el negocio mundial de las drogas ilícitas, la inequidad social, la contaminación de los ecosistemas acuáticos, la invasión de especies introducidas, la deforestación y degradación de los suelos entre otros factores de deterioro ambiental, que han generado consecuencias como: la transformación y fragmentación de los hábitat naturales y la sobreexplotación de poblaciones silvestres en ecosistemas estratégicos y/o áreas protegidas; ocasionando pérdidas de aproximadamente el 30 % de los bosques y la identificación de 1500 especies de plantas y animales en proceso de extinción. (Rangel, 2005; IAvH, Biodiversidad en cifras; Red de Seguridad y Defensa de América Latina; Rodríguez , 1994).

Por lo anterior, se requieren estrategias e instrumentos adecuados que permitan su conservación y posicionamiento como factor de desarrollo, a continuación se consideran algunos aspectos: es necesario aplicar la normatividad nacional que protege y regula el aprovechamiento de la biodiversidad, caracterizar la infraestructura ecológica y adaptar el uso del suelo, la infraestructura artificial, la tecnología y las actividades socioeconómicas a esta y a la cultura en cada región, para aprovechar sustentablemente los ecosistemas y los avances logrados en su conservación en beneficio de toda la nación a través de un modelo de desarrollo económico propio. Considerando lo anterior, es posible mejorar notablemente la calidad de vida de la mayoría de la población que se encuentra en condiciones de pobreza y miseria, manteniendo y enriqueciendo nuestra diversidad biológica (Rangel, 2005).

6.3 Ideas previas

Desde una edad muy temprana los niños elaboran significados de muchas palabras que se utilizan en la enseñanza de las ciencias, estos suelen ser mantenidos con firmeza, aún cuando ya se haya tenido un proceso de educación formal; estas ideas van cambiando progresivamente a medida que se hayan tenido experiencias de aprendizaje que generen un cambio conceptual en el individuo(Osborne & Freyberg, 1995). Las preconcepciones que tienen los alumnos son representaciones, más o menos, complejas, coherentes e integradas, que forman parte de modelos mentales o teorías que, a pesar de ser incorrectas desde el punto de vista científico (en ocasiones), tienen un cierto poder explicativo y predictivo(Carretero, 1997).

Bajo el paradigma del constructivismo, el cual corresponde al enfoque pedagógico adoptado para este trabajo, sin excluir aplicaciones convenientes de otros, y que también es el que adopta el CP, es importante identificar el nivel de cognición que tienen los estudiantes sobre los conceptos, métodos y

valores a enseñar. El estudio de las ideas previas es muy útil porque se busca la comprensión de los conceptos y no solo la memorización para resolver ejercicios cuyo significado sea ajeno. También permite que el profesor diseñe sus estrategias y metodologías de enseñanza a partir del conocimiento de los educandos, favoreciendo la construcción de conocimiento, con un papel activo del docente y el alumno permitiendo el desarrollo de aspectos procedimentales y actitudinales (Carretero, 1997). El conocer estas preconcepciones ayuda a definir el lenguaje y discurso a emplear para llevar los conceptos desde el significado de lo(a)s estudiantes a otro nivel de mayor profundización y cambiar la apropiación del término en diferentes contextos (Carretero, 1997). Para conseguir una mejor incorporación del significado científico de los términos, la “nueva idea deberá ser: inteligible, es decir, que se muestre coherente e internamente consistente; plausible, esto es, conciliable con otros criterios que ya tenga; y fructífera, es decir, preferible al antiguo punto de vista por su elegancia, economía y/o utilidad” (Osborne & Freyberg, 1995).

En las personas objeto de esta propuesta didáctica (jóvenes entre los 13 y 16 años de grado 8° del CP) debe presentarse un “código restringido” (Sadovnik, 2001); es decir, un lenguaje alejado del científico que proviene del entorno sociocultural del individuo, o una deficiencia de “capital cultural” (Bourdieu, 1991), competencias que se desarrollan en el núcleo familiar. Esto puede incidir notablemente en la comprensión de los conceptos que se desea lograr en esta población escolar, razón adicional por la cual, es importante conocer los significados de los términos y, en alguna medida, el nivel de desarrollo de las competencias que se desean formar.

Los test, son los instrumentos más recomendados para conocer las ideas previas de esta población, se recomienda la “elaboración de cuestionarios cerrados de elección múltiple sobre aspectos específicos, potencialmente conflictivos en los que se suele combinar lo gráfico y lo verbal” (Carretero, 1997). La encuesta con preguntas abiertas también es válida, pues permite conocer mejor lo que piensa el alumno (Osborne & Freyberg, 1995). Otro instrumento útil es el test psicológico con preguntas de rejilla para conocer la representación, evaluación y posición personal (Zimmermann, 1995). Aplicando estas herramientas valorativas, es posible establecer el grado de conocimientos científicos y de competencias intelectivas y actitudinales, aspectos de gran importancia para la educación ambiental en el “diseño, desarrollo, evaluación y rediseño de campañas educativas en las comunidades para inducir cambios de actitudes y de comportamientos ecológicamente relevantes, para la conservación de los recursos naturales” (Zimmermann, 1995). El cuestionario aplicado a los estudiantes para diagnosticar las ideas previas de estos con respecto a la biodiversidad, se puede apreciar en los documentos complementarios... véase Anexo A ...

6.3.1 Resultados de las ideas previas de los educandos

De la tabulación de las respuestas dadas por los estudiantes en los test aplicados se obtienen datos que reflejan conocimientos, aptitudes intelectivas y actitudes de los estudiantes de grado 8° del CP para el año 2011 en la jornada de la mañana (JM). Estos se exponen para cada parte del cuestionario, pues en estas se estudian diferentes competencias.

- **Parte I. Conceptualización del término biodiversidad, jerarquías e importancia. Significado de la biodiversidad.** Las respuestas a la primera pregunta sobre el significado del término biodiversidad, se refirieron en mayor cantidad (45 %) a la variedad de las unidades de sistemas biológicos de los individuos y ecosistemas (DJ); otra parte importante (30 %) indicó que tiene que ver con los seres vivos (RV); otra parte (7,5 %) hizo referencia al atributo de función de la

biodiversidad (FB); otra parte significativa (12 %) de los encuestados relacionó el término con la diversidad cultural y psicológica exclusivamente (DC); y una parte minoritaria (5 %) no respondió (NS/NR). La figura 10 ilustra estos resultados. ... véase Anexo B ...

Conocimiento de las jerarquías de la biodiversidad. Para las respuestas a la segunda pregunta sobre las jerarquías o niveles de la biodiversidad se encontró lo siguiente:

- La primera parte de la pregunta hizo referencia a la diferenciación de escalas en el estudio de la biodiversidad, a lo que la mayoría (70 %) contestó que sí, otra parte (13 %) contestó que no y otra parte (17 %) no sabía o no respondió (NR/NS). La figura 11 ilustra estos resultados. ... véase Anexo B ...
- La segunda parte de la pregunta solicita nombrar las diferentes jerarquías de la biodiversidad. Una parte importante (35 %) de los encuestados nombraron jerarquías (JB) de organización biológica subindividual y supraindividual (entre las que se encuentran las cuatro principales jerarquías de la biodiversidad); la mayoría de estos (23 %) identificaron una jerarquía, otra parte (10 %) identificó dos jerarquías y sólo una minoría (2.5 %) identificó tres jerarquías; esto se puede apreciar en la figura 12. Otra parte (20 %) de los estudiantes identificó las jerarquías como atributos de composición, estructura y función (AB), otros (12.5 %) identificaron las jerarquías como características psico-sociales de las personas (CH), y una pequeña parte (2.5 %) identificó las jerarquías como factores abióticos y sus fenómenos (FA). Estos resultados se ilustran en la figura 13. ... véase Anexo B ...

Importancia de la biodiversidad. Para la pregunta # 3, sobre la importancia de la biodiversidad, una parte importante (37.5 %) de los educandos respondió que ayudaba a mejorar la calidad de vida de los seres vivos (CV), otra parte (22.5 %) indicó que ayudaba al mantenimiento del planeta, las personas y las especies (CTHB), otra parte (25 %) lo asoció con el mantenimiento de la vida y los ecosistemas (CVE), otra parte (7.5 %) le dio una importancia cultural (IC) y otra parte (7.5 %) no respondió o no sabía (NS/NR). Estas respuestas se ilustran en la figura 14. ... véase Anexo B ...

▪ **Parte II. Identificación y diferenciación de los conceptos: especie, población, comunidad y paisaje.** En la pregunta # 4 se preguntó por el concepto de especie, obteniéndose un 34 % de aciertos. En la pregunta # 5, se preguntó por el concepto de población, obteniéndose un 55 % de aciertos. En la pregunta # 6, se solicita identificar las poblaciones de una biocenosis (comunidad), obteniéndose un 26 % de aciertos. En la pregunta # 7, se pide caracterizar un paisaje ecológico, obteniéndose un 47 % de aciertos. En general se obtuvo un promedio de 40.5 % de aciertos. Estos resultados se ilustran en la figura 15. ... véase Anexo B ...

• **Parte III. Apreciación del paisaje del Cerro de La Cruz y actitudes ambientales.** En esta sección se evalúa la descripción (pregunta # 8) y actitud (pregunta # 9) sobre el paisaje del Cerro de La Cruz, así como las actitudes ambientales (pregunta # 10) hacia la biodiversidad y su cuidado en general. La valoración se realiza en una escala de 1 a 5.

En cuanto a la descripción o caracterización de los atributos básicos del Cerro de La Cruz (DPCC), se obtuvo un valor promedio de 4.04; con respecto a la actitud hacia el Cerro de La Cruz (ACC), se obtuvo un valor de 3.4 y la medición de actitudes ambientales hacia la biodiversidad en general (AcB), arrojó un valor promedio de 4.06. Estos resultados se ilustran en la figura 16. ... véase Anexo B ...

6.3.2 Discusión de resultados y conclusiones

Aunque la muestra fue censal, el total de cuestionarios aplicados fue de 40, en los que participaron 90 estudiantes de 100. La ausencia de un 10% es normal, pues algunos estudiantes normalmente faltan y unos pocos no asisten a las clases. Se aprecian diferencias en los datos; no obstante, estos se distribuyen de manera normal en unos intervalos esperados, hay que tener en cuenta que los estudiantes han recibido formación escolar con anterioridad en estas temáticas, por lo que la evaluación muestra un rango que varía entre un nivel medio bajo y medio alto, mas no nulo ni muy alto.

En cuanto al significado del término biodiversidad, más del 90 % de los estudiantes lo asocian a la diversidad y atributos de las unidades bióticas, lo cual es correcto. Sin embargo, es una concepción reducida porque se limitan a aspectos como: los niveles de organización, la funcionalidad o “algo” relacionado con los seres vivos, pero no tienen una conceptualización de la integridad de la diversidad biológica.

Con respecto a las Jerarquías de la biodiversidad, la mayoría considera que sí se estudian; pero conocen muy pocas, pues menos de un 3 % hace referencia a tres jerarquías y casi una quinta parte identifica correctamente sólo una jerarquía. Al solicitar la identificación de las jerarquías, la mitad lo hacen correctamente y los otros las confunden con los atributos de la biodiversidad. El concepto que mejor reconocen y aplican sobre las jerarquías de la biodiversidad evaluadas es el de población, por un 55 % de los educandos y el que más confusión les genera es el de comunidad ecológica o biocenosis, pues sólo una cuarta parte de los estudiantes usó correctamente el término. En general, la apropiación adecuada de la categorización científica de las jerarquías ecológicas de la biodiversidad es media-baja. Se nota un alto porcentaje de desconocimiento (65 %) con respecto a las jerarquías de la biodiversidad, pues tal vez los docentes en grados anteriores no han enseñado claramente esta perspectiva.

Con respecto a la importancia de la biodiversidad, la gran mayoría (más del 90 %) atribuye correctamente beneficios a la diversidad biológica; sin embargo, su visión es muy limitada pues identifican un solo tipo de servicios ecosistémicos o ambientales, de los cuatro tipos nombrados en este trabajo... véase numeral 6.2.2 ...

En cuanto a la descripción del paisaje del Cerro de La Cruz, se aprecia un grado alto de conocimiento básico, esto se explica por la vivencia y observaciones académicas que han realizado los estudiantes en su entorno, pues estos espacios son utilizados para la práctica de actividades recreativas, culturales y deportivas.

En cuanto a las actitudes que presentan hacia el Cerro de La Cruz, se aprecia un grado medio de valoración, esto se explica porque hacia este paisaje, se tienen representaciones sociales negativas y positivas.

Para las actitudes ambientales hacia la biodiversidad, se observa un grado medio alto en este sentido, ello puede deberse a la educación ambiental que han recibido y reciben los educandos de manera formal e informal.

6.4 Didáctica para la enseñanza de la biología de la conservación

Respondiendo a los lineamientos políticos; así como a necesidades de estudiantes y docentes, se adopta el enfoque pedagógico del constructivismo y en especial el modelo del aprendizaje significativo, ya que este es aplicado desde la SED y por el CP. De todas maneras es necesario aclarar que debido a la estructura institucional y condiciones culturales, hay elementos de la didáctica tradicional que se seguirán empleando, como p. e.: la organización por unidades de tiempo y temas, la enseñanza masificada y unificada de contenidos, la regulación pedagógica de la convivencia y la aplicación de herramientas precisas de evaluación.

Bajo los fundamentos pedagógicos del constructivismo se puede decir que la didáctica de la biología se centra en “la resolución de problemas,... el planteamiento y evaluación de hipótesis,... observaciones connotativas y estructurales que permitan la identificación y señalamiento de relaciones” (Iafrancesco, 2005), se busca el trabajo investigativo informal del estudiante para que este llegue a deducciones e inducciones mediante la aplicación de un método lógico que le permita elaborar sus propios significados, para que estos sean contrastados con las teorías científicas y reconfigurados. Aquí el docente juega un papel muy importante como preparador de los ambientes de aprendizaje, orientador, regulador y maestro de sus alumnos, pues no se puede caer en la posición de que todo concepto construido es válido dejando de lado hechos y evidencias que pueden cambiar o refutar la veracidad de una hipótesis o significado. Aun reconociendo la frágil veracidad del conocimiento científico señalada por K. Popper en 1962 y Kuhn en 1972, el profesor de ciencias debe adoptar una aproximación a este conocimiento que le permita hacerlo objeto de trabajo en el aula y elaborar una versión que tenga en cuenta las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y el ambiente (CTSA) (Gallego & Gallego, 2006). Para esto el educador debe tener una formación científica y actualizada, con el fin de evitar el arraigo de conocimientos, antivalores y comportamientos, que aunque sean “construidos” por determinados grupos sociales en contextos específicos, lleven a errores en el empleo de categorías científicas, a la comprensión incorrecta de fenómenos y la generación de hábitos destructivos para el individuo y su entorno ambiental. Haciendo esta salvedad, la construcción de conocimientos facilita el empleo de estrategias educativas en la formación de procesos mentales “que permiten el desarrollo del proceso intelectual desde los niveles de mecanización y concreción, hasta los niveles de abstracción, lógica y formalización por parte de quien aprende” (Iafrancesco, 2005).

Una estrategia que sirve de marco para este proyecto pedagógico de educación ambiental es la del **cambio conceptual**, esta incluye un proceso de aprendizaje en el cual se estudia la evolución de los conceptos según el contexto, su papel estructurante en función de las relaciones significativas, se parte de los preconcepciones de los alumnos, se plantean conflictos cognitivos mediante ejemplos y análisis, se introducen nuevos conceptos de manera explícita y se estimula la participación activa conceptual para desarrollar autoestima en los educandos (Iafrancesco, 2005).

Otra estrategia didáctica complementaria es la de la **indagación**, la cual adicionalmente brinda una metodología de trabajo innovadora, llamativa y protagónica para los estudiantes; así como flexible, eficiente y de reconocimiento para el educador. Esta metodología potencia la exploración, comprensión, experimentación, predicción, comprensión y teorización; acciones que en conjunto permiten la apropiación de competencias científicas para estudiantes y docentes y para estos últimos, también las pedagógicas. En la práctica educativa se aplica el uso del razonamiento lógico y crítico a través de actividades no mencionadas, tales como: la manipulación de objetos y materiales, el uso de

evidencias e información de fuentes primarias y secundarias, resolviendo preguntas, realizando predicciones, diseñando procedimientos para comprobar ideas, reflexionando sobre nuevas evidencias y formulando nuevas hipótesis, colaborando con otros, discutiendo sus ideas, planes y conclusiones y avanzando en su entendimiento a través del diálogo con otros (González, 2001 & Shavelson, 2006). Esta estrategia didáctica es un poderoso instrumento para la resignificación mental de conceptos y avance en las habilidades de pensamiento del o la joven, brindándoles las bases para acercarse paulatina y rigurosamente al conocimiento y la actividad científica. En este sentido, los nuevos conocimientos deben vincularse a lo conocido transformando las ideas previas, es decir, que el aprendizaje sea significativo. Se pueden replicar procesos de investigación conocidos, que entre otros propósitos servirá para ejemplificar el método científico (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 2006).

En todo proceso de enseñanza-aprendizaje están presentes tres aspectos, los resultados esperados, los contenidos o tópicos a tratar y las actividades, siendo la UD el último nivel de concreción del currículo (Sánchez & Valcárcel, 1993). Los anteriores autores proponen un modelo, adoptado en este trabajo, para el diseño de la UD, el cual incluye en sus etapas los análisis: científico y didáctico, y la selección de objetivos, de estrategias didácticas y de evaluación, dicho esquema se expone en el cuadro 4. ... véase Anexo C ...

6.4.1 Formación en competencias

Con el gobierno de Álvaro Uribe en Colombia, a nivel educativo se aplicó el programa: revolución educativa, y uno de los tres principales ejes de acción es el mejoramiento de la calidad de la educación. En este sentido el MEN estableció desde el año 2006 unas exigencias de aprendizaje al sector escolar, estos son los denominados estándares básicos de competencias, “constituyen uno de los parámetros de lo que todo... joven debe saber y saber hacer para lograr el nivel de calidad esperado a su paso por el sistema educativo y la evaluación externa e interna” (Vasco, Ochoa, Camargo, & Peña, 2006). Si bien, bajo esta política educativa, la aplicación de estos estándares puede favorecer la descontextualización de los contenidos y habilidades de pensamiento, el reduccionismo de la enseñanza bajo la influencia del modelo económico neoliberal y la reproducción de las diferencias de clase en la escuela con el consecuente fracaso escolar para nuestros estudiantes (Herrera, 2011); con una aplicación crítica y contextualizada, hay planteamientos que vale la pena retomar de la propuesta gubernamental:

- Se plantea la inclusión de la interdisciplinariedad con el fin de incluir varias disciplinas en el análisis teórico y aplicar una estrategia metodológica para estudiar un fenómeno o componente del ambiente como sistema complejo. Tal es el caso de problemas relacionados con la CTSA. Esta metodología permite desarrollar una enseñanza estructurante de los conocimientos, métodos y habilidades, ya que ofrece un campo de estudio más global (Torres 1994 citado en MEN, 2006).
- Los estándares tienen un sentido transversal, por lo que al basarse en estos, se integran otras áreas de enseñanza y los contenidos, actitudes y aptitudes que se trabajen desde el CNEA, también podrán ser retomados por otros docentes en su práctica con los estudiantes de grado octavo.
- Con respecto a la formación de cultura ambiental para la conservación en niños, niñas y jóvenes desde el CNEA, los estándares establecen: “debe orientarse a la apropiación de unos conceptos clave que se aproximen de manera explicativa a los procesos de la naturaleza, así como de una manera de proceder en su relación con el entorno marcada por la observación rigurosa, la sistematicidad en las acciones, la argumentación franca u honesta... adquieren un sentido verdaderamente formativo... si... permiten... una relación armónica con los demás y una conciencia

ambiental...que inste a ser parte activa y responsable de la conservación de la vida en el planeta” (MEN, 2006).

Para lograr un adecuado desarrollo de los procesos cognitivos en los estudiantes, los cuales posibilitarán la construcción de conocimiento y la búsqueda de soluciones a problemas del ambiente, la competencia debe ser entendida como: “un saber ser, un saber pensar y un saber hacer en contexto”(Iafrancesco, 2005). En este sentido la escuela debe brindar ambientes de aprendizaje tendientes a formar actitudes, aptitudes intelectivas, aptitudes procedimentales y contenidos científicos. Una actitud es una disposición aprendida, relativamente durable y estable en el individuo frente a un objeto social ambiental determinado, es un proceso psico-socio-ambiental de evaluación individual frente al ambiente externo, determinada esencialmente por tres aspectos: cognoscitivos (información), afectivos (sentimientos y emociones) y connotivos (conducta) (Zimmerman, 2001; Ortega, Saura, & Mínguez, 1992). Las aptitudes intelectivas se refieren a las “capacidades mentales que determinan el potencial de aprendizaje... La atención, la memoria (a corto, medio y largo plazo) y la comprensión” (Labajo, 2009), son ejemplos de estas. “Las aptitudes procedimentales pueden definirse como habilidades para actuar y hacer: métodos, técnicas, procesos y estrategias empleadas en el desempeño” (Labajo, 2009), son ejemplos de estas. Los contenidos científicos se refieren a las categorías y teorías científicas de un paradigma vigente con su respectivo léxico.

Ahora bien, ¿Cómo formar actitudes, aptitudes y conocimientos? Los autores citados tienen propuestas basadas en teorías psicopedagógicas, que por su pertinencia con los objetivos de este trabajo se exponen a continuación:

- Desde la perspectiva conductista de la psicología, las actitudes se forman de acuerdo a las experiencias de la persona en relación con el objeto, si son agradables, se producirá una actitud positiva, si son desagradables, se generará una actitud negativa hacia el objeto (Zimmerman, 2001). También influye la llamada **representación social**. Se propone para el aula, la generación de expectativa, interés, motivación y atención en el educando como mecanismos para el desarrollo de actitudes positivas hacia los tópicos de estudio en biología (Iafrancesco, 2005). De manera que para formar actitudes positivas hacia la biodiversidad del ambiente, es necesario ofrecer espacios agradables, la belleza estética cobra importancia, la comodidad y estimulación sensorial potencia la formación de imágenes o representaciones con valor axiológico. La pasión con la que el docente aborda la temática también incide en este proceso, así como sus comportamientos, el llamado “ejemplo” promueve la formación de actitudes positivas (Gallego & Gallego, 2006).
- Para el desarrollo de las aptitudes intelectivas es necesario generar el desarrollo de habilidades mentales, inteligencias múltiples, potencial de aprendizaje, procesos de pensamiento y funciones cognitivas. Esto se logra por medio del desarrollo de procesos mentales, los cuales se plantean en los estándares según el grado. Así se van formando gradualmente las competencias, iniciando con mayor énfasis por las interpretativas en el ciclo 1, hasta profundizar en las propositivas en el ciclo 5. Para el ciclo 4, el proceso mental en el que se debe hacer un mayor énfasis es **la lógica**; para esto, la didáctica debe abordar adicionalmente las siguientes tareas: establecer relaciones causa-efecto, definir y plantear problemas, seleccionar y manipular variables, entre otras (Iafrancesco, 2005).
- “Desarrollar las aptitudes procedimentales, implica que los centros educativos deben dotar de métodos, técnicas, procesos y estrategias a los alumnos para que desarrollen sus habilidades y destrezas y cualifiquen sus desempeños.” (Iafrancesco, 2005).
- Los contenidos de aprendizaje, por su parte, están presentes en todas las actividades, son un medio y un fin del proceso de enseñanza-aprendizaje (E-A). Para la enseñanza de la biodiversidad y su conservación, es recomendable organizarlos en forma coherente, deben abordarse de manera

inductiva y deductiva, desde una perspectiva compleja y actual, con un léxico que le permita a los estudiantes explicar su realidad.

6.4.2 Evaluación educativa

Respondiendo a los lineamientos pedagógicos esbozados anteriormente, puede concebirse la evaluación “como el proceso permanente y sistemático, mediante el cual se obtiene información cuantitativa, cualitativa, pertinente, oportuna, válida y confiable acerca de los elementos del hecho educativo, que una vez contrastada a través de determinados criterios, permite la emisión de juicios de valor para adoptar una serie de decisiones relativas al mismo” (Dirección General del Bachillerato), permitiendo “determinar el grado de congruencia entre las realizaciones y los objetivos previamente establecidos” (Tyler 1950, 1967 y 1969 citado en Escudero, 2003). Entre los elementos a tener en cuenta en la evaluación están: el proceso de E-A, la unidad didáctica en sí misma y la participación de los estudiantes, padres y profesores (Escudero, 2003).

La evaluación sirve para tomar medidas correctivas oportunamente en la aplicación del proyecto de aula, guiar el aprendizaje de los alumnos, determinar y medir el aprendizaje en los educandos, determinar la eficacia del programa educativo, mejorar el currículo y conocer las necesidades y méritos de los estudiantes entre otros aspectos (Horowitz 1995 & Cronbach 1963 citados en Escudero, 2003). Para esto, una buena evaluación debe contemplar adicionalmente: una implementación permanente (inicial, procesual y final), la determinación de las situaciones en las que se deben manifestar las conductas esperadas, la elección consensuada de instrumentos apropiados, el empleo de múltiples perspectivas y múltiples medidas de resultados, y métodos tanto cuantitativos como cualitativos (Casanova 1995 citada en Alfaro & Casallas, 2009; Tyler 1950 & Scriven 1991 citados en Escudero, 2003).

En este sentido, el proceso evaluativo debe emplear instrumentos como: test, cuestionarios, entrevistas, la observación sistemática y no sistemática y las pruebas de ensayo entre otros (Alfaro & Casallas, 2009; Cronbach 1963 citado en Escudero, 2003); así como ser realizada por diferentes actores (Joint Committee 1981 y 1988 citado en Escudero, 2003; Secretaría de Educación Distrital, 2005).

6.5 Educación ambiental

6.5.1 Referentes políticos y conceptuales

En el contexto internacional, se han venido proponiendo estrategias para promover una cultura de manejo racional y conservación de la naturaleza, se nombran algunos de los principales eventos y sus recomendaciones.

Desde Estocolmo en 1972, se planteó la necesidad de establecer un programa internacional de educación en los asuntos medioambientales, concibiendo el ambiente desde una perspectiva holista¹⁶; más tarde se crea el Programa Internacional de Educación Ambiental por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y el PNUMA. Posteriormente en Tbilisi (1977), se plantea la necesidad de incluir la dimensión ambiental en los procesos educativos y en 1987, se propone incluir la interdisciplina como metodología para la EA. En el Seminario Internacional sobre EA (1991), se concluye que la participación de los docentes y el diseño curricular

¹⁶ Visión integradora y compleja del ambiente como una totalidad.

deben ser incorporados. En la Cumbre de Río (1992), se acuerda incluir la EA en los programas de ciencias naturales, humanidades y sociales de la educación escolar; además se establecen como ejes de desarrollo en la propuesta de Acción 21, la sensibilización, la formación y la educación relativa al ambiente (Torres, 2007).

En el ámbito nacional, desde la Constitución Política de 1991, se impone el deber al estado de educar para la protección del ambiente, este mandato posteriormente se normatiza de la siguiente manera:

En la Ley 115/94 (Ley General de la Educación), se plantea en su Art. 5, como uno de los fines de la educación: “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 naturales,... en una cultura ecológica”... Más tarde en agosto de 1994, en el Dect. 1743, se institucionalizan los PRAES como el instrumento para el desarrollo de la EA en todos los establecimientos de educación preescolar, básica y media (Art. 1-6). La filosofía de los PRAES, es solucionar problemáticas locales de una manera interdisciplinaria con la participación activa de la comunidad educativa, partiendo de diagnósticos existentes o realizados por el plantel. Lo que se pretende es que la EA no se vuelva una asignatura más, sino que se sensibilice al alumno por medio de su trabajo y la resolución de problemas que le afecten directamente (Arcila & Herrera, 1998).

La actual política nacional de EA promulgada por el MEN y el MAVDT, entre sus objetivos establece: la visión sistémica del ambiente y la formación integral del ser humano, el trabajo intersectorial e interinstitucional, la inclusión de la EA como eje transversal en todos los escenarios y niveles de la educación y la investigación en EA, entre otros. Como parte de su visión plantea <<La construcción de una cultura ambiental ética y responsable frente al manejo de la vida, en todas sus formas... >> y define la EA como: <<el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, con base en el conocimiento reflexivo y crítico de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural, para que, a partir de la apropiación de la realidad concreta, se puedan generar en él y en su comunidad actitudes de valoración y respeto por el ambiente>>. También estipula que el estudio del ambiente es un dominio de investigación, que debe abordar de manera sistémica las perspectivas: interdisciplinaria, científica, tecnológica, social, estética y ética. Entre sus estrategias y retos plantea: el fortalecimiento de los comités técnicos interinstitucionales de EA y la inclusión de la dimensión ambiental en la educación formal, entre otros (Torres, 2007).

6.5.2 Estrategias de educación ambiental

Se pueden identificar diferentes corrientes teórico-prácticas para la EA, se acogen los planteamientos de algunas de estas por considerarlas pertinentes para la propuesta didáctica de este trabajo. Entre estos están:

La educación al aire libre como medio de formación cognitiva, afectiva, espiritual y artística a través de la experiencia; reconociendo el valor intrínseco de la naturaleza. El enfoque sistémico que a través de una visión de conjunto y la interdisciplina, permite identificar los actores y factores en un ecosistema con sus estructuras, leyes y relaciones para la comprensión de fenómenos y toma de posición personal. La exploración del medio para observar fenómenos, la emergencia y verificación de hipótesis y la concepción de un proyecto para mejorar la situación. El paisaje como medio de exploración, observación, interpretación y comunicación para la investigación. La construcción de valores ambientales a partir de la reflexión personal y del propio actuar. La relación con el medio

local para generar sentido de pertenencia y compromiso a favor de la valorización de este. Operar un cambio en un medio (gente o ambiente) a través de la participación, la reflexión y la acción. El trabajo activo con relaciones armoniosas de género. Por último, el aprovechamiento de la relación con el medio ambiente para el desarrollo personal y fundamentar un actuar significativo y responsable (Sauvé, 2004).

Adicionalmente, otros autores hacen también énfasis en el desarrollo de los sentidos y el concepto de desarrollo sustentable. La psicología ambiental (SA) establece la percepción sensorial como medio de contacto de la persona con el ambiente, a través de sentidos como: visión, audición, presión, tacto, sensación térmica, cinética intramuscular, sensación de dolor, gusto, olfato y equilibrio; la SA también aporta e identifica las siguientes competencias a intervenir: la cognición ambiental (percepción del entorno), la evaluación ambiental (opiniones, juicios y actitudes) y los comportamientos y reacciones (Zimmermann, 2005).

Una de las estrategias de EA es la lúdica, la cual favorece el aprendizaje¹⁷, se propone en este sentido la realización de salidas ecológicas, estas son recomendables para los estudiantes del CP ya que tienen pocos espacios de ocio y un entorno local con gran riqueza natural. Estas actividades ayudan a desarrollar el pensamiento analítico, sintético y sistémico. En su preparación, se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos: identificación y documentación de los temas y el lugar a visitar, diseño del itinerario, taller preliminar con los alumnos, asignación de guía escrita y funciones, y explicación de la logística del evento. Durante el recorrido el educador debe ser un guía discreto y eficaz para coordinar, liderar, aclarar y controlar las actividades del grupo con el fin de realizar lo planeado, evitar accidentes y deterioro ambiental. En lo posible se deben favorecer: las vivencias individuales y colectivas, la exploración, la ilustración, la animación y la retroalimentación; se recomienda además que las salidas sean con grupos pequeños o subdivididos con supervisión permanente (Zimmermann, 2005).

¹⁷ entendido como “un permanente construir y reconstruir de las estructuras mentales, por medio de situaciones y de estimulaciones cambiantes” (Zimmermann, 2005).

7 Diseño de una Unidad Didáctica sobre Biodiversidad y su Conservación, con Énfasis en el Cerro de La Cruz, para el Grado Octavo del CP

La siguiente propuesta didáctica se articula al currículo del Colegio Los Pinos (IED) y al plan de estudios del área de ciencias naturales y educación ambiental en grado octavo, para las asignaturas de biología en el segundo periodo y de ecología durante los cuatro periodos del año académico; se centra en la enseñanza y el aprendizaje de la biodiversidad desde los niveles de especie, población, comunidad y paisaje, con sus atributos de composición, estructura y función, y en la formación de competencias para el conocimiento, comprensión y valoración de la diversidad biológica y su conservación, con aplicación al Cerro de La Cruz. Se basa en el análisis científico, didáctico, social, psicológico, legal y político de la biodiversidad y del contexto educativo, desde los ámbitos histórico-global al local-institucional, para enmarcarse en los principios, enfoques, teorías, estrategias, instrumentos y actividades expuestas y adoptadas en este trabajo. Por la concreción académica de aplicación, solo se incluyen algunos temas y métodos del marco teórico.

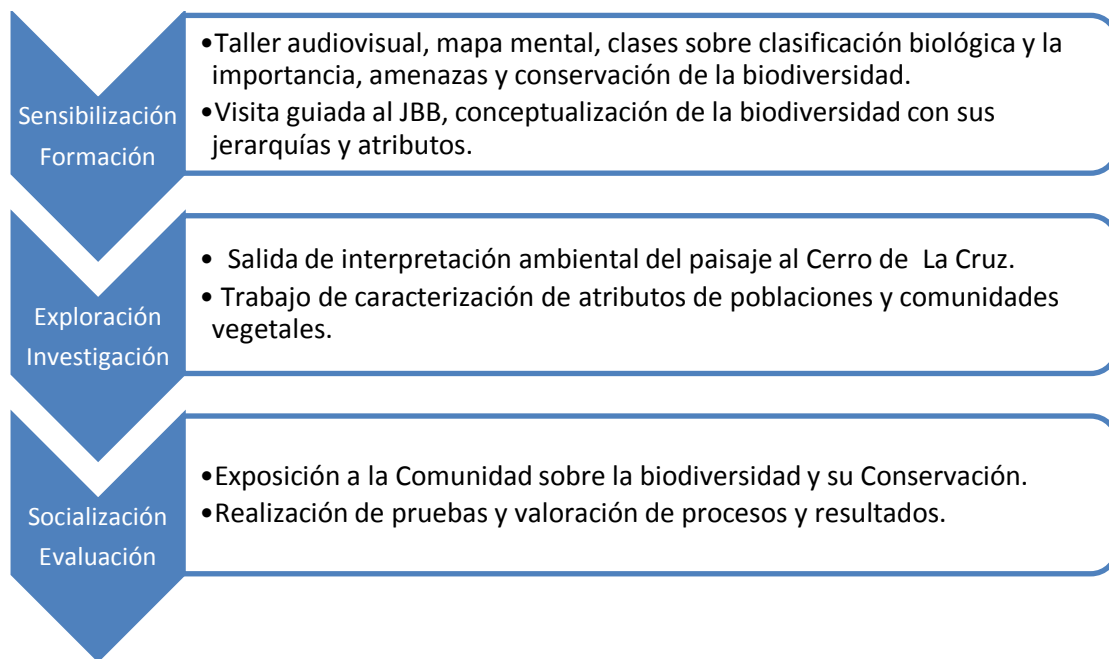
7.1 Objetivos didácticos

- Complementar la formación de habilidades científicas como la medición, observación, comparación, sistematización, síntesis, formulación de hipótesis y comunicación del conocimiento.
- Incrementar el grado de conceptualización y aplicación discursiva de las jerarquías y atributos de la biodiversidad en un 20%.
- Fortalecer las actitudes y valores favorables para la protección de la biodiversidad.
- Promover la conservación de la biodiversidad y dar a conocer la riqueza biológica de la localidad en la comunidad educativa.
- Explicar condiciones de cambio y conservación del paisaje natural del Cerro de La Cruz, entendiendo el papel de la biodiversidad en la manutención de los procesos ecológicos y socioeconómicos.

7.2 Estrategias Didácticas

En esta sección se explica la metodología de implementación del proceso de E-A, indicando los procesos, temas, la secuencia y las actividades a desarrollar, mediante la figura 6.

Figura 6. Estrategia didáctica para la enseñanza de la biodiversidad y su conservación local.



7.3 Contenidos y materiales de aprendizaje

Esta sección contiene las actividades de aula con sus respectivos tiempos de aplicación, indicadores de aprendizaje, metodología, e instrumentos de aplicación en el aula para la gran mayoría de estas. Dicha información se encuentra en el cuadro 1. Los instrumentos de aplicación en el aula o materiales de aprendizaje y evaluación propiamente dichos; se encuentran en los anexos de este trabajo por su extensión y para facilitar el análisis y aplicación del lector.

Los indicadores del aprendizaje de los educandos, se plantean como desempeños basados en las competencias básicas propuestas por el MEN para los grados octavo y noveno (ciclo IV), los cuales se propone desarrollar de manera parcial con la aplicación de esta UD desde los ejes articuladores del CNEA (aproximación al conocimiento científico, entorno vivo, entorno físico y desarrollo de compromisos personales y sociales), los cuales hacen relación a contenidos y competencias procedimentales, cognitivas (aptitudes intelectivas y contenidos científicos) y actitudinales.

Cuadro 1. Aplicaciones didácticas de aula para la educación ambiental sobre biodiversidad en el grado octavo del CP.

Actividad de Aula e Instrumento Didáctico	Tiempo en el Aula (h)	Metodología	Desempeños
Taller Audiovisual	8	Elaboración de preinforme de la guía, observación de la película, trabajo en pequeños grupos, socialización y consenso para la solución de las preguntas de la guía.	Formulo hipótesis de solución a problemáticas ambientales. Comparo macroestructuras de organismos para clasificarlos en diferentes grupos taxonómicos.
Guía Película “Ávatar” ... véase Anexo D ...			
Jerarquías de Estudio de la Biodiversidad	4	Elaboración de mapa mental sobre los niveles del espectro biológico, ejemplificando cada uno e identificando las principales jerarquías de la biodiversidad. Trabajo individual y colectivo de consulta y producción gráfica, discusión, planteamiento de hipótesis y conclusiones a partir de preguntas.	Establezco la importancia de mantener la biodiversidad para estimular el desarrollo social. Atiendo las ideas de otras personas y cambio mi manera de pensar ante argumentos válidos.
Mapa Mental de los Niveles de Organización del Espectro Biológico ... véase Anexo E ...			
Clases sobre la Biodiversidad Nacional y Local	8	Exposición magistral con diapositivas y pequeños trabajos individuales para la solución de preguntas contextualizadas. Se entrega la información expuesta en medio físico para cada estudiante.	Identifico y uso adecuadamente el lenguaje para las diferentes jerarquías de la biodiversidad.
Diapositivas en <i>Power Point</i> ... véase Anexo F ...			
Clases sobre los Atributos de la Biodiversidad	30	Se realizan exposiciones magistrales por parte del docente, utilizando proyecciones de diapositivas para explicar y ejemplificar los temas de manera contextualizada. Los estudiantes realizan consultas para complementar y preparar las clases y reciben la información en medio físico.	Formulo hipótesis de solución a problemáticas ambientales de los cerros orientales. Atiendo las ideas de otras personas y cambio mi manera de pensar ante argumentos válidos.
Diapositivas en <i>Power Point</i> ... véase Anexo G ...			
Visita Guiada al Jardín Botánico de Bogotá: José Celestino Mutis.	5	Se realiza una inducción y un preinforme de la guía antes de la visita. Se dividen en grupos de 20 estudiantes, los cuales realizan un recorrido guiado por el JBB, en el que se interpretan colecciones de comunidades vegetales y al final se desarrollan actividades de aplicación en grupos de aproximadamente 5 estudiantes.	Registro mis observaciones y resultados utilizando las matemáticas para elaborar esquemas gráficos y tablas para comunicarme con otros miembros de mi comunidad. Establezco la importancia de mantener la biodiversidad para estimular el desarrollo del país.
Guía sobre biodiversidad vegetal ... véase Anexo H ...			

...continuación. Cuadro 1. Aplicaciones didácticas de aula para la educación ambiental sobre biodiversidad en el Grado Octavo del CP.

Actividad de Aula e Instrumento Didáctico	Tiempo en el Aula (h)	Metodología	Desempeños
Salida Pedagógica de Interpretación Ambiental de la biodiversidad del Cerro de La Cruz	6	Se realiza una inducción y un preinforme de la guía antes de la salida. Se dividen en grupos de 20 estudiantes, los cuales realizan un recorrido guiado por los senderos de la montaña, en el que se interpretan diferentes coberturas vegetales y algunas de sus poblaciones, al final se desarrollan actividades de aplicación y reflexión de manera individual y grupal.	Aporto efectivamente al trabajo colectivo cuando cumpla mis funciones. Respeto y cuido la biodiversidad de mi entorno. Analizo las consecuencias del control de la natalidad en las poblaciones. Justifico la importancia de la reproducción sexual en el mantenimiento de la variabilidad. Describo procesos físicos y químicos que dan lugar a los ciclos biogeoquímicos.
Guía sobre la Biodiversidad del Cerro de La Cruz ... véase Anexo I ...			
Socialización con la Comunidad Educativa de lo Aprendido sobre la Biodiversidad y su Conservación Local.	6	Los estudiantes de manera libre conformarán grupos de máximo seis personas, elegirán un tema de los estudiados sobre la biodiversidad, consultarán al respecto y organizarán una exposición con ayuda del docente y la presentarán a otros estudiantes, padres de familia, profesores y otros invitados en evento público de la institución.	Realizo mediciones del tamaño de los árboles y el área que ocupan con instrumentos adecuados y las expreso en las unidades correspondientes. Diseño y aplico estrategias para promover la conservación de la biodiversidad de los cerros orientales de Bogotá.

7.4 Estrategias evaluativas

Para la evaluación se siguen los lineamientos presentados en el análisis didáctico... véase numeral 6.4.2 ..., en el modelo de diseño de la unidad didáctica... véase Anexo C ...y en el SIE del CP. En este sentido se propone evaluar la UD a través de la valoración de los procesos de enseñanza, los aprendizajes de los educandos y la gestión administrativa.

7.4.1 Evaluación del aprendizaje

Lo primero es exponer y acordar al inicio del año y recordar antes de las actividades, lo que se evalúa, cómo se evalúa y que valores se asignan a cada aspecto valorado.

Acorde con el SIE del CP, la valoración del rendimiento de cada estudiante se subdivide en el juicio del docente (heteroevaluación) que equivale al 80 %, la autoevaluación del educando que equivale al 10 % y la coevaluación por un par que representa el 10 % restante.

Para la **heteroevaluación** se evalúan tres criterios generales: la asistencia y asertividad en el desarrollo de las actividades (participación), la destreza en la elaboración de tareas y presentación de resultados (trabajos) y la demostración de las competencias adquiridas a través de prueba escrita (evaluación final). Aquí se valoran desempeños actitudinales, praxiológicos y cognitivos. El porcentaje de cada uno de estos tres criterios podrá variar entre el 20 y el 40 por ciento, con el fin de que no se subvalore ninguno de ellos. Se propone aplicar el mismo test sobre las ideas previas... véase Anexo A ...para la evaluación final; para que este ofrezca una mayor objetividad, se recomienda no regresarlo a los estudiantes tras su primera aplicación, ni informarles que se realizará nuevamente. Para la evaluación procesual, se recomienda al docente observar y registrar la conducta de cada estudiante en cada actividad; adicionalmente calificar los trabajos incluidos en los materiales de aprendizaje.

Para la **autoevaluación** y la **coevaluación**, se valoran los mismos criterios que en la heteroevaluación, pero en la primera el(la) educando se valora a sí mismo(a) y en la segunda a otro(a) compañero(a).

7.4.2 Evaluación de la enseñanza

La valoración del proceso de enseñanza se realizará con base en los siguientes aspectos: abordaje y tratamiento de los contenidos, papel del docente y disposición de recursos adicionales. El docente y los estudiantes son los dos tipos de actores llamados a emitir juicios evaluativos. Se recomienda también que algunos participantes invitados al evento de socialización, valoren el mismo. Para evaluar estos aspectos se propone que sea diligenciada el cuadro 10... véase Anexo J ...por cinco participantes para cada una de las actividades del cuadro 1; cuando la aplicación de aula involucre varias sesiones, se recomienda diligenciar el formato con una frecuencia máxima de cada tres sesiones.

7.4.3 Evaluación de la gestión administrativa

La consecución y disposición de los recursos didácticos es imprescindible para el desarrollo de las actividades. Por esto las directivas, docentes, estudiantes y actores externos; deben planear, coordinar, organizar, ejecutar y evaluar oportunamente lo programado. Se propone para ello hacer la valoración en porcentaje de los indicadores de seguimiento planteados en el cuadro 2 y realizar control a la ejecución del cronograma y consecución de los recursos.

7.5 Cronograma, indicadores y recursos

Para cumplir con los objetivos de la UD se proponen una serie de actividades y para cada una de ellas, los recursos, tiempo e indicadores de verificación en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Cronograma e indicadores de seguimiento.

ACTIVIDAD	FECHA	POBLACIÓN BENEFICIADA	INDICADOR
Gestión Institucional	febrero-diciembre	1000 miembros comunidad educativa	Comunicaciones con las entidades al interior y exterior del Colegio Los Pinos (IED)
Aplicación del pretest y diagnóstico de Ideas Previas.	segunda semana de febrero	100 estudiantes de grado octavo	40 cuestionarios tabulados. Diagnóstico de representación social.
Taller audiovisual de sensibilización “Película Ávatar”.	tercera semana de febrero	100 estudiantes de grado octavo	Talleres resueltos por 70 estudiantes.
Elaboración colectiva de mapas mentales sobre las jerarquías anidadas de la biodiversidad.	segunda semana de marzo.	100 estudiantes de grado octavo	70 mapas mentales elaborados por los estudiantes.
Clases sobre la Biodiversidad Nacional y Local.	tercera semana de marzo	100 estudiantes de grado octavo	70 talleres elaborados por los estudiantes.
Clases sobre los Atributos de la Biodiversidad.	abril - agosto	100 estudiantes de grado octavo	70 talleres elaborados por los estudiantes.
Visita al Jardín Botánico sobre Biodiversidad Vegetal	mayo	114 estudiantes de ciclo 4	Participación de 100 estudiantes en la visita guiada y en la elaboración del taller.
Salida Pedagógica de Interpretación Ambiental de la biodiversidad del Cerro de La Cruz	septiembre	60 estudiantes de grado octavo	40 estudiantes resuelven talleres sobre la biodiversidad del Cerro de La Cruz.
Socialización de los aprendizajes sobre la biodiversidad mediante exposiciones y promoción de la conservación del Cerro de La Cruz.	octubre	500 miembros de la comunidad educativa	Exposiciones de los estudiantes y otros actores a la comunidad educativa.
Aplicación del postest.	noviembre	100 estudiantes de grado octavo	40 tests resueltos por 80 estudiantes.
Evaluación de la enseñanza y aprendizaje de la unidad didáctica.	noviembre	Colegio Los Pinos (IED).	Informe con calificación cuantitativa superior al 60 % y cualitativa favorable.
Propuesta de estrategias de mejoramiento a la unidad didáctica.	diciembre	Colegio Los Pinos (IED).	Informe de propuestas de mejoramiento.

Cuadro 3. Presupuesto

ACTIVIDAD	RECURSOS	VALOR (\$)
Cuestionario de Ideas Previas	240 copias	12.000
Taller audiovisual de sensibilización “Película Ávatar”	Película en DVD	50.000
	120 copias	6.000
Elaboración colectiva de mapas mentales sobre las jerarquías anidadas de la biodiversidad	3 marcadores borrables	6.000
Clases sobre la Biodiversidad Nacional y Local.	550 copias	27500
Clases sobre los Atributos de la Biodiversidad.	1100 copias	55.000
Visita al Jardín Botánico de Bogotá	Transporte	600.000
	Entradas	464.000
Expedición Pedagógica al Cerro de la Cruz	600 copias	30.000
	3 asesores	300.000
	600 copias	30.000
	1 decámetro	30.000
	500 mL alcohol	5.000
	100 m de cuerda	30.000
Exposición sobre la biodiversidad del Cerro de la Cruz y su Conservación	30 pliegos de cartulina	30.000
	30 marcadores	45.000
	3 tarros pintura	30.000
	30 pinceles	30.000
Presupuesto Total		\$ 1.784.500

NOTA: no se incluyen salas, equipos, ni aulas especializadas porque el Colegio Los Pinos (IED) dispone de dichos recursos.

8 Conclusiones y Recomendaciones

Los estudiantes de la JM de grado 8° del CP presentan actitudes y conductas positivas hacia la conservación de la biodiversidad y el Cerro de La Cruz; sin embargo, este ecosistema es subvalorado debido al desconocimiento de la complejidad de la diversidad biológica y su presencia en el territorio mencionado.

El abordaje contextualizado en lo nacional y local, del tema de la biodiversidad desde sus jerarquías y atributos, así como su problemática ambiental y conservación; constituye un eje transversal en el grado octavo del CP. El cual puede ser incorporado a la unidad de clasificación en biología y los contenidos de la asignatura de ecología, al igual que para otras temáticas de las áreas de matemáticas, ética y valores humanos, ciencias sociales e informática y tecnología principalmente.

El diseño de la UD sobre la biodiversidad y su conservación, facilita la articulación de programas y recursos en los ámbitos: intrainstitucional e interinstitucional. De igual manera, promueve el aprovechamiento sustentable y deseable del medio natural; en especial, para adelantar procesos formales de enseñanza con los educandos de grado octavo, de manera motivante, y de educación ambiental con la comunidad educativa. Por estas razones este proyecto pedagógico es estratégico para el plantel educativo y la UPZ 96.

El estudio de la biodiversidad desde sus jerarquías, atributos de composición, estructura y función, y los servicios ambientales que ofrece la misma, permite construir una perspectiva que integra el conocimiento ecológico, biológico, tecnológico, socioeconómico y cultural. Esta visión, asigna a la biota una serie de valores intrínsecos, económicos y culturales (Trombulak, y otros, 2004), que revelan la importancia de estos sistemas para el aseguramiento de nuestro bienestar y la supervivencia de la gran mayoría de las demás especies. Esta propuesta didáctica se constituye en un instrumento que posibilita la formación de valores en la comunidad educativa, complementando así la educación ambiental y la visualización de opciones de vida a las que como ciudadano(a) se puede acceder, en virtud del potencial que tiene la naturaleza del entorno local y nacional. Por lo anterior, esta propuesta pedagógica puede tomarse como modelo didáctico para la enseñanza de la biodiversidad en la educación básica secundaria.

Nuestro país debe preservar la gran riqueza en diversidad biológica que posee, implementando un modelo de desarrollo económico propio (Gast, 2004) que recupere el conocimiento autóctono asociado al manejo de la biodiversidad, lo enriquezca y complemente con las innovaciones tecnológicas surgidas a partir de la investigación de la biota que habita el territorio nacional; de manera que se garantice la integridad y salud ecológica de los ecosistemas (Trombulak, y otros, 2004), se asegure la soberanía sobre estos recursos y la distribución justa y equitativa de los beneficios generados por las innumerables entidades biológicas entre la población colombiana; con el fin de disminuir la pobreza,

la miseria, la extinción de especies y el deterioro ambiental, y de ofrecer un mejor futuro para todos. Es necesario enseñar esta perspectiva a los jóvenes, pues como futuros ciudadanos, podrán decidir sobre el modelo político-económico que adopte la nación, y con un adecuado conocimiento y conciencia de la biodiversidad nacional, podrán hacerlo de manera más racional y crítica.

El abordaje del tema de la biodiversidad desde una perspectiva histórica, interdisciplinaria y compleja, y su formalización educativa a través de la unidad didáctica propuesta en este trabajo; demuestra, que la enseñanza de la biología de la conservación cumple con todas las expectativas institucionales, filosóficas y académicas de la educación ambiental.

Se recomienda tomar este trabajo como base para la realización de una investigación didáctica, con las correspondientes correcciones, ajustes, complementaciones y validación para el caso concreto de aplicación.

El cuestionario para evaluar las ideas previas puede ser mejorado con un análisis estadístico de los datos, que permita identificar y seleccionar opciones de múltiple respuesta con base en lo ya conocido de los educandos. Esto dará una mayor precisión a la información obtenida mediante la aplicación del instrumento.

Un análisis y diseño didáctico más completo de las jerarquías y atributos de la biodiversidad, incluyendo la jerarquía genética; proporcionaría un proyecto de aula para la asignatura de ecología del área de ciencias naturales y educación ambiental entre los grados sexto y noveno del Colegio Los Pinos IED.

A. Anexo: Test de Ideas Previas

GRADO OCTAVO

Curso:

Fecha:

Educandos:

TODAS LAS RESPUESTAS SON VÁLIDAS, LO MÁS IMPORTANTE ES SU SINCERIDAD

PARTE I

PREGUNTAS DE RESPUESTA ABIERTA

RESPONDA ESCRIBIENDO CON LETRA LEGIBLE DEBAJO DE LA PREGUNTA

4. ¿Qué es la biodiversidad?
R/

5. ¿Existen diferentes niveles o jerarquías en la biodiversidad?
R/
Si su respuesta es afirmativa, escriba cuales

6. ¿Por qué o para qué es importante la biodiversidad? Elabore una lista de razones

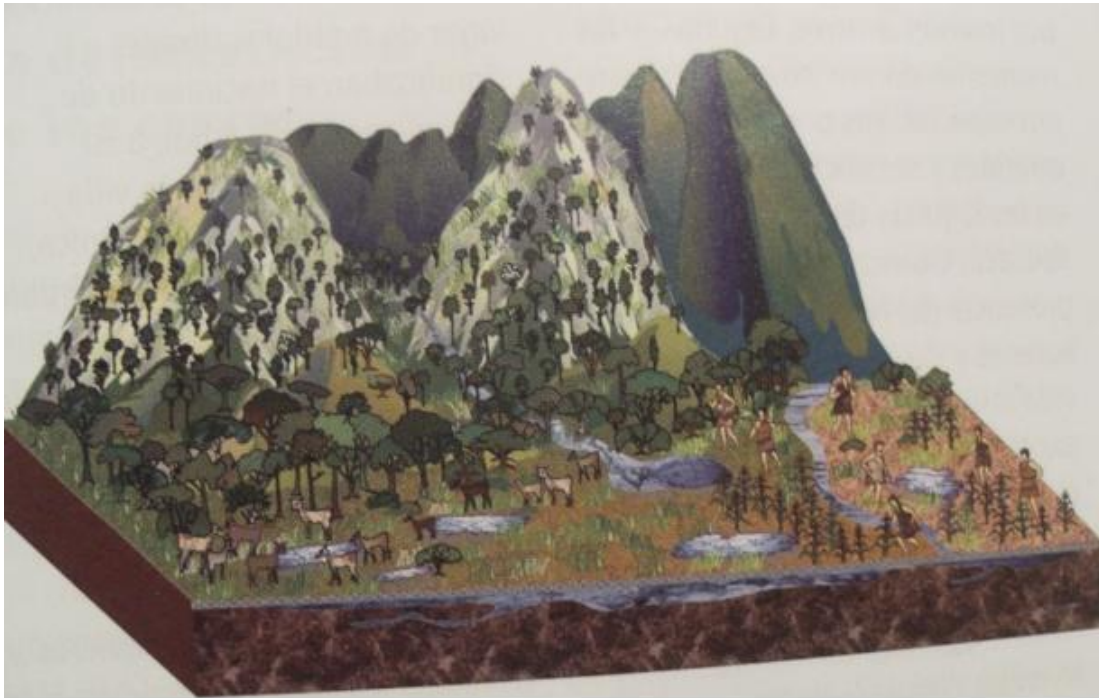
PARTE II

PREGUNTAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE CON ÚNICA RESPUESTA

Este tipo de preguntas consta de un enunciado con información (texto y/o gráfico) y varias alternativas de solución (A, B, C, D); de las cuales sólo una responde correctamente la pregunta. Se debe seleccionar la respuesta correcta y encerrarla en un círculo para marcarla, identificando así la opción elegida.

CONTESTE LAS PREGUNTAS 4, 5, 6 Y 7 CON BASE EN LAS SIGUIENTES ILUSTRACIONES DEL TERRITORIO DE BOGOTÁ EN DIFERENTES ÉPOCAS CON LOS CERROS ORIENTALES AL FONDO.

Figura 7. Dibujo de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe hace 3000 años.



(Ilustraciones tomadas de: García, N.; Vargas, O. & Figueroa, Y. (2006). Los cerros orientales y su flora. El Acueducto de Bogotá, sus reservas y su gestión ambiental . Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.)

Figura 8. Dibujo de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe hacia 1700 (hace 300 años).

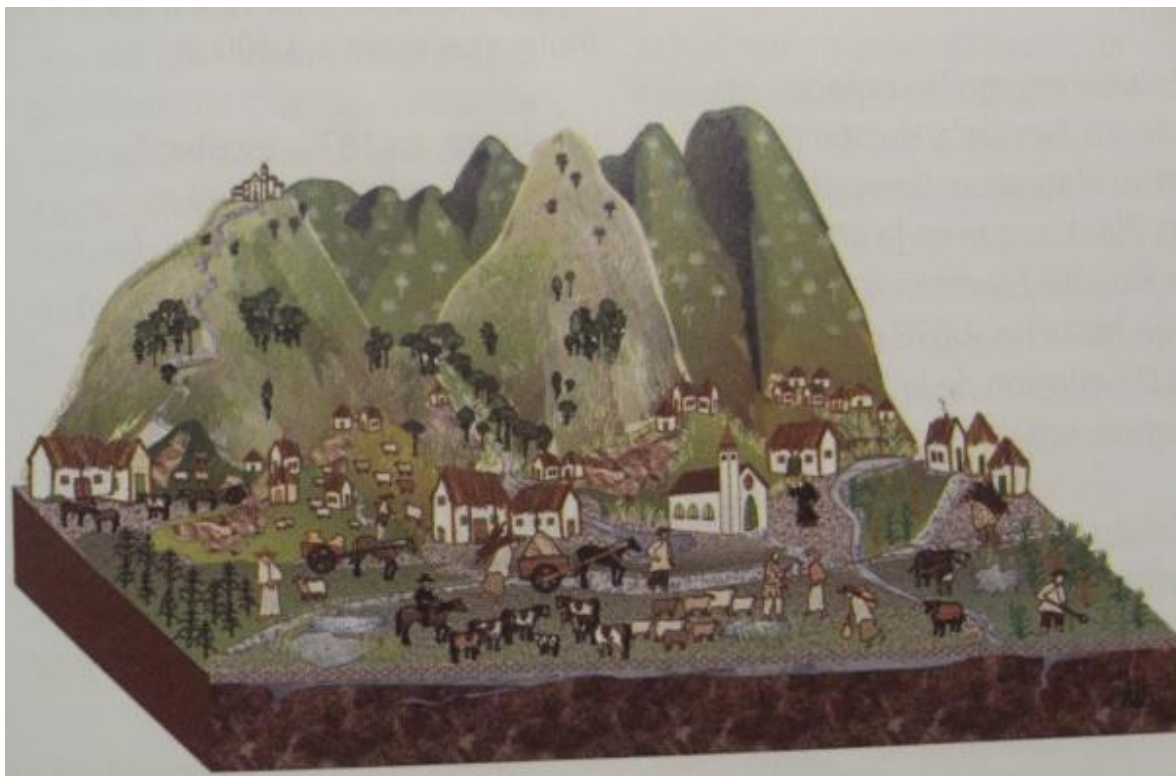
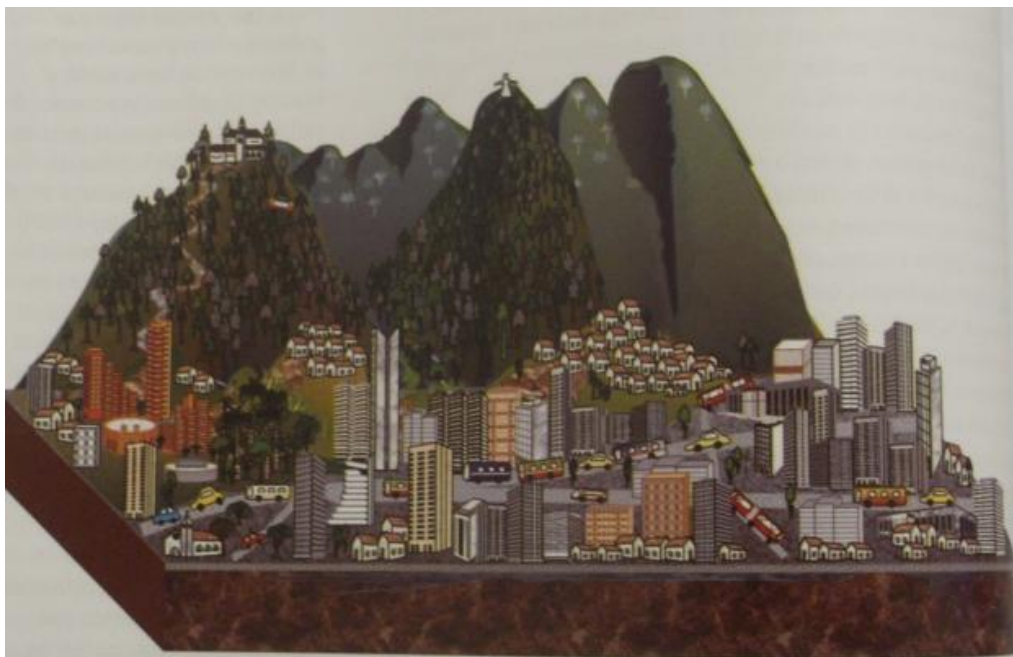



Figura 9. Dibujo de los cerros orientales de la localidad de Santa Fe actualmente (año 2010).



8. La época en la que se presenta una menor diversidad de **especies** en la región
- A. es la época actual (año 2010)
 - B. fue la precolombina (hace 3000 años)
 - C. fue en el año 1700 (hace 300 años)



9. Las mayores **poblaciones** de árboles nativos, ilustrados de estas maneras: , se presentan en



- A. en el año 1700 (hace 300 años)
 - B. la época actual (año 2010)
 - C. la época precolombina (hace 3000 años)
10. La vida silvestre es la que se desarrolla con poca o nula intervención del ser humano, los animales y vegetales domésticos son los que viven junto con los seres humanos y por lo general dependen del cuidado de estos para sobrevivir. Se puede apreciar que la **comunidad** o **biocenosis** del territorio en el año 1700 (hace 300 años) estaba conformada por
- A. poblaciones reducidas de árboles silvestres, con poblaciones de plantas cultivadas y animales domésticos.
 - B. especies silvestres de árboles como el encenillo con especies domésticas de animales y ríos.
 - C. casas, montañas, cuerpos de agua, suelos, planicies, ríos, rocas, caminos, colinas y seres humanos.
 - D. animales y plantas domésticas como vacas, caballos, cerdos y cultivos de maíz en planicies con cuerpos de agua.
11. En el territorio ilustrado para diferentes épocas, el **paisaje ecológico** predominante en los cerros orientales es de:
- A. pastos y animales.
 - B. el aire y las montañas.
 - C. construcciones y animales.
 - D. montañas y vegetación.

PARTE III

Con base en la observación del paisaje del Cerro de La Cruz en los cerros orientales, describa(n)lo poniendo una X en el cuadro que considere más adecuado

1) Descripción

Horizontal						Vertical
Domesticado						Silvestre
Habitado						Deshabitado
Fronroso						Desnudo
Estéril						Productivo
Diverso						Parejo

2) Apreciación

Acogedor						Hostil
Hermoso						Feo
Sano						Enfermizo
Fácil						Difícil
Limpio						Contaminado
Útil						Inútil

3) Le(s) presentaremos una serie de afirmaciones frente a las cuales tomará(n) posición en términos de acuerdo o de desacuerdo. Expresa(n) su nivel de acuerdo o de desacuerdo poniendo una X en el recuadro adecuado

Afirmaciones	Total Acuerdo		Indiferente		Total desacuerdo
Nos deberían informar sobre los problemas ambientales de los cerros					
Deberíamos evitar la contaminación de los cerros					
No hay por qué preocuparse por la tala de los árboles de los cerros orientales					
La pérdida de los seres vivos no afecta en nada mi vida personal					
Cuando visitemos los cerros debemos tomar precauciones para no causar daño a la vida silvestre					
Debemos aprovechar todos los recursos naturales de los cerros sin consideración para conseguir dinero					
El problema de la contaminación lo debe resolver exclusivamente la empresa de aseo					

B. Anexo: Gráficos sobre los Resultados de las Ideas Previas

Significado de la biodiversidad. Las respuestas a la primera pregunta sobre el significado del término biodiversidad, se refirieron a la variedad de componentes de sistemas biológicos de los individuos y organizaciones ecológicas (DJ), a lo relativo con los seres vivos (RV), al atributo de función de la biodiversidad (FB), a la diversidad cultural y psicológica exclusivamente (DC); y otras no fueron respondidas (NS/NR).

Figura 10. Gráfico sobre el significado del término biodiversidad en los alumnos de grado 8°-JM del CP.

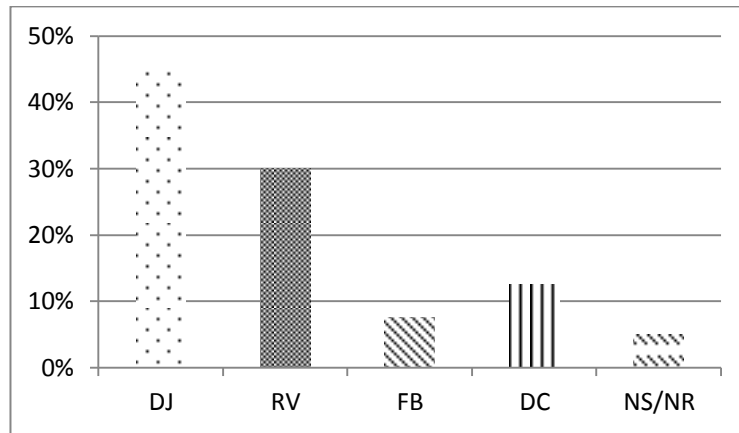
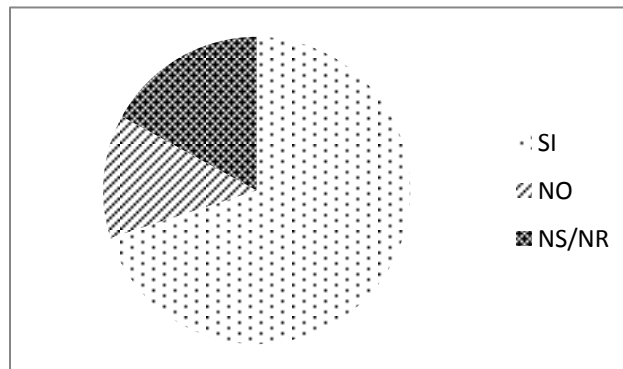


Figura 11. Gráfico sobre la existencia de Jerarquías en la Biodiversidad, según los estudiantes de grado 8°-JM del CP.



Identificación de las jerarquías de la biodiversidad. Una parte de los encuestados nombró jerarquías de organización biológica subindividual y supraindividual (JB), otros hicieron referencia a atributos de composición, estructura y función (AB), otra parte se refirió a características psico-sociales de las personas (CH), y otros nombraron factores abióticos y sus fenómenos (FA).

Figura 12. Gráfico sobre la identificación de las jerarquías de la biodiversidad en estudiantes de Grado 8°-JM del CP.

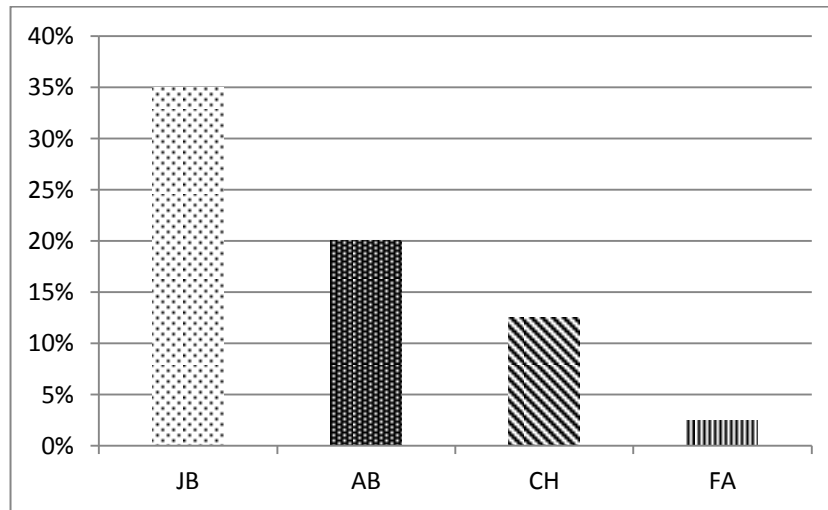
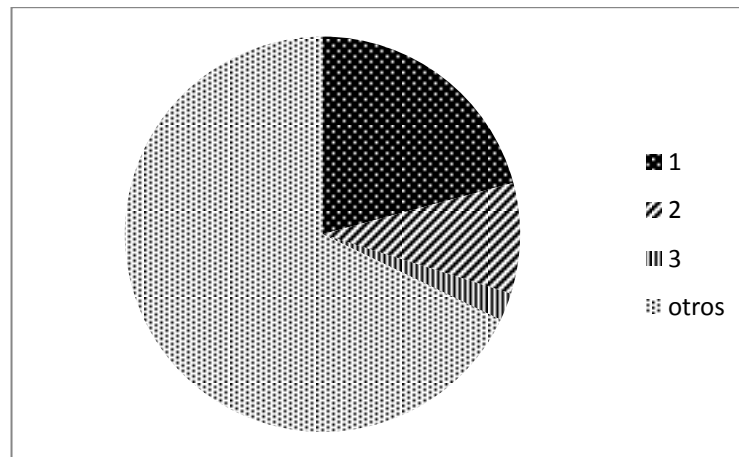


Figura 13. Gráfico sobre el número de jerarquías de la biodiversidad nombradas por estudiantes de grado 8°-JM del CP.



Importancia de la biodiversidad. Las respuestas indicaron que ayudaba a mejorar la calidad de vida de los seres vivos (CV), al mantenimiento del planeta, las personas y las especies (CTHB), y de la vida y los ecosistemas (CVE), otras le dieron una importancia cultural (IC) y algunas preguntas no fueron contestadas (NS/NR).

Figura 14. Gráfico sobre la importancia asignada a la biodiversidad por parte de los estudiantes de grado 8°-JM del CP.

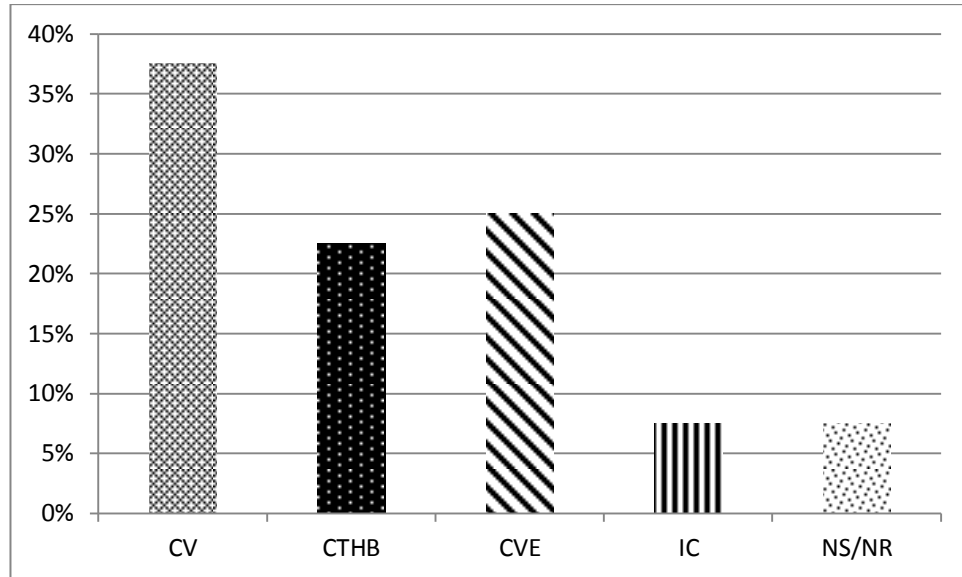
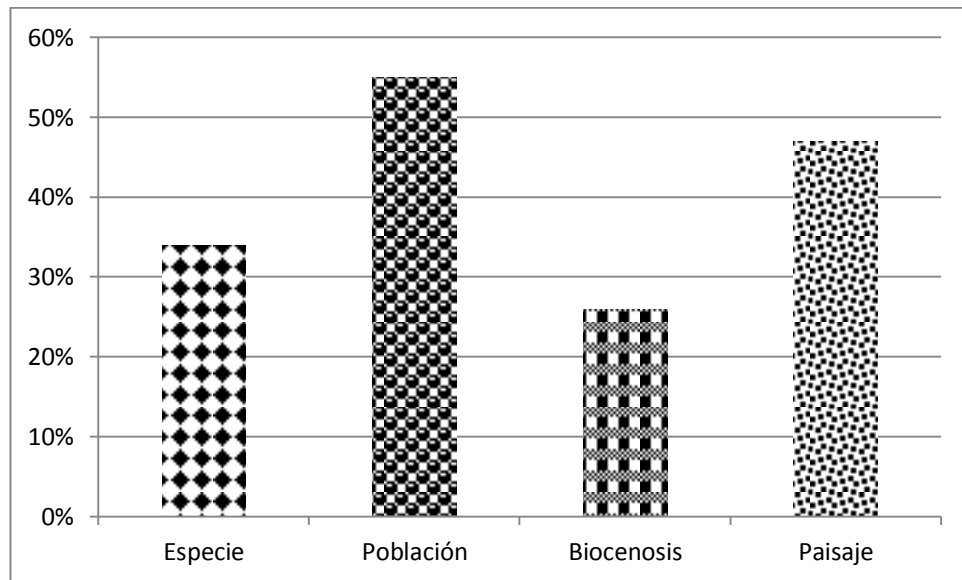
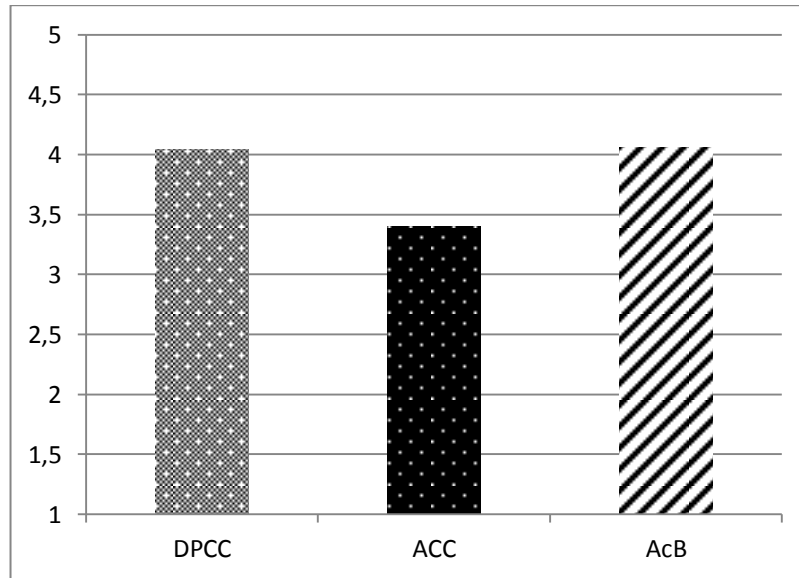


Figura 15. Gráfico sobre el porcentaje de aciertos de los educandos de grado 8°-JM del CP en la identificación, diferenciación y caracterización de especies, poblaciones, comunidades y paisajes.



Apreciación del paisaje del Cerro de La Cruz y actitudes ambientales. Se midió (escala 1-5) la capacidad para describir algunas características básicas del Cerro de La Cruz (DPCC), las actitudes hacia el Cerro de La Cruz (ACC) y hacia la biodiversidad en general (AcB).

Figura 16. Gráfico sobre la descripción y actitudes hacia el Cerro de La Cruz y la biodiversidad de los estudiantes de grado 8°-JM del CP.



C. Anexo: Modelo para el Diseño de Unidades Didácticas

Cuadro 4. Diseño de una unidad didáctica.

ETAPA	OBJETIVOS	PROCEDIMIENTO
Análisis Científico	1) La reflexión y actualización científica del profesor. 2) La estructuración de los contenidos.	a) Seleccionar los contenidos. b) Definir el esquema conceptual. c) Delimitar procedimientos científicos. d) Delimitar actitudes científicas.
Análisis didáctico	a) La delimitación de los procesos de enseñanza-aprendizaje: adecuación al alumno.	a) Averiguar las ideas previas de los alumnos. b) Considerar las exigencias cognitivas de los contenidos. c) Delimitar implicaciones para la enseñanza.
Selección de Objetivos	1) La reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos. 2) El establecimiento de referencias para los procesos de evaluación	a) Delimitar prioridades y jerarquizarlas.
Selección de Estrategias Didácticas	1) La determinación de las estrategias a seguir para el desarrollo del tema. 2) La definición de tareas a realizar por el profesor y alumno.	a) Considerar los planteamientos metodológicos para la enseñanza. b) Diseñar la secuencia global de enseñanza. c) Seleccionar actividades de enseñanza. d) Elaborar materiales de aprendizaje.
Selección de Estrategias de Evaluación	1) La valoración de la unidad diseñada. 2) La valoración de los procesos de enseñanza y de los aprendizajes de los alumnos.	1. Delimitar el contenido de la evaluación. 2. Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema. 3. Diseñar instrumentos para la recogida de información.

Fuente: Sánchez y Valcárcel (1993).

D. Anexo: Guía del Taller Audiovisual de la Película Ávatar

Lea la siguiente guía, identifique los términos desconocidos, consulte al respecto y elabore un GLOSARIO, realice también un resumen de la consulta propuesta en el punto 9.

Observe en orden la película Ávatar, del año 2009, dirigida por James Cameron. Preste mayor atención a las partes relacionadas con las actividades que debe desarrollar posteriormente en grupo, las cuales se describen a continuación:

1. Nombre y dibuje tres seres vivos de Pandora que a su juicio, pertenezcan a diferentes especies.
2. Junto con sus compañeros, clasifique las especies mencionadas en grupos según criterios homogéneos establecidos en consenso, bautice cada grupo.
3. Identifique para cada una de las especies del punto anterior, el paisaje en el que habitan.
4. Proponga una razón por la cual los seres humanos no pueden respirar en la atmósfera de Pandora. Argumente.
5. ¿Cómo será la gravedad de Pandora en comparación con la de la Tierra? ¿Por qué? ¿De qué manera influirá esto en el vuelo de organismos y máquinas en dicho satélite natural?
6. Realice un listado de los beneficios y/o usos que para los Navy ofrecen los seres vivos de Pandora.
7. ¿Por qué se origina el conflicto entre los pobladores de Pandora y los seres humanos? Explique la problemática y proponga una solución que garantice el bienestar a largo plazo para los Navy y los seres humanos. Argumente su propuesta.
8. Proponga de manera hipotética, un desarrollo o aplicación derivado de la investigación de la naturaleza de Pandora para beneficio de los seres humanos y explique la manera en que se podría lograr esto analizando las ventajas y desventajas del proceso.
9. ¿Cuál es la actividad económica que genera la destrucción de los habitantes nativos de Pandora y sus ecosistemas? Consulte sobre el impacto ambiental de esta actividad en Colombia. ¿Cómo afecta a las poblaciones y ecosistemas? ¿qué opina sobre el desarrollo de esta actividad en nuestro país?

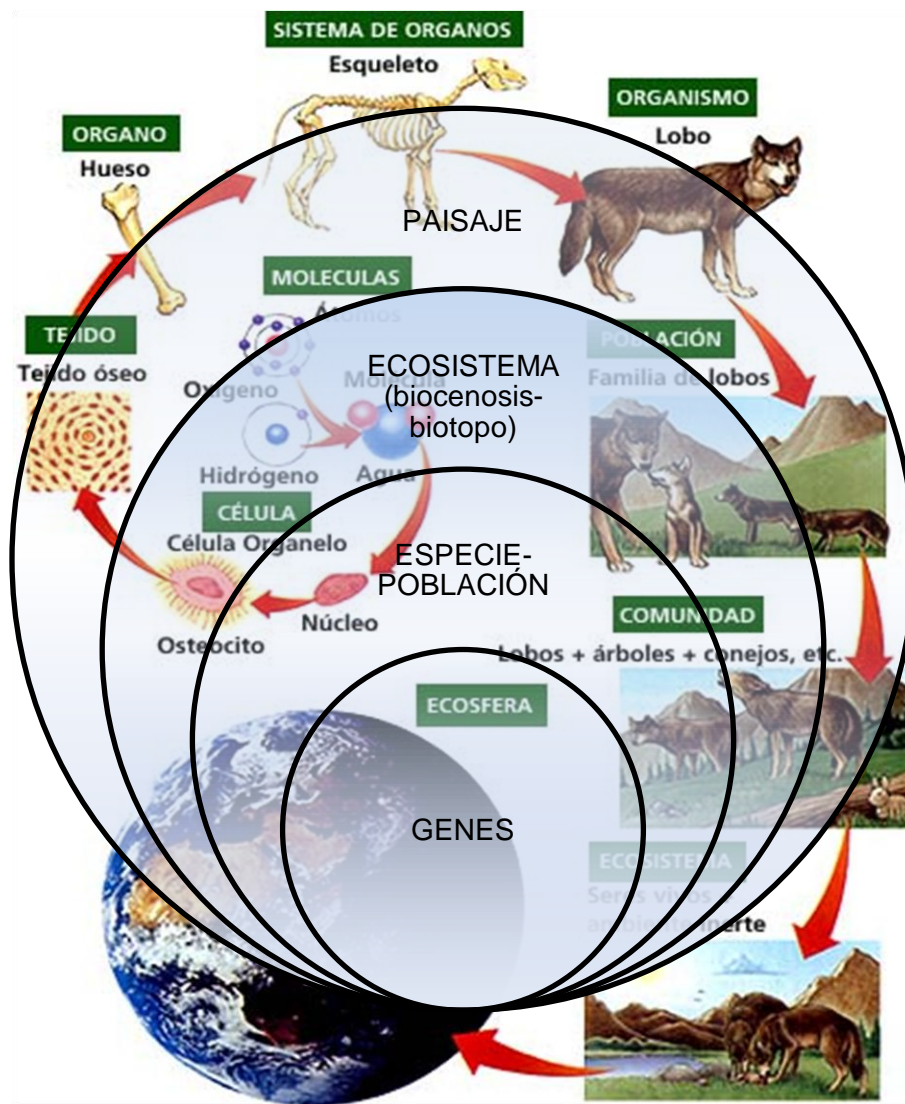


Imagen tomada

de: <http://www.sosmoviers.com/wpcontent/gallery/avatar/avatar005.jpg>






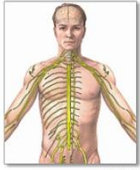
E. Anexo: Escalas de Organización del Espectro Biológico y Jerarquías de la Biodiversidad

Figura 17. Niveles de organización del espectro biológico¹⁸ y jerarquías de la biodiversidad.



¹⁸ Fuente: <http://bibliotecadeinvestigaciones.files.wordpress.com/2010/12/niveles-de-organizacio.jpg?w=413&h=536>

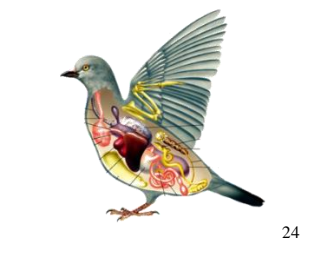



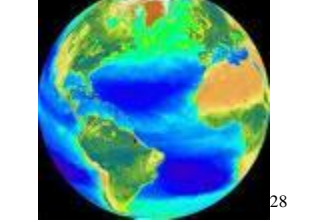
Cuadro 5. Ejemplos de los niveles de organización del espectro biológico.

ESCALA	NIVEL	EJEMPLO E IMPORTANCIA	IMAGEN
Molecular	Orgánico	El aceite de aguacate contiene ácidos grasos como el oleico hasta en un 80%, en la dieta, ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares (Pérez, Villanueva, & Cosío, 2005).	¹⁹ 
	Genético	Investigadores colombianos han modificado genéticamente la papa sabanera y han desarrollado una especie resistente a las plagas. A la derecha se observan las papas transgénicas (Chaparro, 2011).	
Microscópica	Citológico (celular)	La neurona de los animales tiene largas prolongaciones y membranas delgadas y flexibles para transmitir señales nerviosas. Las prolongaciones más cortas son las dendritas, estas reciben las señales; la prolongación larga es el axón, por el cual se envía el impulso nervioso a otra neurona, miocito o epitelio.	 ²⁰
	Histológico (Tejidos)	Las neuronas se interconectan entre sí formando una red que constituye el tejido nervioso. Los axones forman unas fibras llamadas nervios y los cuerpos celulares entre la columna, la médula espinal.	 ²¹
Organísmica	Anatómico (órganos)	Otro órgano formado por la red de neuronas y células gliales es el cerebro. Los seres humanos tenemos uno muy desarrollado.	 ²²
	Fisiológico (Aparatos)	El encéfalo, el tallo encefálico, la médula espinal y los nervios forman el sistema nervioso. Gracias a este, los animales pueden percibir y aprovechar el medio.	 ²³
ACTIVIDAD 1: Elabore un gráfico en el que represente de manera anidada cada una de las escalas biológicas con ejemplos diferentes a los expuestos en clase.			

Continúa en la siguiente página...

¹⁹ Fuente: <http://www.recetariococina.net/fotos/aceite.jpg>²⁰ Fuente: http://ecodiario.economista.es/imag/_v2/ecodiario/ciencia/225x250/neurona_3.jpg²¹ Fuente: http://static.blog.it/tecnologiablog/tecnologiablog_1neuronas.jpg²² Fuente: <http://www.10puntos.com/wp-content/uploads/2010/01/el-cerebro->²³ Fuente: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/images/nervussystem.jpg>

...continuación. Cuadro 5. Ejemplos de los niveles de organización del espectro biológico.

ESCALA	NIVEL	EJEMPLO E IMPORTANCIA	IMAGEN
Organísmica	Individual	En un macroorganismo confluyen todos los aparatos que en conjunto le permiten la supervivencia e interacción con el ecosistema. Para que la paloma viva y cumpla su función ecológica, necesita de todos sus sistemas: digestivo, respiratorio, reproductor, nervioso, óseo, etc.	 24
	Población - Especie	El oso panda (<i>Ailuropoda melanoleuca</i>), considerado el “tesoro natural de China”, es una especie en peligro de extinción pues la población mundial en estado silvestre es de solo unos mil ejemplares y otros 100 en zoológicos. ²⁵	 26
Ecosistémica	Comunidad - Ecosistema	En un bosque de roble las diferentes poblaciones de productores y consumidores transforman y transfieren la materia y la energía para su mantenimiento.	 27
	Paisaje	El paisaje natural de los Cerros Orientales de Bogotá posee diferentes comunidades boscosas como plantaciones forestales y bosque altoandino.	 28
	Biósfera - Ecósfera	“En la actualidad con el termino biosfera se suele referir únicamente a todos los seres vivos que pueblan nuestro planeta”. La Ecosfera “es el ecosistema planetario de la Tierra”. (Universidad de Murcia. PAU)	 28
<p>ACTIVIDAD 2. ¿Cuál de los niveles biológicos es más importante? ¿Qué pasaría en un sistema viviente o ecosistema si llega a faltar o deteriorarse una subunidad? Discuta las respuestas con sus compañeros y el docente y escriba una conclusión.</p>			

²⁴ Fuente: http://lacomplutense.ucm.es/image/image_gallery?uuiid=245bede0-fd17-45b5-9cef-

²⁵ Fuente: <http://www.un.org/spanish/works/environment/animalplanet/panda.html>

²⁶ Fuente: http://www.ideal.es/almeria/prensa/fotos/200701/03/072D3GRA-VVV-P1_1.jpg

²⁷ Fuente: <http://alblatant.files.wordpress.com/2007/10/bosque2-copia.jpg?w=500>

²⁸ Fuente: http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSsH8i8CZY90xdze8tr_g3I272IYk8F01-tpHrBFtFyL4ILyQHYLnW2OA

F. Anexo: Presentación sobre la Biodiversidad Nacional y su Conservación en los Cerros Orientales

¿Qué es la Biodiversidad?

“La diversidad biológica abarca toda la escala de organización de los seres vivos”[1], se refiere a la variedad en las formas de vida, desde las moléculas que se producen en el interior de cada organismo, hasta las relaciones que se establecen entre ellos y con su medio físico, así como los sistemas que forman. Para su estudio se determinan unidades biológicas[2] o entidades, las cuales van desde ecosistemas tan grandes como paisajes hasta las sustancias que determinan la estructura y funcionamiento de un organismo como los genes.

[1] (Halffter y Ezcurra, 2000)

[2] “elementos de la biodiversidad... objeto de estudio... en cualquiera de sus niveles de organización”. (Suárez-Mayorga, 2007)

Cuadro 6. Beneficios que ofrece la biodiversidad.

IMPORTANCIA DE LA BIODIVERSIDAD Servicios Ecosistémicos o Ambientales

Servicios Esenciales: formación de suelo, ciclos biogeoquímicos, fotosíntesis, etc.

Servicios de Suministro: alimentos, agua, fibras, bioquímicos, y materiales, etc.

Servicios de Regulación: clima, agua, polinización, biodegradación de residuos, vectores, plagas, etc.

Servicios Culturales: espirituales, recreación, ecoturismo, estéticos, educación, investigación, conocimiento asociado, etc.

Fuentes: SNIARN (2005); WRI (2003) citado en Rincón, Toro & Burgos (2009); WWF (2010); Obando (2004)

Colombia País Megadiverso

Colombia en el mundo (IAvH)

- Es el segundo país en biodiversidad (genes, especies y ecosistemas) del mundo
- es el primer país del mundo en diversidad de aves (1801 spp.) y orquídeas (4010 spp.)



Fuente:
<http://rainfostradio.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/02/colombia.jpg>

Colombia País Megadiverso

(IAvH, Colombia en el mundo)

- Es el segundo país del mundo en diversidad de plantas (cerca de 41.000 spp.), anfibios (763 spp.), peces dulceacuícolas (1435 spp.) y mariposas (3273 spp.).
- Es el tercer país del mundo en diversidad de reptiles (506 spp.) y palmas (231 spp.)



Fuente:
http://1.bp.blogspot.com/_VYqjaDZeczM/SR8mafCxrI/AAAAAAAAADI/IKZStHieZII/s320/biodiversidadA.jpg

Colombia País Megadiverso

- Es el cuarto país del mundo en diversidad de mamíferos (479 spp.).

(IAWH, Colombia en el mundo)



Biodiversidad de los Cerros Orientales

- El bosque altoandino y el páramo son paisajes que contienen una alta biodiversidad de comunidades con especies endémicas. (Rangel, 2005)



Flor de Bogotá
(*Colomboglossum luteopurpureum*)



Fuentes de las imágenes de: Oso²⁹, Puma³⁰, Jaguar³¹, Flor³², Mosaico³³.

²⁹ http://2.bp.blogspot.com/_rCo_Q9Zkuvv/TL7z_le8LJI/AAAAAAAAAAU/8qKjEf1_L5I/s1600/oso+de+anteojos.jpg

³⁰ <http://www.ecologismo.com/wp-content/uploads/2010/09/Biodiversidad-colombiana.jpg>

³¹ http://3.bp.blogspot.com/_bYn8hCJ_8ug/TU14bC2RXtI/AAAAAAAAA4/TS3NIObRQNM/s1600/jaguar.jpg

³² <http://fotos.infojardin.com/subir-fotos/imagenes/klz1229023403f.jpg>

³³ http://2.bp.blogspot.com/_Fa-XcQG8uLA/TPKYLyhO9PI/AAAAAAAAACK/7p_vaNcVb9s/s1600/paramo.png

Biodiversidad de los Cerros Orientales

Las coberturas con alto grado de transformación (pastizales, cultivos, asentamientos urbanos, canteras y plantaciones de exóticas) ocupan el 36.84 % del área total de estudio. Dentro de estas coberturas predominan las plantaciones forestales de exóticas, ocupando el 17.65 %. (SDA)

Fuentes: <http://www.photaki.com/media/img/pxclear.gif>
http://1.bp.blogspot.com/_56-MBGIUIrY/SNKrRIUgWRV/AAAAAAAAAAB0/Hmhd9SMtKO8/s1600/CERROS.jpg



ACTIVIDAD SOBRE LA BIODIVERSIDAD Y SU IMPORTANCIA

1. Ejemplifique una especie, una comunidad y un paisaje de la biodiversidad en los Cerros Orientales.
2. Explique cinco beneficios que le ofrece la biodiversidad de los Cerros Orientales y la forma en que usted puede aprovecharlos mejor.

Figura 19. Factores que originan la pérdida de la biodiversidad.

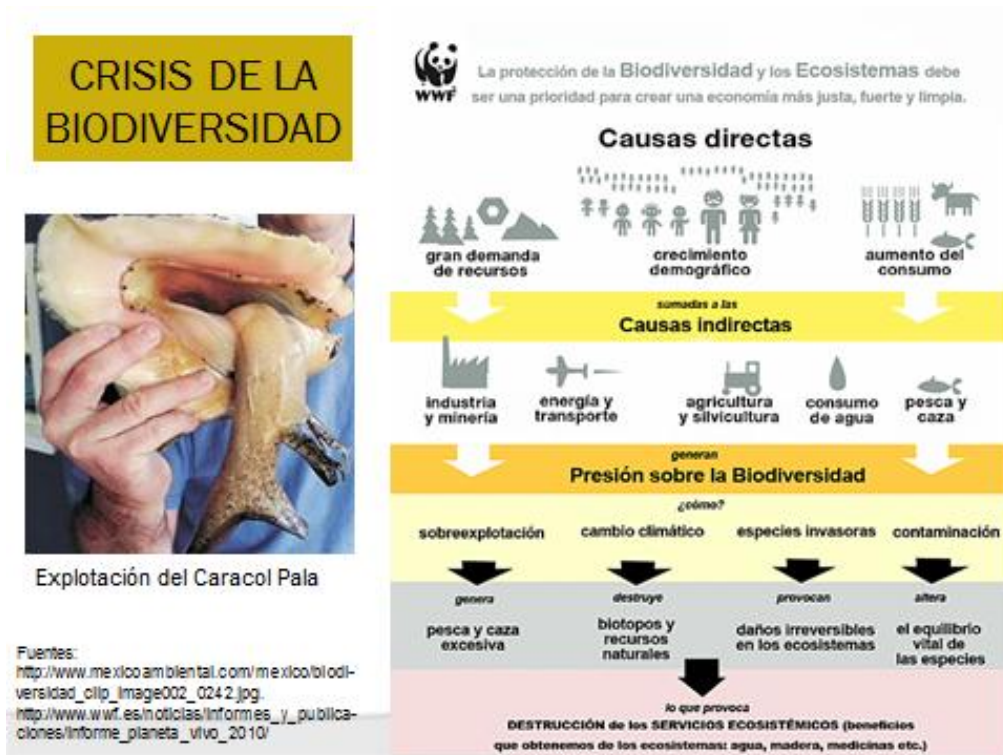


Figura 20. Amenazas a la biodiversidad del Cerro de La Cruz.



Figura 21. Acciones para la conservación de la biodiversidad.

¿QUÉ SE PUEDE HACER PARA CONSERVAR LA BIODIVERSIDAD?



Fotografías: Carolina Castro.

Con base en planteamientos de: WWF (2010); Primack y colaboradores (1998, 2001, 2002); ACOPAZOA (2003).

ACTIVIDAD SOBRE LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN LOS CERROS ORIENTALES

1. Escriba tres actividades humanas que originen la pérdida de la biodiversidad en los cerros orientales. Argumente.
2. Proponga una solución o medida que ayude a conservar y/o recuperar la biodiversidad de los cerros orientales de Bogotá. Justifique su propuesta.

G. Anexo: Presentación sobre los Atributos de la Biodiversidad

Cuadro 7. Atributos según jerarquías de la biodiversidad, objeto de E-A en el CP para el grado 8°.

ATRIBUTOS DE LA BIODIVERSIDAD			
JERARQUÍA	COMPOSICIÓN	ESTRUCTURA	FUNCIÓN
POBLACIÓN-ESPECIE	Densidad	Distribución por Edades	Tasas y Formas de Crecimiento
	Abundancia	Distribución Espacial	
		Proporción de Sexos	
COMUNIDAD-ECOSISTEMA	Riqueza, Abundancia Relativa y Dominancia de Especies, <u>diversidad alfa (α)</u>	Estructura Vertical (estratos)	Relaciones Interspecificas
		Distribución de Componentes Abióticos y Bióticos (estructura horizontal)	Ciclos Biogeoquímicos Red y Pirámide Trófica
PAISAJE	Distribución de Parches o Unidades de Paisaje	Diversidad de Fragmentos	Transferencia Física, Química y Biológica.
		Estados Sucesionales	

POBLACIÓN - ESPECIE

- Las especies son grupos de poblaciones naturales real o potencialmente intercrucables, aislados reproductivamente de otros grupos similares. CBE (Mayr 1940 citado en Barberá, 1994).
- También puede definirse la **especie** como los grupos de poblaciones que continuamente intercambian genes o son fenotípicamente similares (Monroy-Vilchis, 2003).
- Una **Población** puede definirse como: cualquier grupo de organismos de la misma especie que ocupa un espacio en particular y funciona como parte de una **comunidad biótica (biocenosis)** (Odum & Barret, 2006).

EJEMPLOS DE POBLACIONES



Manatíes (*Trichechus manatus*).

Fuente:

http://2.bp.blogspot.com/_Or83Qcz89Xs/THqnV89erQI/AAAAAABY9LAKABR63ms/s1600/MANA1.jpg



Arándanos (*Vaccinium* sp.).

Fuente:

http://www.biogram.cl/prontus_biogram/site/artic/20100311/pags/20100311170241.html

COMPOSICIÓN POBLACIONAL

Hace referencia a la cantidad de individuos o biomasa en el espacio en un momento determinado. Dos parámetros que se nos facilita emplear para estudiar la composición poblacional de plantas vasculares y animales son: la abundancia y la densidad.

ABUNDANCIA: Número de individuos de la población.

DENSIDAD: Número de individuos / unidad de espacio.

(Vilée, 1996; Morláns, 2004)

COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN HUMANA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

Para el 2010, 7.347.079 personas vivían en la ciudad de Bogotá, en un área urbana de 384 Km². (SDP)

La **abundancia** de seres humanos en la ciudad de Bogotá es de siete millones trescientos cuarenta y siete mil setenta y nueve habitantes.

La **densidad** es igual a la cantidad de individuos dividida en el área que habitan.

Esto es: $7.347.079 \text{ hab} / 384 \text{ Km}^2 = 19133 \text{ hab} / \text{Km}^2$

INVESTIGACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN POBLACIONAL DEL CARACOL PALA EN LAS ISLAS DEL ROSARIO (INVEMAR 2010)



Fuente:

http://en.wikipedia.org/wiki/Lobatus_gigas



Figura 22. Importancia ecológica y socioeconómica del Caracol Pala.



RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA COMPOSICIÓN POBLACIONAL DEL CARACOL PALA EN LAS ISLAS DEL ROSARIO (INVEMAR 2010)

- Se encontraron 936 individuos (ind.) en 3041 hectáreas (ha) durante la época húmeda y 422 en época seca; por lo que las densidades son de 0,27 ind./ha y 0,14 ind./ha.
- Para que los caracoles se reproduzcan, se ha encontrado que debe haber más de 56 individuos por hectárea. Por lo cual la especie (*Strombus gigas* Linnaeus) se encuentra en inminente riesgo de extinción local en el archipiélago Nuestra Señora del Rosario.

(Gómez, Rueda & García, 2010)

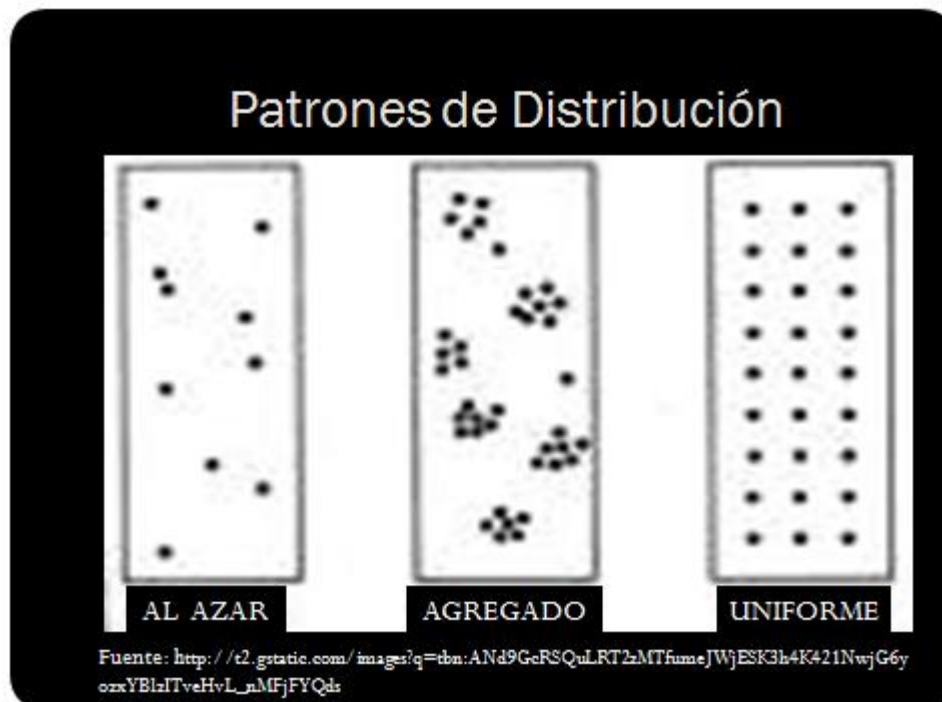
ACTIVIDADES SOBRE COMPOSICIÓN POBLACIONAL

- Consulte las densidades poblacionales humanas de las entidades territoriales de Colombia: Caquetá y Antioquia. ¿Qué ventajas y desventajas traerá esta diferencia poblacional a los antioqueños y Caqueteños?
- Infórmese más sobre la situación del Caracol Pala en las Islas del Rosario y responda: ¿Qué estrategias de conservación se podrán implementar para su recuperación y mantenimiento? Argumente su respuesta teniendo en cuenta las necesidades e intereses de pescadores artesanales, turistas y entidades oficiales.

ESTRUCTURA POBLACIONAL

Es una descripción de como está compuesta la población. Esta está formada por individuos de diferentes tipos, de acuerdo a la edad (estructura etaria), tamaño, sexo, etc. En las plantas es útil clasificarlas por su tamaño, esto nos da un conocimiento de su estructura vertical. Otro aspecto de importancia en el estudio de las poblaciones son sus patrones de distribución, estos nos permiten visualizar la estructura horizontal, la cual se refiere al arreglo espacial de los organismos de una población en la superficie. En general, hay tres patrones de distribución: el agregado, el aleatorio y el uniforme. (Valverde, Cano-Santana, Meave, & Carabias, 2005)

Figura 23. Patrones de distribución de la población.



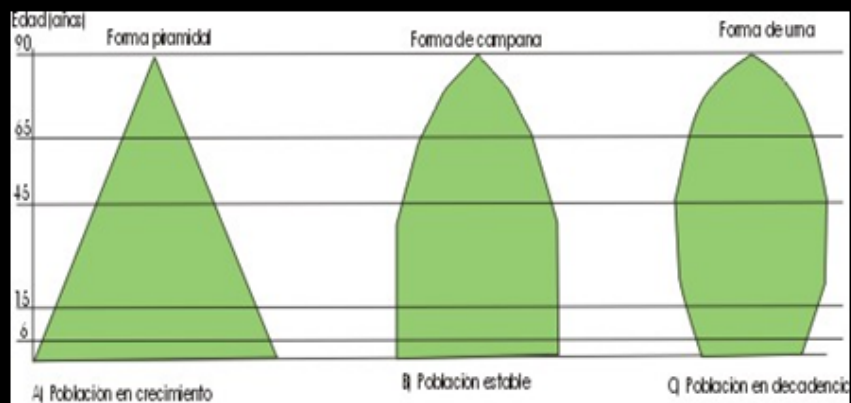
Estructura Vertical de un Robledal



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos11/roco/Image4933.jpg>

Figura 24. Tipos de pirámides de distribución etaria de la población.

Pirámides de Distribución Etaria



Fuente:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000088/lecciones/seccion1/capitulo02/tema02/imagen11.jpg>

ACTIVIDAD SOBRE ESTRUCTURA POBLACIONAL

- Elabore una pirámide de distribución etaria con base en la información de sus familiares
- ¿Qué forma tiene la pirámide resultante?
- Prediga para el futuro el comportamiento de la abundancia poblacional de su familia
- ¿Qué implicaciones traerá el cambio o mantenimiento de la abundancia para sus miembros?
- ¿Cómo podrían mejorarse las condiciones de bienestar para sus familiares, teniendo en cuenta su predicción?
- ¿Qué utilidad pueden tener las pirámides de estructura poblacional para la conservación de una especie?

FUNCIÓN DE LA POBLACIÓN

Al vivir en grupos, los individuos presentan características específicas debido a la composición y estructura de la población, así como a factores abióticos y bióticos, se pueden observar cambios y tendencias en los parámetros de los atributos nombrados y en los comportamientos de los individuos de la población, estos últimos se conocen como **interacciones intraespecíficas**. Cuatro fenómenos inciden sobre la composición y la estructura de la población: la **natalidad**, la **mortalidad**, la **inmigración** y la **emigración**. De acuerdo con esto, las poblaciones crecen en el tiempo a ritmos diferentes, esto se modela en las **curvas de crecimiento**.

(Villem, 1996; Morlans, 2004)

RELACIONES INTRAESPECÍFICAS

La agrupación de organismos, por lo general, garantiza a largo plazo el mantenimiento de la población; sin embargo, también origina una disminución de los recursos que aprovecha cada individuo para su supervivencia. Algunas de las interacciones entre los organismos de la misma especie que originan perjuicios por lo menos a uno de los miembros son: la **competencia**, el **canibalismo** y el **infanticidio**. Otras relaciones en las que se benefician varios miembros son: la **reproducción sexual**, la **protección** y la **cooperación**.

(Armella, 2006; Quintana, 1999)

FACTORES DEMOGRÁFICOS

Son los acontecimientos generales que inciden en la abundancia y otros atributos de la población; los principales son:

- **Tasa de Natalidad:** el número de nacimientos por unidad de tiempo. Origina un crecimiento de la población.
- **Tasa de mortalidad:** el número de individuos que mueren por unidad de tiempo. Origina un decrecimiento de la población.

Estos parámetros pueden ser expresados en porcentaje (%)

(Vilee, 1996; Morlans, 2004)

CRECIMIENTO POBLACIONAL

Las poblaciones tienen la capacidad de generar nuevos individuos (generalmente por reproducción) produciendo un aumento de la abundancia y/o densidad, a esto se le denomina el **potencial biótico**. Sin embargo, esto es controlado por la escasez de recursos, catástrofes naturales y otros cambios nefastos del medio físico para los individuos; también la competencia, depredación y otras interacciones bióticas originan la mortalidad o emigración de los miembros de la población disminuyendo su tamaño, este factor limitante del crecimiento poblacional es denominado: **resistencia ambiental**. Debido a esto se presentan diferentes formas de crecimiento. (García, Castillo, Muñoz, & Guillen, 2008)

Figura 25. Factores que inciden en la forma de crecimiento de una población.

CURVAS DE CRECIMIENTO



Fuente:

<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000088/lecciones/seccion1/capitulo02/tema02/imagen04.jpg>

ACTIVIDAD SOBRE LA FUNCIÓN POBLACIONAL

Consulte y consigne una gráfica que muestre el crecimiento de la población humana en el mundo durante toda su historia y con base en esta responda los siguientes interrogantes:

- ¿Cuáles fueron los factores de resistencia ambiental que mantuvieron en el pasado la abundancia de la población humana por debajo de los 1000 millones de habitantes?
- ¿De qué manera los seres humanos hemos logrado aumentar en más de seis veces nuestra población mundial en el último siglo?
- ¿Hasta cuándo podremos seguir creciendo poblacionalmente y cómo afectará esto a las otras especies? Argumente.

COMUNIDAD (BIOCENOSIS) y ECOSISTEMA

La comunidad biótica hace referencia a un grupo de poblaciones de distintas especies que conviven en un lugar y tiempo determinado, muchos de ellos interactuando entre sí (1). Entre estos organismos encontramos hongos, plantas, animales y microorganismos que se controlan y benefician mutuamente a través del flujo de materia, energía e información. El ambiente físico o hábitat de la biocenosis es denominado **biotopo**. El sistema conformado por la biocenosis y el biotopo se denomina **ecosistema**.

(1) Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires, 2005.

COMPOSICIÓN DE LA BIOCENOSIS

Está representada por las poblaciones de la comunidad y el número de individuos en un hábitat, también es importante conocer cuál o cuáles especies aprovechan o consumen en mayor medida los recursos y/o determinan la presencia de otras especies, a este último atributo se le denomina: **dominancia**. Hace referencia a la **diversidad alfa (α)**.

Riqueza y Abundancias de Especies:

“El término **riqueza** hace referencia al número de las especies que integran la comunidad, en tanto que ... **abundancia** se refiere al número de individuos por especie que se encuentran en la comunidad.” (Márquez)

Cuadro 8. Riqueza de plantas vasculares de los afloramientos rocosos de Suesca en la cordillera oriental colombiana.

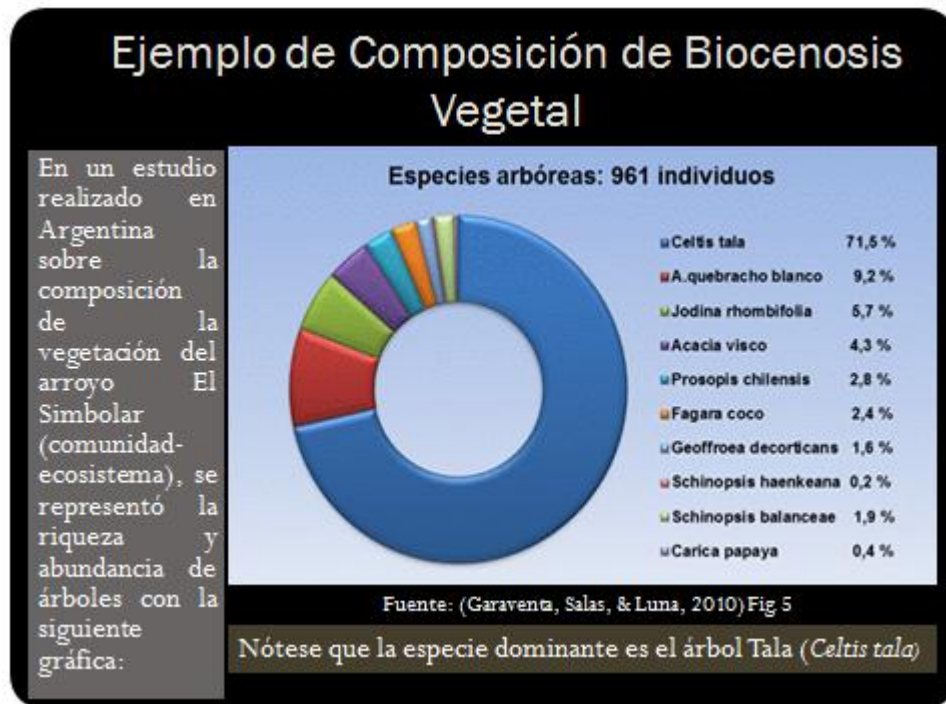
EJEMPLO DE RIQUEZA DE ESPECIES

La tabla muestra la riqueza (poblaciones) de plantas vasculares de los afloramientos rocosos de Suesca (comunidad-ecosistema) en la cordillera oriental colombiana

tipo de superficie y hábito de crecimiento	Valle de los Halcones	Farallones de Suesca	Los Monolitos
<i>superficies de la roca</i>			
placa	35	31	20
repisa	28	29	27
fisura	11	15	8
<i>hábitos de crecimiento</i>			
colgante	12	14	6
erecta	40	39	36
paralelo a la superficie	22	22	13

Fuente: <http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSe7fo8PQs-rM9aOYsnFo7eCOsqJquboOvrSSGL0P3gAbu7HaDbw&t=1>

Figura 26. Composición y dominancia de árboles en la vegetación del arroyo El Simbolar en el departamento de Capayán – Argentina.



ACTIVIDAD SOBRE COMPOSICIÓN DE LA BIOCENOSIS

1. Con base en el ejemplo anterior sobre la composición de árboles que rodean el arroyo El Simbolar, responda las siguientes preguntas:
 - ¿Cuál es la riqueza de especies arbóreas de este ecosistema?
 - ¿Cuántos individuos de la muestra encontraron de la especie dominante y cuántos individuos en promedio de las otras especies?
2. Consulte sobre la riqueza de especies en las formaciones vegetales del bosque altoandino en comparación con las plantaciones de eucalipto o pino. ¿Cuál de estas comunidades tendrá mayor diversidad alfa? ¿Por qué?

ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD-ECOSISTEMA

<<Es la organización física o patrón organizativo de una comunidad. Tiene que ver con la distribución espacial de “materiales”>>(UNAM, 2006).

La **estructura horizontal** es el arreglo de los organismos y cuerpos abióticos del ecosistema en la superficie.

La **estructura vertical** se refiere a la distribución altitudinal de la biomasa y el sustrato mineral del ecosistema. En los ecosistemas terrestres está determinada por “el arreglo de la vegetación ... a partir de formas de crecimiento y grupos de edades de estas” (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 199+).

Figura 27. Estructura horizontal arbórea de un bosque montano bajo del Ecuador.

EJEMPLO DE ESTRUCTURA HORIZONTAL

Representación de la distribución de árboles de un bosque montano bajo del Ecuador.

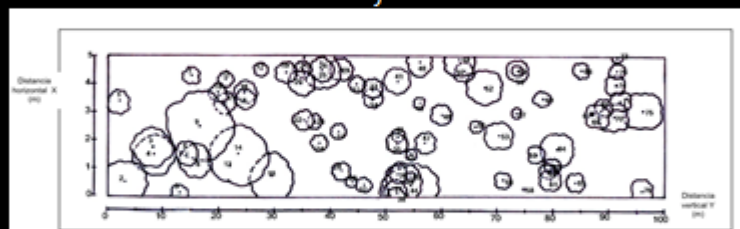


Figura 2: Perfil horizontal del bosque nativo "El Colorado"

1, 6, 19, 46, *Ocotea parryifolia*; 2, 3, *Acletochmiella* sp.; 4, 64, *Nerua* sp.; 5, 53, 55, 56, *Furcraea esuricarpa*; 7, 11, 27, 33, 34, *Eleocharis* sp.; 8, *Aniba* sp.; 9, *Coussapoa villosa*; 10, 22, 59, *Palaquium ovalis*; 12, 15, 16, 17, 21, 31, 32, 37, 38, 42, 48, 54, 68, 76, *Chamaedorea linearis*; 13, *Mikania* sp.; 14, *Juglans neotropica*; 18, *Eugenia* sp.; 20, *Ficus caracasana*; 23, 38, 51, *Guarea lambiana*; 24, 25, 29, 36, 78, 71, *Garcinia macrophylla*; 26, *Dendropanax* sp.; 28, *Sorocea trophoides*; 35, *Trichilia pallida*; 39, *Nectandra* sp.; 40, 43, 58, 67, *Grisea* sp.; 41, *Zanthoxylum* sp.; 44, *Persea* sp.; 45, *Urena caracasana*; 46, *Cecropia* sp.; 47, 41, 62, 63, 69, 72, 73, 74, *Alseodaphne cuspidata*; 49, *Piptocarpha discolor*; 58, *Cassia* sp.; 52, 57, 75, *Aniba riparia*; 60, *Aspithia caracasana*; 65, *Psychotria brachiata*.

Fuente:

http://www.lyonia.org/articles/rbusmam/article_413/html/images/Figura2.jpg

ESTRATIFICACIÓN VERTICAL DE LA VEGETACIÓN

“Hace referencia al arreglo, presencia y altura de cada una de las capas que componen una cobertura vegetal. Para la descripción detallada de esta variable en bosques ... se tienen en cuenta ... estratos: **rasante**, **herbáceo**, **arbustivo**, **arbóreo** ... **O dosel**” (Rangel & Velásquez, 1997, citado en Lozano-Zambrano, y otros, Oportunidades de conservación en el paisaje rural (fase I), 2009)

Figura 28. Efecto de la dominancia arbórea en la intensidad de luz que llega a los estratos de un bosque.

EJEMPLO DE ESTRUCTURA VERTICAL

Diagrama que ilustra la estratificación vertical del follaje de las distintas especies de plantas que forman parte de un bosque. La disminución de la intensidad de la luz a medida que atraviesa el follaje del bosque, determina las relaciones de dominancia que se establece entre las especies de esta comunidad.



Fuente:

http://www.uc.cl/sw_educ/biologia/bio100/imagenes/6e93dc34a5bfilenameD1843typeimagegif.gif

ACTIVIDAD SOBRE LA ESTRUCTURA DE BOSQUES

Con base en los conceptos y ejemplos de estructura horizontal y vertical expuestos, responda las siguientes preguntas:

- ¿Por qué se dice que en los bosques tropicales la mayor riqueza de especies se encuentra en el dosel?
- ¿Cómo cambia el número de individuos vegetales en un bosque a medida que se asciende desde el estrato basal al estrato arbóreo? ¿Por qué ocurre esto?

FUNCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ECOSISTEMA

En la biocenosis hay una organización sistémica de las formaciones naturales, en las que animales, hongos, microorganismos y vegetales están perfectamente integrados en relaciones de interdependencia entre ellos y con su biotopo para garantizar el flujo de energía, información y materia responsable del equilibrio general. Este sistema ha evolucionado y se autorregula para responder a los cambios manteniendo la **homeostasis** como una unidad integrada. (Murgel, 2000).

Cada población cumple unas funciones específicas, a esto se le denomina el **nicho ecológico**. La pérdida de poblaciones puede generar un desequilibrio al ecosistema.

Cuadro 9. Interacciones interespecíficas entre dos poblaciones y sus efectos.

RELACIONES INTERESPECÍFICAS

El control de las poblaciones en la biocenosis, se da gracias a las interacciones que se presentan entre las especies y las condiciones físico-químicas del hábitat. En el cuadro se explican algunas:

POSIBLES INTERACCIONES ENTRE DOS POBLACIONES NATURALES		
Tipo de interacción	Efecto de la interacción (Pobl. 1/Pobl.2)	Descripción de la interacción
Cooperación	+/+	Ambas poblaciones se benefician y la interacción es opcional para las dos.
Mutualismo	+/+	Ambas poblaciones se benefician y la interacción es necesaria para las dos.
Comensalismo	+/0	Una población se beneficia y la otra no se afecta.
Amensalismo	-/0	Una población es inhibida y la otra no es afectada.
Competencia	-/-	Una población elimina a la otra y en el proceso ambas sufren.
Depredación y parasitismo	+/-	Una población se beneficia. La interacción es necesaria para el depredador y el parásito.

Fuente: http://www.uc.edu/sw_educ/biologia/bio100/imagenes/7e83dc34b5a.gif

Figura 29. Red trófica.



Figura 30. Pirámide de energía.

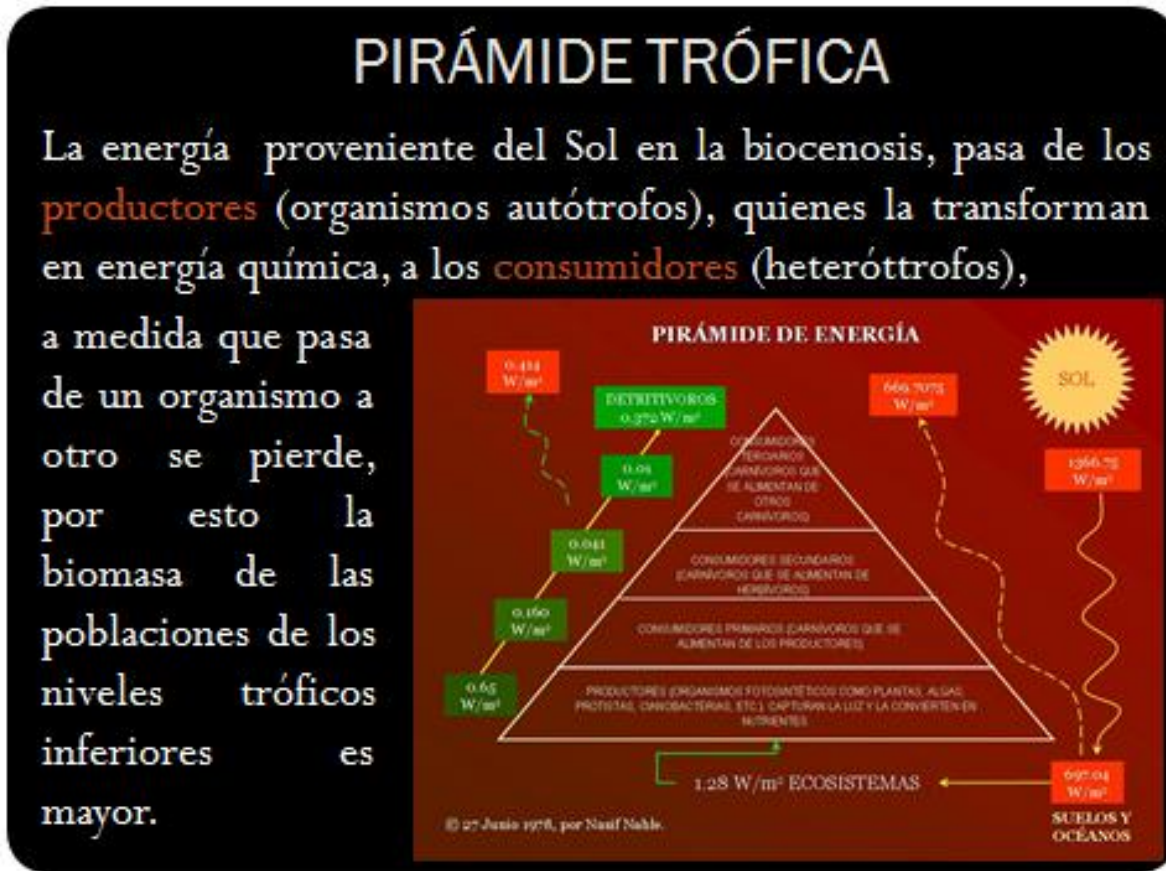


Figura 31. Ciclos biogeoquímicos.



ACTIVIDAD SOBRE LA FUNCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL ECOSISTEMA

Con base en la información expuesta, observaciones y consultas adicionales, resuelva los siguientes puntos:

1. Escriba un ejemplo de interacción interespecífica entre dos especies de su localidad.
2. ¿Por qué razón la biomasa de los productores en una biocenosis es mayor que la biomasa de los consumidores?
3. ¿De qué manera las plantas hacen la atmósfera respirable para los organismos aeróbicos y disminuyen el efecto invernadero? Argumente sus respuestas.

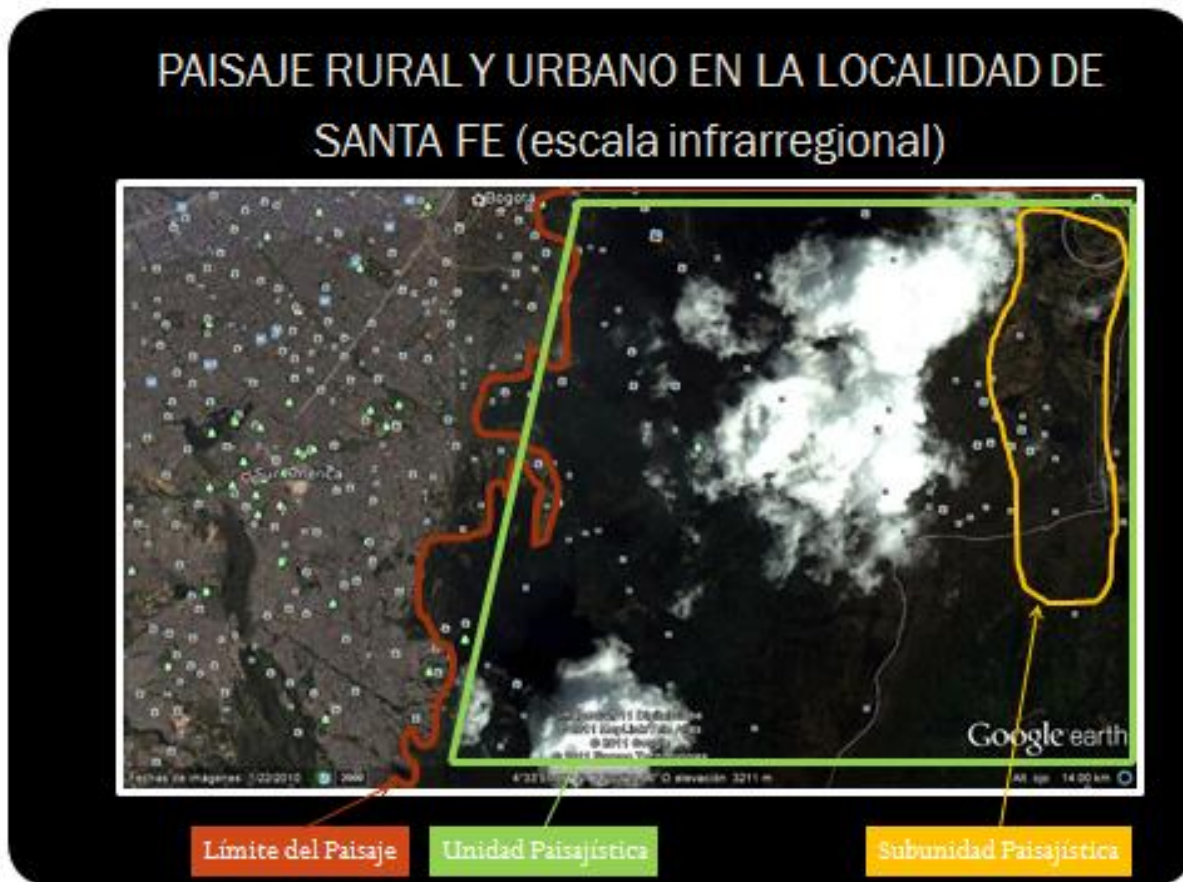
ATRIBUTOS DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PAISAJE

El PAISAJE está formado por un conjunto de ecosistemas que interaccionan entre sí. Aquí se tiene en cuenta un territorio más extenso, que abarca desde algunas hectáreas (ha) a pocos cientos de kilómetros cuadrados (Km²).

Los diferentes tipos de coberturas, suelos o componentes físicos del hábitat determinan la **composición** y **estructura** del paisaje y por consiguiente su **funcionalidad** y patrones de distribución de la diversidad biológica. Entre las principales unidades de análisis del paisaje se definen: la **matriz**, el **parche**, el **corredor**, los **bordes** y el **núcleo**.

(Romero & Morlins, 2010; Lozano-Zambrano, y otros, Planeación del paisaje rural: un aporte metodológico para la conservación de la biodiversidad, 2009; Burel & Baudry, 2001)

Figura 32. Paisaje del oriente de la localidad de Santa Fe en Bogotá - Colombia.



ELEMENTOS DEL PAISAJE

<<El **mosaico paisajístico** tomado como “un conjunto de manchas de diferente naturaleza” esta compuesto por una **matriz** que es el elemento predominante ...; dentro de ésta se encuentran los **parches** de naturaleza diferente a la matriz, y los **corredores** que son los elementos lineares. En cada uno de estos elementos se puede diferenciar un **borde** que interacciona fuertemente con las manchas vecinas y un **núcleo** interno en el cual la interacción es prácticamente nula.>>

(Romero & Morláns, 2010)

Figura 33. Elementos del paisaje.

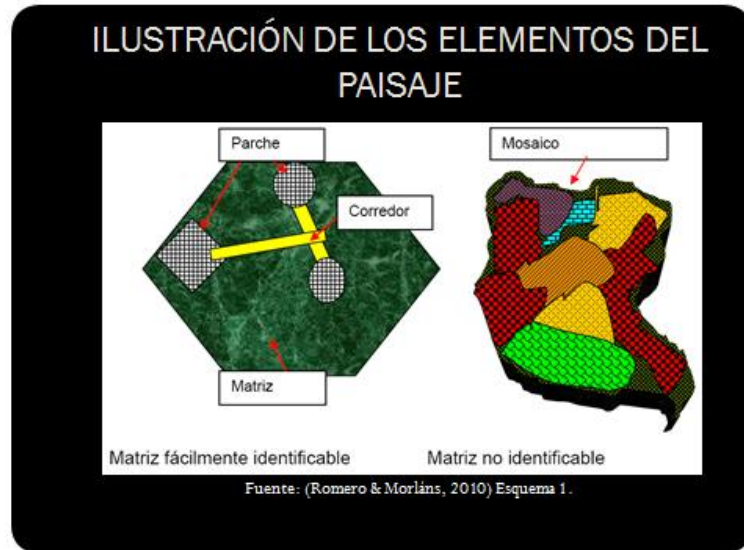
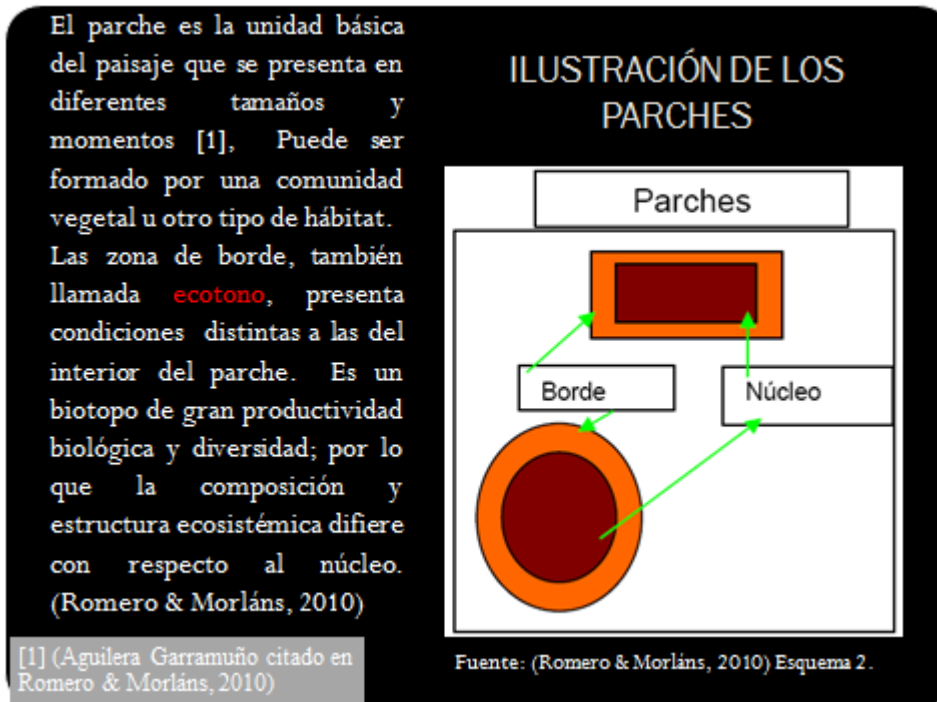


Figura 34. Elementos del paisaje del Cerro de la Cruz en los Cerros Orientales de Bogotá – Colombia.



Figura 35. Zonas ecológicas del parche en un paisaje.



COMPOSICIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PAISAJE

Hace referencia a los tipos de elementos: **matriz**, **parches** y **corredores** (Forman, 1995) y su identidad (Halffter, Moreno & Pineda, 2001)

En cada uno se pueden presentar diferentes hábitat, los cuales pueden expresarse por sus coberturas o suelos” (Romero & Morlans, 2010).

Pueden indicarse el número, área, perímetro y estados sucesionales de los elementos. (Adaptado de Rozzi, Feinsinger, Massardo & Primack, 2001)

ESTRUCTURA DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PAISAJE

Incluye el tamaño, la forma, la composición, el número y la posición o distribución de los diferentes ecosistemas y comunidades. (Molles, 2006; Halffter, Moreno & Pineda, 2001). También “está determinada por la... proporción de los diferentes tipos de parches” (Romero & Morlans, 2010). Estas características permiten describir la heterogeneidad, conectividad, fragmentación y distribución de poblaciones, comunidades y ecosistemas en el mosaico paisajístico.

(Adaptado de: IAvH (1997); Rozzi, Feinsinger, Massardo & Primack (2001); Romero & Morlans (2010))

FUNCIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EL PAISAJE

Comprende los flujos de materia, energía y especies entre los parches del mosaico paisajístico y los cambios de composición y estructura a través del tiempo, originados por la dinámica propia (atributos de función) de las poblaciones y comunidades; así como por las perturbaciones que pueden ser naturales (incendios, inundaciones, deslizamientos, etc.) o antrópicas (quemadas, pastoreo, deforestación, expansión de la frontera agrícola, etc.).

(Molles, 2006; IAvH, 1997; Burel & Baudry, 2001; Sarmiento, 2001)

H. Anexo: Guía de la Salida Pedagógica al Jardín Botánico de Bogotá: José Celestino Mutis

BIODIVERSIDAD

La diversidad biológica se refiere a la variedad en las formas de vida, desde las moléculas que se producen en el interior de cada organismo, hasta las relaciones que se establecen entre ellos y con su medio físico, así como los sistemas que forman. Para el estudio de la diversidad biológica se determinan jerarquías anidadas: genes, especies, poblaciones, comunidades y ecosistemas; también sus atributos para cada una de estas: la **composición** (identidad de elementos y variedad), la **estructura** (organización de los elementos) y **funcionalidad** (interacciones: depredación, competencia, parasitismo, dispersión, polinización, simbiosis; ciclo de nutrientes, etc.).

Colombia es el segundo país en biodiversidad (genes, especies y ecosistemas) del mundo. Es el país que mas especies de aves y de orquídeas posee; es el segundo territorio que contiene más especies de plantas, anfibios, peces de agua dulce y mariposas; nuestra nación ocupa el tercer puesto global en especies de reptiles y palmas; así como el cuarto puesto del espacio biosférico en especies de mamíferos.

ACTIVIDADES

- A. ¿Por qué es importante conservar la biodiversidad?
- B. ¿Para qué sirven los jardines Botánicos?
- C. Según las observaciones realizadas en la visita al Jardín Botánico de Bogotá, completa el siguiente cuadro.

BIODIVERSIDAD	Composición	Estructura	Función
Especie			
Comunidad			
Ecosistema			

I. Anexo: Guía de la Salida Ecológica para la Interpretación Ambiental de la Biodiversidad del Cerro de La Cruz

GRADO OCTAVO

Educando:

Curso:

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

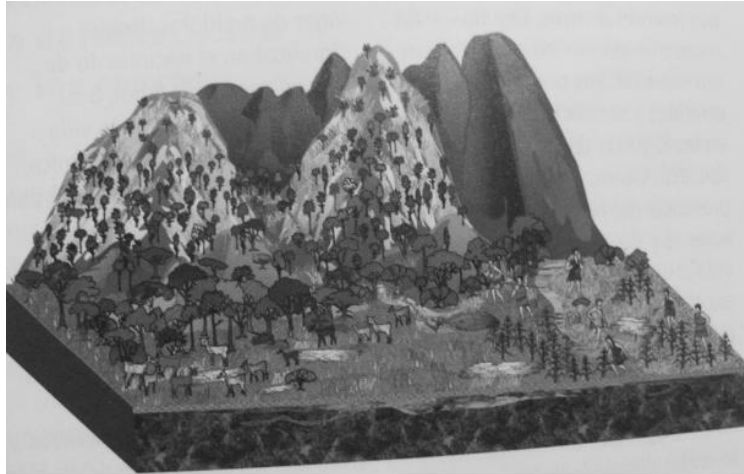
El Cerro de La Cruz alcanza una altura máxima de aproximadamente 3200 msnm, en él se recogen parte de las aguas las quebradas: Manzanares y La Hoya- Los Soches; su parte más baja llega hasta el perímetro urbano (2900 msnm), limita al norte con el cerro de Guadalupe, al oriente con el Aguanoso, al sur con Los Encantadores y al occidente con los barrios El Parejo, San Dionisio y Los Laches.

CARACTERÍSTICAS NATURALES

En la corteza terrestre de los cerros orientales se encuentran rocas que se formaron entre hace 150 y 55 millones de años en el fondo del mar y por restos que se han depositado desde hace 3 millones de años, después del levantamiento de la cordillera. Las primeras etapas marinas ocurrieron en los períodos geológicos cretáceo y paleógeno, luego, la elevación de las montañas ocurre durante la era del plioceno y después se formaron rocas continentales en la era del pleistoceno (DAMA - SUNA HISCA, 2006; SDA). En la parte baja de la zona los suelos tienen influencia de ceniza volcánica, lo cual no se presenta en la parte alta, donde no acumulan agua. El clima es frío húmedo y muy frío muy húmedo en las partes más altas con precipitaciones en toda el área entre los 900 – 1000 mm/año, la zona recibe radiación solar durante todo el año por encontrarse en el trópico. Es también una zona de recarga de acuíferos. Nacen allí por lo menos unas tres quebradas, que vierten sus aguas al Río San Francisco, de las 13 que se encuentran en los cerros de la Localidad de Santa Fe (Ceballos, 2007), cuyas aguas han sido aprovechadas para el consumo humano. En la parte occidental (baja) del terreno, las pendientes son medias y hacia el oriente se vuelve más empinado hasta alcanzar paredes verticales (CAR, 2006). En cuanto a la vegetación, se encuentran diferentes formaciones vegetales como coberturas de bosque alto andino y matorrales en los que probablemente predominan Las familias *Myrsinaceae*, *Polypodiaceae*, *Melastomataceae* y *Compositae* (Martínez, 2006), con especies como: cucharo, helecho, tuno y sietecueros (Molina, Uribe, & Osorio, 1997) en las zonas de mayor pendiente se encuentra el helecho *Pteridium aquilinum* y vegetación del subpáramo con cordones de ericáceas, plantas litofíticas y fisurícolas que crecen sobre las rocas en el llamado Cerro de La Cruz, también se encuentran en la parte baja plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) (García, Vargas, & Figueroa, 2006).

HISTORIA AMBIENTAL.

En la región que ocupa actualmente la capital de Colombia, “Los mamíferos grandes como el mastodonte y el caballo americano habían sido exterminados por las primeras tribus nómadas que habitaron la Sabana hace aproximadamente unos 12000 años... (luego, estos)... grupos de cazadores-recolectores... vivían de la abundancia de los recursos de los cerros y el altiplano: venados, curies, raíces, frutas y agua.” (García, Vargas, & Figueroa, 2006).



Fuente:
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/be/Iglesia_y_Recoleta_de_San_Diego_Bogot%C3%A1.jpg

Con la domesticación de animales y plantas, se aplica un gran conocimiento de la naturaleza. Los cerros orientales al parecer no fueron ocupados o usados hasta el desarrollo de la agricultura (1500 – 1000 a.C.), se sabe por los relatos de los españoles que los muisca (s. XV) le daban una importancia mágico-religiosa a estas montañas y por lo tanto preservaban los ecosistemas naturales.

Durante los dos siglos siguientes los cerros fueron deforestados, en los siglos XIX y XX fueron reforestados con pinos y eucaliptos. Hasta el siglo XIX, las poblaciones asentadas en la sabana se abastecieron de las fuentes de agua provenientes de los cerros. Al comienzo de la urbanización, la ciudad se desarrolló entre los ríos San Francisco y San Agustín y desde el siglo XVII aparecen las primeras preocupaciones por el deterioro de las fuentes de aguas y más adelante, con la explotación minera a cielo abierto de arenas y arcillas para

materiales de construcción, se incrementaron problemas como la erosión, la pérdida de la biodiversidad, la contaminación y el desequilibrio de los sistemas hídricos (García, Vargas, & Figueroa, 2006).

El piedemonte de los cerros en la Localidad de Santa Fe, ha sido poblado desde el siglo XXVII de manera marginal y desde mediados del siglo XX se inició un proceso de conurbación con el barrio Los Laches (Guerra, 2009), por inmigrantes de diferentes regiones del país, muchos de ellos provenientes de la ciudad y otros del campo, por lo que en algunas familias la subsistencia está íntimamente relacionada con el manejo de recursos biológicos.

En la actualidad, los cerros son protegidos por leyes que prohíben su urbanización, la explotación o uso que los deteriore; desafortunadamente no hay funcionarios suficientes para vigilarlo. La Alcaldía propone la creación de un corredor en su parte baja occidental para la recreación, con el fin de generar trabajo y apropiación social del espacio, pero aún esto no es seguro. También existen otras amenazas como los incendios forestales, que cada año arrasan hectáreas de vegetación; otro problema son las especies introducidas como el retamo espinoso, el helecho, los pinos y eucaliptos, pues estas especies invaden y dominan los hábitat, permitiendo el desarrollo de muy pocas o de ninguna otra especie.

INVESTIGACIÓN SOCIAL

Averigua con personas conocedoras de los Cerros, que especies de animales han observado, cuándo (año, mes, día, hora) y en qué lugar; consulta también por el uso que la comunidad le da a los cerros. Elabora un escrito indicando la fuente o persona de la cual provino la información, indica también su edad, y el tiempo de habitación en la zona.

ECOLOGÍA DEL PAISAJE

En “1935... Tansley enfatizó que la distribución de especies y su ensamblaje estaban fuertemente influidos por el ambiente asociado, por lo que propuso que la comunidad biótica constituía una unidad integral junto con su ambiente físico. Propuso entonces el término “**ecosistema**” para designar dicha unidad integral” (Maass & Martínez-Yrizar, 1990). El ecosistema es entendido como un conjunto de partes bióticas y abióticas relacionadas entre sí, que tiene entradas y salidas, produce y contiene organismos, materia y energía en diferentes jerarquías que están contenidas unas en otras.

En 1939, el biogeógrafo alemán Troll, introdujo el término **ecología del paisaje** para integrar la geografía y la ecología con el fin de relacionar las estructuras espaciales con los procesos ecológicos (Burel & Baudry, 2001). “En este contexto el paisaje se considera como la traducción espacial del ecosistema” (Richard 1975 citado en Burel & Baudry, 2001). El estudio del paisaje permite identificar y establecer la relación entre los diferentes ecosistemas en un territorio determinado; facilita la comprensión de la evolución biológica, física y antrópica en un espacio y en determinado tiempo. En un paisaje es importante ubicar los diferentes tipos de ecosistemas que se presentan en el territorio y tratar de establecer la relación entre estos, no importa si son naturales o artificiales, pues todos se influyen entre sí.

ACTIVIDADES

1. A medida que encuentres diferentes ecosistemas o formaciones vegetales (tipos de lugares diferentes) en el camino al Cerro de La Cruz, con ayuda del docente descríbela llenando la siguiente tabla:

FRAGMENTO	PENDIENTE	SUELO	ESPECIES DOMINANTES	FUNCIONES

2. Elabora un dibujo del paisaje del Cerro de La Cruz, identificando los diferentes parches o fragmentos.
3. Para una comunidad o fragmento elegido, realiza lo siguiente en grupo:
 - a. toma fotografías o muestras de cada especie vegetal encontrada.
 - b. elabora un dibujo sobre el patrón de distribución de una población vegetal.
 - c. elabora un perfil vertical identificando los estratos.
 - d. halla la abundancia y densidad poblacional de la especie vegetal del literal b.
4. Posteriormente en el laboratorio, realicen una clasificación taxonómica de las especies y hallen la riqueza de especies, elaboren gráficas utilizando Excel, diseñen presentaciones en Power Point y expongan sus trabajos a sus compañeros.
5. Comparen las diversidades alfa de las diferentes coberturas vegetales y saquen conclusiones, discútanlas.

J. Anexo: Evaluación de la UD sobre Biodiversidad y su Conservación

Cuadro 10. Formato para la evaluación del abordaje y tratamiento de los contenidos, y la función docente.

FECHA DE DILIGENCIAMIENTO			
ABORDAJE DE LOS TEMAS			
Fechas:			Tiempo en Horas:
DATOS PERSONALES DEL EVALUADOR			
Nombre y Apellido	Oficio	Grado	Curso
SE NOMBRARON O TRATARON LOS SIGUIENTES TEMAS:	SI	POCO(A)	NO
CON RESPECTO AL DOCENTE ...			
Hubo claridad en las explicaciones			
Tiene suficiente conocimiento del tema			
Informó a tiempo y adecuadamente las actividades a realizar y las funciones de los participantes			
Intervino para que se conservara el respeto y el orden			
Permitió la participación de los interesados			
Acompañó a los participantes durante la realización de las actividades			
EN CUANTO A LOS RECURSOS ...			
El espacio brindó comodidad a los participantes			
Permitieron observar el material o los objetos de estudio			
Se dispuso del tiempo suficiente para la realización de las actividades			
Se cumplió con el suministro de lo prometido a tiempo			
USTED APRENDIÓ SOBRE LOS TEMAS			

OBSERVACIONES:

Bibliografía

- Alfaro, R., & Casallas, J. (2009). *Lectura, evaluación y pensamiento*. Bogotá, Distrito Capital: CIDE.
- Ángel, A. (2003). *La diosa Némesis: desarrollo sostenible o cambio cultural*. Cali: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente.
- Ángel, G., & De Longhi, A. L. (28 de septiembre de 2006). *Propuesta curricular de hipótesis de progresión para conceptos estructurantes de ecología*. Recuperado el 23 de abril de 2011, de redined: <http://www.doredin.mec.es/documentos/00920073000037.pdf>
- Antequera, J. (2005). *El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos*. Recuperado el 22 de abril de 2011, de eumed.net: <http://www.eumed.net/libros/2005/ja-sost/3f.htm>
- Aramburu, F. (1993). Las ciencias sociales en la educación ambiental. *AULA. Revista de Pedagogía de la Universidad de Salamanca*, 5, 73-82.
- Arcila, A., & Herrera, A. (1998). *Estudio de factibilidad de un programa escolar de educación ambiental en el jardín botánico de la Universidad Tecnológica de Pereira, "Apolinar Sierra"*. Trabajo de pregrado no publicado, UTP, Colombia.
- Armella, M. (16 de noviembre de 2006). *Departamento de Biología*. Recuperado el 13 de octubre de 2011, de Universidad Autónoma Metropolitana. Ciencias biológicas y de la salud. Unidad Iztapalapa: http://docencia.izt.uam.mx/maa/poblaciones/material_adicional/interaccionintraesoecifia.ppt
- Asamblea Nacional Constituyente. (1993). *Constitución Política de Colombia 1991*. Santafé de Bogotá: Panamericana Editorial Ltda.
- Asociación Colombiana de Parques Zoológicos y Acuarios (ACOPAZOA). (2003). *Biodiversidad, Colombia país de vida. Programa de formación ambiental para maestros*. Colombia: ACOPAZOA.
- Asociación Española para la Cultura, el Arte y la Educación (ASOCAE). (s.f.). *Conservación. Antecedentes históricos*. Recuperado el 30 de abril de 2011, de Naturaleza Educativa: http://www.natureduca.com/conserva_historia3.php
- ASOCAE. (s.f.). *Conservación. Antecedentes históricos*. Recuperado el 20 de abril de 2011, de Naturaleza Educativa: http://www.natureduca.com/conserva_historia1.php

- ASOCAE. (s.f.). *Debate sobre el crecimiento cero*. Recuperado el 01 de mayo de 2011, de Naturaleza Educativa. La ciencia ecológica. Historia de la ecología:
http://www.natureduca.com/cienc_hist_debatecrecim.php
- ASOCAE. (s.f.). *La biosfera*. Recuperado el 05 de mayo de 2011, de Naturaleza Educativa:
http://www.natureduca.com/cienc_gen_biosfera.php
- ASOCAE. (s.f.). *Los precursores de la ecología*. Recuperado el 20 de abril de 2011, de Naturaleza Educativa: http://www.natureduca.com/cienc_hist_precursores.php
- Avellaneda-Cadena, C., & Betancur, J. (junio de 2007). Las plantas vasculares de los afloramientos rocosos de suesca, cordillera oriental colombiana. *Actualidades Biológicas*, 29(86), 25-39.
- Barajas, I., Gómez, I., & Gutiérrez, N. (1997). Algunos aspectos económicos del desarrollo sostenible. En *Ciencia ambiental y desarrollo sostenible* (págs. 257-538). México: International Thomson Editores.
- Barberá, O. (1994). Historia del concepto de especie en biología. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(3), 417-430.
- Barrera, L. (2001). Hitos en la bioquímica y la genética relacionados con el genoma humano. En A.C.A.C., *El genoma humano* (págs. 47-54). Bogotá: Panamericana Editorial.
- Bernal, J. (2008). Sabana de Bogotá: el conflicto por los recursos naturales y la situación ecológica. En G. P. Castañeda (Ed.), *Historia ambiental de Bogotá y la Sabana, 1850-2005* (págs. 250 -290). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República (BLAA). (s.f.). *Historia de la ecología*. Recuperado el 19 de abril de 2011, de Biblioteca Virtual:
<http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/ayudadetareas/biologia/biolo1.htm>
- Bocanegra, D. (marzo - abril de 2005). El pueblo indígena muisca. *La Hojarasca*(8).
- Bornemizsa, E. (24 de junio de 2002). *La explosión de la población mundial y sus causas*. Recuperado el 01 de mayo de 2011, de Fundación CIENTEC. Innovación:
<http://www.cientec.or.cr/ciencias/innovacion/sobrepoblacion.html>
- Bourdieu, P. (1991). Entrevista para el CNDP sobre la escuela. (D. Bollinger, Entrevistador)
- Burel, F., & Baudry, J. (2001). *Ecología del paisaje. Conceptos, métodos y aplicaciones*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Busch, M. (2009). *Ecología de Poblaciones 3 y 4. Modelos de crecimiento y competencia intraespecífica*. Recuperado el 02 de septiembre de 2011, de Ecología General:
<http://www.ege.fcen.uba.ar/materias/general/general.htm#docentes>
- Cameron, J. (Dirección). (2009). *Ávatar* [Película].

- Camus, P. (1999). *La Historia Natural en la Ecología: ¿ni historia ni natural?* Recuperado el 19 de abril de 2011, de Ciencia al Día Internacional - Ciencias Humanas:
<http://www.ciencia.cl/CienciaALDia/volumen2/numero4/articulos/articulo2.html>
- Capalbo, L. (29 de marzo de 2005). *El consumo, factor de la crisis ambiental*. Recuperado el 01 de mayo de 2011, de ECOPORTAL.NET:
http://www.ecoportel.net/Temas_Especiales/Desarrollo_Sustentable/El_Consumo_Factor_de_la_Crisis_Ambiental
- Caponi, G. (enero - junio de 2006). Retorno a Limoges - la adaptación en Lamarck -. *Asclepio. Revista de Historia de la Medicina y de la Ciencia*, LVIII(1), 7-42.
- Carretero, M. (1997). *Construir y enseñar las ciencias experimentales*. Argentina: Aique Grupo Editor S.A.
- Carrizosa, J. (2001). *¿Qué es ambientalismo? La visión ambiental compleja*. Santa Fe de Bogotá, D.C.: PNUMA/IDEA/CEREC.
- Carvalho, I. (1999). La cuestión ambiental y el surgimiento de un campo educativo y político de acción social. *Tópicos en Educación Ambiental*, 1(1), 27-33.
- Castellano, C. A., & Chamarravi, N. (10 de julio de 2000). *Revista Luna Azul. Colombia: estación biogeográfica en el origen de su diversidad biótica*, 9. Manizales, Caldas, Colombia.
- Ceballos, D. W. (2007). *Plan director (maestro) del corredor ecológico y recreativo de los cerros orientales*. Bogotá D.C.: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.
- Centro de Estudio y Análisis en Convivencia y Seguridad Ciudadana (CEACS). (22 de septiembre de 2010). *III Boletín de Estadísticas, Sector Gobierno, Seguridad y Convivencia 2008-2009*. Recuperado el 15 de noviembre de 2010, de
http://www.ceacsc.gov.co/index.php?option=com_content&task=view&id=236
- Centty, D. (2008). *La inversión extranjera y el subdesarrollo del Perú 1990-2000*. Recuperado el 22 de abril de 2011, de eumed.net:
<http://www.eumed.net/libros/2008b/414/APORTE%20DE%20THOMAS%20MALTHUS%20A%20LA%20TEORIA%20DEL%20DESARROLLO%20ECONOMICO.htm>
- Chaparro, A. (2011). *Elementos básicos para entender a los cultivos transgénicos*. Bogotá: Seminario Avances de la Ciencia. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- Cobiella, N. (s.f.). *El microscopio*. Recuperado el 10 de abril de 2011, de educar.org:
<http://www.educar.org/inventos/elmicroscopio.asp>
- Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO). (2009). *¿Qué es la Biodiversidad?* Recuperado el 07 de mayo de 2011, de Biodiversidad Mexicana:
http://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/que_es.html

- CONABIO. (2009). *Convenio sobre diversidad biológica*. Recuperado el 05 de mayo de 2011, de Biodiversidad Mexicana: <http://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/CDB/cdb.html>
- Common, M., & Stagl, S. (2008). *Introducción a la economía ecológica*. Barcelona: Reverte.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. (14 de junio de 1992). *Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo, 1992*. Recuperado el 05 de mayo de 2011, de marm.gob.es: http://www.marm.es/es/agua/legislacion/090471228000602e_tcm7-27692.pdf
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (abril de 2006). *Documento Técnico - PMA - para los Cerros Orientales de Bogotá*. Recuperado el 18 de abril de 2011, de Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca: <http://www.car.gov.co/?idcategoria=3811>
- Cruz, M. d. (2011). *Asociación Cultural Paleontológica Murciana*. Recuperado el 11 de abril de 2011, de Educarm: <http://www.educarm.es/paleontologia/lamarck.htm>
- Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA)-Corporación SUNA HISCA. (2006). Parque Ecológico Distrital de Montañas Entrenubes. Componente biofísico, geología. En *Asesoría técnica agroambiental para la apropiación y consolidación del Parque Ecológico* (págs. I-37 - I-50). Bogotá: DAMA/SUNA-HISCA.
- Desarrollo Sostenible, desarrollo económico respetuoso del ambiente natural y social (DSOSTENIBLE). (2006). *Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente. Estocolmo, junio de 1972*. Recuperado el 03 de mayo de 2011, de Desarrollo Sostenible: <http://www.dsostenible.com.ar/acuerdos/estocolmo-dec.html>
- Dirección General del Bachillerato. (s.f.). *Bachillerato General*. Recuperado el 12 de octubre de 2011, de Secretaría de Educación Pública: <http://www.dgb.sep.gob.mx/institucional/bachillerato.html#evaluacion>
- El Congreso de Colombia. (22 de diciembre de 1993). LEY 99 DE 1993. *Ley del Medio Ambiente*. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia: CARDER.
- Escudero, A., Iriando, J., & Albert, M. (2002). *Biología de conservación, nuevas estrategias bajo diferentes perspectivas*. Recuperado el 29 de abril de 2011, de Universidad de Murcia: <http://www.um.es/gtiweb/allmetadata/biologia%20conservacion%20estrategias.htm>
- Escudero, T. (2003). Desde los tests hasta la investigación evaluativa actual. Un siglo, el XX, de intenso desarrollo de la evaluación en educación. *Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 9(1), 11-43.
- Facultad de Ciencias Biológicas. (s.f.). *Introducción a la Biología*. Recuperado el 03 de septiembre de 2011, de Pontificia Universidad Católica de Chile: http://www.uc.cl/sw_educ/biologia/bio100/

- Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. (2005). *Ecología general. Ecología de comunidades, teórica 1*. Recuperado el 01 de septiembre de 2011, de Departamento de Ecología, Genética y Evolución:
www.ege.fcen.uba.ar/materias/general/1.%20Atributos%20com05.doc
- Forman, R. (1995). *Land mosaics. The ecology of landscapes and regions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Freire, J. d. (2002). *La Biología en la antigüedad y la edad media*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Fundación Misión Colombia (FMC). (1989). Desarrollo urbano y demográfico. La primera época. En FMC, *Historia de Bogotá*. (Vol. II, págs. 11 - 18). Bogotá, Colombia: Salvat-Villegas Editores.
- FMC. (1989). Los muiscas. En FMC, *Historia de Bogotá* (Vol. I, págs. 35 - 66). Bogotá, Colombia: Salvat-Villegas Editores.
- Gallego, A., & Gallego, R. (2006). *Acerca de la didáctica de las ciencias de la naturaleza. Una disciplina conceptual y metodológicamente fundamentada*. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Garaventa, S., Salas, L., & Luna, L. (3 de noviembre de 2010). Ponencia presentada en el XII Encuentro Internacional Humboldt "El Capitalismo como Geografía". *Diversidad biológica en el ecosistema del arroyo El Simbolar Departamento Capayán. Catamarca*. La Rioja, Argentina.
- García, G. (1996). La proclama: por un país al alcance de los niños. En E. Valdés, L. Chaparro, G. García, R. Gutiérrez, R. Llinás, M. Palacios, y otros, *Colombia: al filo de la oportunidad* (págs. 24 - 28). Santafé de Bogotá: Tercer Mundo Editores.
- García, M. (2011). la importancia de la biodiversidad. Bogotá, Colombia: Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Colombia.
- García, M., Castillo, M., Muñoz, C., & Guillen, P. (18 de febrero de 2008). *Ecología y Medio Ambiente*. (Universidad Nacional de Colombia) Recuperado el 31 de agosto de 2011, de Sede Bogotá DNSAV:
http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000088/lecciones/seccion1/capitulo02/tema02/01_02_02.htm
- García, N., Vargas, O., & Figueroa, Y. (2006). *Los cerros orientales y su flora. el Acueducto de Bogotá, sus reservas y su gestión ambiental*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Gast, F. (10 de diciembre de 2004). Colombia: el desafío de la biodiversidad. (BBC, Entrevistador)
- Giménez, F. (2010). *Filosofía y educación. Lecciones sobre René Descartes*. (Cuaderno de materiales) Recuperado el 10 de abril de 2011, de Recursos pedagógicos:
<http://www.filosofia.net/materiales/tem/descart.htm>

- Godínez, J. (enero/junio de 1995). Desarrollo económico y deterioro ambiental: una visión de conjunto y aproximaciones al caso mexicano. *Revista Gestión y Estrategia*, 7. México D.F. Recuperado el 22 de abril de 2011, de Gestión y Estrategia, Departamento de Administración: <http://www.azc.uam.mx/publicaciones/gestion/num7/art6.htm#NdirecageA>
- Goldstein, B., & Castañera, M. (2001). *Diversidad biológica y recursos naturales: una propuesta sustentable y participativa para el aula*. Buenos Aires: Ediciones Santillana S.A.
- Gómez, K., Rueda, M., & García, C. (2010). Distribución espacial de la población de *Strombus gigas* Linnaeus, 1758 (Mollusca:Strombidae) y su relación con características del hábitat en el archipiélago Nuestra Señora del Rosario, Caribe colombiano. *Boletín De Investigaciones Marinas Y Costeras*, 39(1), 137 - 159.
- Gómez, L., Vargas, E., & Posada, L. (2007). *La economía ecológica, bases fundamentales*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. IDEA/PMAD.
- Gómez-Baggethun, E., & de Groot, R. (septiembre de 2007). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *ecosistemas. Revista Científica y Técnica de Ecología y Medio Ambiente*, 16(3).
- González, A. (05 de febrero de 2001). *Reflexión y creatividad: métodos de indagación del programa PRYCREA*. Recuperado el 25 de mayo de 2010, de Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales: <http://www.hcdsc.gov.ar/biblioteca/ISES/educacion/educacionsociologia1.asp>
- Google - Europa technologies. (22 de enero de 2010). image DigitalGlobe. *MapLink/Tele Atlas*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia.
- Google. (2011). *Google Maps*. Recuperado el 27 de octubre de 2011, de <http://maps.google.es/>
- Guerra, A. (24 de septiembre de 2009). Luchas, Laches y lachunos. (U. N. Colombia, Ed.) *Maguaré*(23), 103-132.
- Gutiérrez, F. (2006). *Estado de conocimiento de especies invasoras. Propuesta de lineamientos para el control de los impactos*. Bogotá: IAvH.
- Halffter, G. (2004). Prólogo. En H. Villareal, M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, y otros, *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Bogotá: IAvH.
- Halffter, G., & Ezcurra, E. (1992). ¿Qué es la Biodiversidad? En R. Alayo, M. Arroyo, D. Castillo, L. Cornejo, R. Chang, E. Ezcurra, y otros, *La diversidad Biológica de Iberoamérica I* (págs. 3-24). Xalapa, México: CITED-B/Instituto de Ecología, A.C./Secretaría de Desarrollo Social.
- Halffter, G., Moreno, C., & Pineda, E. (2001). *Manual para evaluación de la biodiversidad en Reservas de la Biósfera* (Vol. 2). Zaragoza: M&T-Manuales y Tesis SEA.

- Hammen, T. v. (2005). La conservación de la biodiversidad: hacia una estructura ecológica de soporte de la nación colombiana. (U. N. Colombia, Ed.) *Palimpsestvs: Revista de la Facultad de Ciencias Humanas*, 286-291.
- Henao, J., & Arrubla, G. (1920). *Historia de Colombia para la enseñanza secundaria*. Bogotá: Librería Colombiana, C. Roldán & Tamayo.
- Hernandez, G. (1986). *Historia documental de la real expedición botánica del Nuevo Reino de Granada después de la muerte de su director Don José Celestino Mutis*. Bogotá, D.E.: Editorial Guadalupe LTDA.
- Hernández, J., Walschburger, T., Ortiz, R., & Hurtado, A. (1992). Origen y distribución de la biota suramericana y colombiana. En R. Alayo, M. Arroyo, D. Castillo, L. Cornejo, R. Chang, E. Ezcurra, y otros, *La diversidad biológica de Iberoamérica I* (págs. 35-104). Xalapa: CYTED-B/ Instituto de Ecología, A.C./Secretaría de Desarrollo Social.
- Herrera, A. (mayo de 2010). Enseñanza para la comprensión de las ciencias naturales. *Trabajo no publicado para la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- Herrera, A. (16 de abril de 2011). ¿Es posible una educación de calidad para los escolares del sector oficial en Colombia? *Trabajo no publicado para la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*. Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.
- lafrancesco, G. (2005). *Didáctica de la biología: aportes a su desarrollo*. Bogotá, D.C.: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES). (2010). *Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación*. Recuperado el 05 de junio de 2010, de <http://www.icfessaber.edu.co/graficar/institucion/id/31100102644/grado/9/tipo/3>
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). (s.f.). *Alexander von Humboldt (1769-1859)*. Recuperado el 23 de abril de 2011, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: <http://www.humboldt.org.co/instituto/humboldt.htm>
- IAvH. (s.f.). *Biodiversidad en cifras*. Recuperado el 24 de septiembre de 2011, de Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia: <http://www.siac.net.co:8088/web/sib/cifras#>
- IAvH. (1997). *Biodiversidad: variedad en el interior del mundo viviente; genes, especies, comunidades y paisajes*. Santa Fé de Bogotá: IAvH.
- IAvH. (s.f.). *Colombia en el mundo*. Recuperado el 01 de junio de 2011, de Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Colombia: <http://www.humboldt.org.co/iavh/component/k2/item/129-colombia-en-el-mundo>

- Labajo, I. (2009). Competencia lectora: desarrollo de habilidades, motivación y comprensión. *Ponencia 4*. Madrid: La Salle.
- León, L., Cueva, P., Aguirre, Z., & Kvist, L. (marzo de 2006). Composición florística, estructura, endemismo y etnobotánica del bosque nativo "El Colorado", en el cantón Puyango, provincia de Loja. *Lyonia*, 10(2), 105-115.
- Llorente, J. (1990). *La búsqueda del método natural*. México, D.F.: FONDO DE CULTURA ECONÓMICA.
- López, J. (26 de mayo de 2008). *Antony Van Leeuwenhoek, un científico integral del siglo XVII*. Recuperado el 20 de abril de 2011, de Periódico Express.com.mx: <http://www.periodicoexpress.com.mx/nota.php?id=206604>
- Lozano-Zambrano, F., Mendoza, J., Vargas, A., Renjifo, L., Jiménez, E., Caycedo, P., y otros. (2009). Oportunidades de conservación en el paisaje rural (fase I). En S. Aristizábal, P. Caycedo, G. Guerra, R. Gutiérrez, C. Cardona, E. Jiménez-Carmona, y otros, *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales* (págs. 41-83). Bogotá, D.C.: IAvH/CAR.
- Lozano-Zambrano, F., Vargas, A., Aristizábal, S., Mendoza, J., Vargas, W., Renjifo, M., y otros. (2009). Planeación del paisaje rural: un aporte metodológico para la conservación de la biodiversidad. En S. Aristizábal, P. Caycedo, G. Guerra, R. Gutiérrez, C. Cardona, E. Jiménez-Carmona, y otros, *Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales* (págs. 15-27). Bogotá, D.C.: IAvH/CAR.
- Luffiego, M., & Rabadán, J. (2000). La evolución del concepto de sostenibilidad y su introducción en la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 18(3), 473-486.
- Maass, J., & Martínez-Yrizar, A. (01 de 02 de 1990). Los ecosistemas, definición, origen e importancia del concepto. *CIENCIAS, especial*(4), 10-20.
- Maldonado, A. (Ed.). (2009). Cartilla. *La salud y la calidad de vida en la Localidad 3 - Santa Fe*. Bogotá, D.C., Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.
- Malpartida, A. (21 de junio de 2001). *Orígenes y bases de la ecología*. Recuperado el 23 de abril de 2011, de AmbienteEcológico: <http://www.ambiente-ecologico.com/revist31/AlejandroMalpartida031.htm>
- Márquez, G. (s.f.). *Fundamentos biológicos y ecológicos*. Recuperado el 13 de septiembre de 2011, de Dirección Nacional de Servicios Académicos Virtuales. Universidad Nacional de Colombia: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/IDEA/2009122/index.html>
- Marrone, J., Cigliano, M., & Crisci, J. (noviembre/diciembre de 1992). Cladismo y diversidad biológica. *Ciencia Hoy*, 4(21).

- Martínez, J. (2006). *Asegurar el futuro de los Cerros Orientales de Bogotá. mandato verde*. Bogotá: Contraloría de Bogotá, D.C.
- Meffe, G. K., & Carroll, R. C. (1994). What is conservation biology? En G. K. Meffe, & R. C. Carroll (Edits.), *Principles of conservation biology* (págs. 3-23). Sunderland: Sinauer Assoc. Inc.
- Mesa Ambiental Cerros Nor-Orientales. (21 de mayo de 2006). Historia de la Resolución 076 de 1977. *Documento de estudio No.2*. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (14 de abril de 2005). *RESOLUCIÓN NÚMERO 0463 DE 2005*. Bogotá, D.C., Colombia: Diario Oficial.
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2006). *Estándares básicos de Competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Molina, L., Uribe, E., & Osorio, J. (1997). *Cerros, humedales y áreas rurales. Santa Fe de Bogotá*. Santa Fe de Bogotá: DAMA.
- Molles, M. (2006). *Ecología: conceptos y aplicaciones*. Madrid: McGraw-Hill/Interamericana de España S.A.U.
- Monroy-Vilchis, O. (2003). Principios generales de biología de la conservación. En Ó. Sánchez, E. Peters, & O. Monroy-Vilchis (Edits.), *Conservación de ecosistemas templados de montaña en México* (págs. 107-135). México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Morlans, M. (2004). *Introducción a la ecología de poblaciones*. Recuperado el 2011, de Editorial Científica Universitaria:
<http://www.editorial.unca.edu.ar/Publicacione%20on%20line/Ecologia/imagenes/pdf/012-poblacion.pdf>
- Murgel, S. (junio de 2000). II Curso Internacional de Aspectos Geológicos de Protección Ambiental. *Noción de ecosistemas*. Caminas, Sao Paulo, Brasil: Oficina Regional de Ciencia de la Unesco para América Latina y el Caribe.
- Naciones Unidas (UN). (1987). *El medio ambiente*. Recuperado el 04 de mayo de 2011, de documentación de las Naciones Unidas: guía de investigación:
<http://www.un.org/depts/dhl/spanish/resguids/specenvsp.htm>
- Nebel, B., & Wright, R. (1999). *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. México: Pearson educación.
- Nemogá, G., Cortés, A., & Romero, J. (2008). *biodiversidad, valoración y derecho*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá.
- Nieto, L. (enero-agosto de 1991). Una visión sobre la interdisciplinariedad y su construcción en los currículos profesionales. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, Cuadrante No. 5-6.

- Noss, R. (1990). *Indicators for Monitoring Biodiversity: A Hierarchical Approach*. *Conservation Biology*, 4(4), 355-364.
- Nuñez, I., González, E., & Barahona, A. (julio de 2003). Biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *Interciencia*, 28(007), 387-393.
- Obando, V. (2004). *Estado de la Biodiversidad en Costa Rica*. San José: INBio/MINAE/Gobierno de Noruega.
- Odum, E., & Barret, G. (2006). *Fundamentos de ecología*. México: International Thomson Editores, S.A. de C.V.
- Orozco, G. (2006). *Desarrollo sustentable*. Bucaramanga: (Sic) Editorial Ltda.
- Ortega, P., Saura, J., & Mínguez, R. (1992). Diseño y aplicación de una escala de actitudes hacia el estudio de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(3), 295-303.
- Osborne, R., & Freyberg, P. (1995). *El aprendizaje de las ciencias, implicaciones de las ideas previas de los alumnos*. Madrid: Narcea, S.A. de Ediciones.
- Osorio, J. (2008). Los cerros y la ciudad: crisis ambiental y colapso de los ríos en bogotá al final del siglo XIX. En G. P. castañeda (ed), *Historia ambiental de bogotá y la sabana, 1850-2005* (págs. 171 - 190). Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, C. (12 de diciembre de 2005). *Análisis de una estrategia didáctica para el desarrollo de la capacitación para la acción a favor del medio en alumnos de secundaria*. Recuperado el 20 de abril de 2011, de DIGIBUG. Repositorio Institucional: <http://hdl.handle.net/10481/794>
- Pérez, R., Villanueva, S., & Cosío, R. (2005). El aceite de aguacate y sus propiedades nutricionales. *e-Gnosis*, 3, 1-11.
- Piedrahíta, M., & Uribe, D. (marzo de 2009). *Aportes de Mutis a los estudios superiores de la Nueva Granada*. Recuperado el 29 de abril de 2011, de Asociación de Profesores de la Universidad de Antioquia: http://asoprudea.udea.edu.co/coleccion/coleccion_4.pdf
- Primack, R. (1998). *Essentials of conservation biology*. U.S.A.: SinauerAssociates, Inc.
- Primack, R., & Ros, J. (2002). *Introducción a la biología de la conservación*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Primack, R., Rozzi, R., Dirzo, R., & Feinsinger, P. (2001). ¿Dónde se encuentra la diversidad biológica? En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo, *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas* (págs. 99-135). México: Fondo de Cultura Económica.

- Primack, R., Rozzi, R., Dirzo, R., & Massardo, F. (2001). Extinciones. En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo, *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas* (págs. 133-160). México: Fondo de Cultura Económica.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., & Massardo, F. (2001). Conservación y desarrollo sustentable a nivel internacional. En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo, *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas* (págs. 619-659). México: Fondo de Cultura Económica.
- Proyecto Biosfera. (s.f.). *Descubrimiento de la célula y la teoría celular*. Recuperado el 10 de abril de 2011, de Gobierno de España - Ministerio de Educación:
http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/alumno/2bachillerato/La_celula/contenidos1.htm
- Pulido, J. (s.f.). *Biología*. Recuperado el 09 de abril de 2011, de
<http://centros4.pntic.mec.es/ies.pedro.alfonso.de.orellana/biol.htm>
- Quintana, F. (abril de 1999). *Relaciones intraespecíficas*. Recuperado el 13 de octubre de 2011, de Apuntes On Line: <http://www.bioapuntes.cl/apuntes/rel-intra.htm>
- Quintanilla, M., Daza, S., & Merino, C. (Edits.). (2010). *Unidades didácticas en biología y educación ambiental* (Vol. 4). Barrancabermeja: FONDECYT.
- Rangel, J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. (U. N. Colombia, Ed.) *Palimpsestvs: Revista de la Facultad de Ciencias Humanas*, 292 - 304.
- Red de Seguridad y Defensa de América Latina (RESDAL). (s.f.). *Parte II. Amenazas*. Recuperado el 24 de septiembre de 2011, de Colombia. Política de Defensa y Seguridad Democrática:
<http://www.resdal.org/Archivo/col-03-part2.htm>
- Rees, W., & Wackernagel, M. (1994). *Invirtiendo en capital natural: una aproximación a la sostenibilidad ecológica*. Recuperado el 17 de octubre de 2011, de Jay Hanson's Home Page:
http://www.crisisenergetica.org/staticpages/capacidad_carga.htm
- Reichel-Dolmatoff, G. (1989). Colombia indígena, período prehispánico. En *Nueva historia de Colombia* (págs. 27-68). Bogotá, D.E.: Planeta Colombiana Editorial S.A.
- Rincón, S., Toro, J., & Burgos, J. (2009). *Lineamientos guía para la evaluación de criterios de biodiversidad en los estudios ambientales requeridos para licenciamiento ambiental. Biodiversidad y estudios de impacto ambiental. Elementos para evaluadores*. Bogotá D.C.: IAvH/IDEA.

- Rodríguez, C., Forero, E., & Rodríguez, J. (29 de febrero de 2008). *El estudio de los procesos socioculturales prehispánicos del centro-suroccidente de Colombia y Norte del Ecuador, utilizando metodologías transdisciplinarias*. (A. R. Press, Ed.) Recuperado el 10 de abril de 2011, de Scribd: <http://es.scribd.com/doc/7338163/El-Estudio-de-los-Procesos-Socioculturales-Prehispanicos-del-CentroSuroccidente-de-Colombia-y-Norte-del-Ecuador-utilizando-Methodologias-Transdiscipli>
- Rodríguez, M. (1994). *Crisis ambiental y relaciones internacionales: hacia una estrategia colombiana*. Bogotá: Fescol/Fundación Alejandro Angel Escobar/CEREC.
- Romero, C., & Morláns, M. (13 de abril de 2010). Aportes más significativos de la ecología de paisajes a la ciencia del paisaje. *Evolución de la fragmentación del paisaje en el valle central de Catamarca. Periodo 1973 - 2007*. San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, Argentina.
- Rozzi, R., Feinsinger, P., Massardo, F., & Primack, R. (2001). ¿Qué es la diversidad biológica? En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo, *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas* (págs. 59-98). México: Fondo de Cultura Económica.
- Rozzi, R., Primack, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., & Massardo, F. (2001). ¿Qué es la biología de la Conservación? En R. Primack, R. Rozzi, P. Feinsinger, R. Dirzo, & F. Massardo, *Fundamentos de conservación biológica, perspectivas latinoamericanas* (págs. 35-58). México: Fondo de Cultura Económica.
- Sadovnik, A. (diciembre de 2001). Basil Bernstein (1924-2000). *Perspectivas: revista trimestral de educación comparada*, XXXI(4), 687-703.
- Sánchez, G., & Valcárcel, M. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 11(1), 33-44.
- Sarmiento, F. (2001). *Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Sauvé, L. (2004). Una cartografía de corrientes en educación ambiental. *Cátedra de investigación de Canadá en educación ambiental*. Porto Alegre: Ardmnet.
- Secretaría de Educación Distrital. (agosto de 2005). Serie cuadernos de evaluación. *Pruebas comprender de ciencias naturales. Evaluación de la comprensión y el aprendizaje de los niveles de comprensión de las ciencias naturales grados 5° y 9°. Guía de orientación para maestros*. Bogotá, D.C., Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (28 de abril de 1994). NOM-061-ECOL-1994. México D.F.

- Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) & Conservación Internacional-Colombia (CI). (2010). *Política para la Gestión de la conservación de la biodiversidad en el Distrito Capital*. Bogotá: Editorial Panamericana, formas e impresos.
- SDA. (s.f.). *Cerros Orientales*. Recuperado el 04 de abril de 2011, de Secretaría Distrital de Ambiente: <http://www.secretariadeambiente.gov.co/sda/libreria/php/decide.php?patron=03.131308#8>
- Secretaría Distrital de Planeación (SDP). (s.f.). *Bogotá, ciudad de estadísticas*. Secretaría Distrital de Planeación. Bogotá: Alcaldía Mayor de Bogotá.
- Shavelson, R. (2006). *Research in conjunction with IBSE evaluations, Appendix D, Report of the working group on international collaboration of inquiry-based science education programs. InterAcademy Panel*. Santiago de Chile: Fundación para Estudios Biomédicos Avanzados de la Facultad de Medicina.
- Sieveking, H. (1942). *Adam Smith*. Recuperado el 22 de abril de 2011, de Textos selectos: <http://www.eumed.net/cursecon/textos/Sieveking/index.htm>
- Simon, J. (1994). No hay crisis ambiental, poblacional o de recursos. En G. Tyler Miller, *Ecología y medio ambiente* (págs. 32-33). México: Grupo Editorial Iberoamérica S.A. de C.V.
- Simonetti, J. (1995). Diversidad biológica: algo más que nombres, algo más que números. En J. Simonetti, M. Arroyo, A. E. Spotorno, & E. Lozada (Edits.), *Diversidad biológica de Chile* (págs. 1-4). Santiago, Chile: Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica.
- Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN). (2005). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales*. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Sociedad Americana de Ecología (ESA). (junio de 2000). *Servicios de los ecosistemas: una introducción*. (E. S. America, Editor, & Instituto Americano de Ciencias Biológicas) Recuperado el 19 de abril de 2011, de ActionBioscience.org: <http://www.actionbioscience.org/esp/ambiente/ESA.html>
- Suárez-Mayorga, Á. (2007). ¿Qué información se administra? En N. A. Ramón-Rodríguez, Á. M. Suárez-Mayorga, D. Trujillo-Motta, H. F. Rivera, J. Benavides, T. Waldrón, y otros, *Guía del administrador de información sobre biodiversidad. Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia* (págs. 25-28). Bogotá D.C.: IAvH.
- Suárez-Mayorga, Á., Rivera-Gutiérrez, H. F., Waldrón, T., & Trujillo-Motta, D. (2007). ¿Qué significa "datos administrados en el marco del SIB"? En N. A. Ramón-Rodríguez, Á. Suárez-Mayorga, D. Trujillo-Motta, H. F. Rivera, J. Benavidez, T. Waldrón, y otros, *Guía del administrador de información sobre biodiversidad. Sistema de información sobre Biodiversidad de Colombia* (págs. 35-54). Bogotá D.C.: IAvH.

- Tejada, M. d. (06 de febrero de 2009). *Los conceptos de población y de especie en la enseñanza de la biología: concepciones, dificultades y perspectivas*. (E. d. Granada, Ed.) Recuperado el 20 de abril de 2011, de DIGIBUG. Repositorio Institucional: <http://hdl.handle.net/10481/2179>
- Tierramérica. (2002). *Planeta Tierra*. Recuperado el 27 de mayo de 2011, de Tierramérica. Medio Ambiente y Desarrollo: <http://www.tierramerica.net/2002/0414/conectate.shtml>
- Torres, M. (2007). *Política nacional de educación ambiental*. Bogotá D.C.: MEN/MAVDT.
- Trombulak, S., Omland, K., Robinson, J., Lusk, J., Fleischner, T., Brown, G., y otros. (2004). Principles of conservation biology: recommended guidelines for conservation literacy from education Committee of the Society for Conservation Biology. *Conservation Biology*, 18, 1180-1190.
- Trujillo, F. (2009). *Biodiversidad colombiana y tráfico de especies*. Bogotá: Voluntad.
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN). (2001). *Política de participación social en la conservación. Consolidación del Sistema de Parques Nacionales de Colombia*. Bogotá, D.C.: UAESPNN.
- Universidad de Murcia. PAU. (s.f.). *Tema 6. La biósfera*. Recuperado el 28 de agosto de 2011, de Universidad de Murcia: http://www.um.es/vic-extension/pau/materias-pau/medio-ambiente/files/tema_6._la_biosfera_0.pdf
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2006). *Maestría en Ciencias Biológicas Orientada a la Restauración Ecológica*. Recuperado el 03 de septiembre de 2011, de Programa de Posgrado: <http://biolambiental.posgrado.unam.mx/pdf/Aspectosfuncionales11.pdf>
- Universidad Nacional de Formosa (U.Na.F). (s.f.). *Sistemática, taxonomía, clasificación y nomenclatura*. Recuperado el 10 de diciembre de 2010, de Universidad Nacional de Formosa: <http://www.unf.edu.ar/frn/Documents/MatCatedra/Zootecnia/Biologia/sistemica.pdf>
- Urquidi, V., & Nadal, A. (2007). *Desarrollo sustentable y cambio global*. (A. Nadal, Ed.) El Colegio de Mexico.
- Valverde, T., Cano-Santana, Z., Meave, J., & Carabias, J. (2005). *Ecología y medio ambiente*. México: Pearson Educación.
- Vasco, C. E., Ochoa, M., Camargo, M., & Peña, M. (2006). Introducción. En MEN, *Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas* (págs. 8-17). Imprenta Nacional de Colombia.
- Vásquez, Á. (01 de agosto de 2006). *Métodos de Medición al nivel de especies. Biodiversidad alfa*. Recuperado el 03 de septiembre de 2011, de slideshare: <http://www.slideshare.net/anterovasquez/diversidad-alfa>

- Vélez, A. (2004). *Del big bang al Homo sapiens*. Bogotá, D.C.: Villegas Editores S.A.
- Vigne, J.-D. (2005). *Fauna and the hand of man*. En L. Abbadie, R. Barbault, P. Blandin, B. Chevassus-au-Louis, P. Cury, J.-C. Génot, y otros, *Biodiversity & global change* (págs. 17-18). París: adpf.
- Villareal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., y otros. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Programa de inventarios de biodiversidad*. Bogotá: IAvH.
- Villee, C. A. (1996). *Biología*. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Vinuesa, P. (noviembre de 2007). *Curso fundamental de inferencia filogenética molecular*. Recuperado el 05 de junio de 2011, de Centro de Ciencias Genómicas:
http://www.ccg.unam.mx/~vinuesa/curso_UFLA07/PDFs/Tema1_Intro2MolPhylo.pdf
- Waggoner, B. (20 de enero de 2001). *Robert Hooke (1635-1703)*. Recuperado el 10 de abril de 2011, de University of California Museum of Paleontology:
<http://www.ucmp.berkeley.edu/history/hooke.html>
- Woods, A., & Grant, T. (primavera de 2002). La lógica formal y la dialéctica. *Razón y Revolución*(10), 1-27.
- World Wide Fund for Nature (WWF). (2010). *Planeta Vivo, informe 2010, biodiversidad, biocapacidad y desarrollo*. Gland: WWF.
- WWF. (s.f.). *El origen del cambio climático*. Recuperado el 05 de mayo de 2001, de WWF for a living planet: http://www.wwf.es/que_hacemos/cambio_climatico/causas/
- Zimmermann, M. (1995). psicología ambiental y calidad de vida. *Revista colombiana de psicología*(4), 178-179.
- Zimmermann, M. (2005). *Ecopedagogía, el planeta en emergencia*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Zimmermman, M. (2001). *Ecopedagogía para el nuevo milenio*. Bogotá, D.C.: Ecoe ediciones.
- Zuluaga, V., Bedoya, O., & Duque, A. (mayo de 2000). Oralidad y conocimiento ambiental entre los Emberá-Chamí de Risaralda. (I. Galeano, Ed.) *Revista de Ciencias Humanas* (20).