

**UNIVERSIDAD METROPOLITANA
ESCUELA GRADUADA DE ASUNTOS AMBIENTALES
SAN JUAN, PUERTO RICO**

**ESTRATEGIA EDUCATIVA PARA LA INFUSIÓN DE LAS CUEVAS DE
CABACHUELAS EN EL CURSO DE BIOLOGÍA DEL NIVEL SECUNDARIO**

Requisito parcial para la obtención del
Grado de Maestría en Ciencias en Gerencia Ambiental
en Planificación Ambiental

Por
María E. Rodríguez Archilla

11 de mayo 2012

DEDICATORIA

*A Dios por darme la sabiduría para realizar este trabajo.
A mis padres Gilo y Marie y a Quique
por su gran apoyo y comprensión
en cada momento del camino.*

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a las personas que me han ayudado y apoyado en este arduo proceso. Quiero agradecer al director de mi comité de tesis, el doctor Carlos M. Padín, por la información, la ayuda y el apoyo que me dedicó en todo este tiempo. Además, aprovecho para agradecer a las profesoras María Vilches y Marisol Quiñones, por sus comentarios y consejos para la corrección del trabajo y las lecciones educativas. Agradezco al representante Héctor Torres, por su disposición y ayuda con relación al proyecto. También, agradezco al señor Ángel Cruz, por las horas que dedicó para ayudarme con los mapas del área de estudio. Agradezco a la señora Teresa Rosado, compañera maestra que me ayudó en el área de tecnología y las ideas para las lecciones. Gracias a las personas que trabajan en la Escuela de Asuntos Ambientales, porque cada vez que iba o llamaba con alguna dificultad me ayudaban de la mejor manera posible. Por último y no menos importante, agradezco de todo corazón a un ser humano que ama la naturaleza y las Cuevas de Cabachuelas, la profesora Myriam Rivera. Te agradezco el tiempo, la información y la ayuda que me brindaste en todo momento en este largo caminar.

Muchas gracias a todos por ayudarme a completar la tesis. ¡Dios les bendiga!

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE APÉNDICES.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Trasfondo del problema.....	1
Problema de estudio.....	4
Justificación del estudio.....	6
Preguntas de investigación o hipótesis.....	8
Meta.....	8
Objetivos.....	8
CAPÍTULO II.....	9
REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
Trasfondo histórico.....	9
Marco conceptual o teórico.....	18
Estudios de casos.....	30
Marco legal.....	31
CAPÍTULO III.....	34
METODOLOGÍA.....	34
Introducción.....	34
Área de estudio.....	34
Objetivos.....	34
Período del estudio.....	35
Fuente de datos.....	35
Diseño metodológico.....	35
Análisis de datos.....	37
CAPÍTULO IV.....	38

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
CAPÍTULO V.....	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
CAPÍTULO VI.....	46
LECCIONES EDUCATIVAS.....	46

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Flora identificada en el área de estudio.....	95
Tabla 2. Fauna identificada en el área de estudio.....	96
Tabla 3. Situaciones que limitan el recurso.....	97
Tabla 4. Estándares del programa de ciencias y expectativas de los cursos de biología y ciencia ambiental.....	98
Tabla 5. Temas presentes en los prontuarios de biología y ciencia ambiental.....	99
Tabla 6. Áreas y convergencia con los estándares del programa de ciencias	100

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Foto aérea del lugar de estudio.....	102
--	-----

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Hoja de observación.....	104
Apéndice 2. Hoja de cotejo estándares y expectativas de biología y ciencia ambiental.....	105
Apéndice 3. Hoja de cotejo temas discutidos en los cursos de biología y ciencia ambiental....	106
Apéndice 4. Hoja de cotejo estándares y expectativas.....	107

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue desarrollar una Estrategia Educativa para infundir las Cuevas de Cabachuelas en el Curso de Biología del Nivel Secundario. Nuestros objetivos eran identificar la flora y fauna para conocer el valor ecológico del lugar, evaluar las situaciones que limitan la utilización del recurso y elaborar lecciones educativas para integrar las cuevas al curso de Biología del nivel superior. La metodología utilizada es de enfoque mixto. Llevamos a cabo visitas de reconocimiento del lugar para analizar el trayecto a estudiar. Desarrollamos una hoja de observación que utilizamos para identificar la flora, la fauna y las limitaciones del recurso. Evaluamos el Programa de Ciencia del Nivel Superior. Identificamos cuatro áreas, biodiversidad, arqueología, hidrología y el aspecto cultural e histórico y su convergencia con los estándares y expectativas del curso de biología. Tabulamos los resultados y concluimos que las cuevas permiten el desarrollo de lecciones educativas.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to develop an Educational Strategy to Infusion the Cabachuelas Caves in the Biology Course in the Secondary Level Curriculum. The methodology used is of a mixed focus. Our objectives were to identify the flora and fauna to gain knowledge the ecological worth of the place, to evaluate the situations that limit the utilization of resource and develop educational lessons. We did reconnaissance visits of the place to analyze the path to study. We developed an observation sheet that we used to identify the flora, fauna, and the resource limitations. We evaluated the Secondary Level Science Program. We identified four areas: biodiversity, archaeology, hydrology and the cultural and historical aspect and its convergence with the biology class state standards and expectations. We analyzed the results and therefore concluded that the caves allow the development of educational lessons.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del problema

En la civilización contemporánea se han presenciado problemas surgidos de la sobrepoblación, del agotamiento de los recursos naturales, la escasez de alimentos, la urbanización irregular de las ciudades y la contaminación resultante. Las soluciones a la crisis que enfrentamos hoy podrán apreciarse y comprenderse sólo si se logra una formación básica de los conceptos que son esenciales para la conservación y preservación del ambiente (UNESCO, 1985).

La sensibilización acerca de la relevancia de la conservación de los recursos naturales es cada día más evidente. A nivel internacional existe una gran cantidad de programas encaminados a contribuir a la conservación de la biodiversidad. Sin embargo, estas acciones no han sido homogéneas en todos los ecosistemas del planeta (Alonso & Dhakal, 2009). Se le da mucho énfasis a la protección de los recursos naturales, pero no a todos los ecosistemas. China y otros lugares protegen sus ecosistemas: bosques, montañas, arrecifes de coral, lagos y humedales, entre otros. Por el contrario, las cuevas reciben poca atención porque son difíciles y no muy placenteras de visitar. Algunas cuevas son protegidas como reserva, pero realmente no se protegen como es debido (Whitten, 2009). Las cuevas constituyen importantes recursos tanto desde el punto de vista cultural y económico como desde el punto de vista ambiental, estando catalogadas algunas de ellas como espacios protegidos, o bien pudiendo ser consideradas como elementos enriquecedores de los espacios naturales protegidos en los que se enmarcan. Muchas

cuevas han sido descritas como elementos integrantes del Patrimonio Geológico en numerosas áreas a nivel mundial (Jiménez, Aranburu, Martos, & Domínguez, 2006).

España es un país extraordinario que destaca, entre otros aspectos, por su patrimonio natural geológico. Las cuevas españolas son un tesoro en cantidad y calidad, como pocas naciones pueden vanagloriarse de poseer. Éstas son enclaves excepcionales de la naturaleza que junto con otros espacios conforman el mundo subterráneo. La mayor parte de ellas se encuentran en terrenos cárnicos con valiosos recursos superficiales y subterráneos. Otras son cavidades de origen volcánico, pero todas contienen valores geológicos y biológicos de enorme interés. Además albergan vestigios prehistóricos, arqueológicos y artísticos, de gran valor cultural, cuya protección y conservación deben ser garantizados. Las cuevas son auténticos centros de generación y transmisión de conocimiento del medio natural y la historia humana. Las mismas contribuyen a la formación y concienciación de sus visitantes, en especial los más jóvenes. Éstas son laboratorios naturales donde se llevan a cabo investigaciones científicas de gran trascendencia para la sociedad (Durán, 2006).

Las cuevas de Cabachuelas, localizadas en el municipio de Morovis son un ecosistema de gran valor natural, histórico y arqueológico. Según el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA), una *cueva* es una cavidad natural, nicho, cámara o una serie de cámaras y galerías bajo la superficie de la tierra, dentro de una montaña o formada mediante la proyección horizontal de rocas en un acantilado. La mayoría de las cuevas en Puerto Rico se encuentran asociadas a la zona kárstica (terreno de caliza). Esta región se extiende desde el Río Grande de Loíza hacia el oeste, a través del centro y norte de la Isla, hasta la costa de Aguadilla (DRNA, 1985a). Las cuevas se forman a partir de la disolución del mineral de carbonato de calcio a través de la acción erosiva y corrosiva del agua ácida. La disolución del carso es el resultado de la

acción de la lluvia que al recoger el carbonato de calcio del aire y entrar en contacto con el suelo se convierte en agua aciludada. Esta agua ácida va filtrando por las fracturas y va disolviendo la roca lentamente, en un proceso que puede durar millones de años (Juncos, 2009).

En Puerto Rico existen unas 2,000 cuevas, de las cuales se han explorado cerca de 415, según estimados hechos por geólogos, espeleólogos y exploradores. El inventario de cuevas del DRNA incluye 211 cuevas, pero se han explorado otras 104 que aún no se han documentado en este inventario (Juncos, 2009). De las cuevas existentes se pueden mencionar: Cueva Sorbetos, la más hermosa del país por sus formaciones; Mata de Plátano, posee una cantidad enorme de murciélagos y de la Boa Puertorriqueña; Aguas Buenas, tiene grabados de la cultura taína; Cuevas del Bosque Xerofítico de Guánica y El Convento con abundante fauna, además de poseer un cuerpo de agua que discurre por el interior de manera permanente. Entre las cuevas más importantes se puede señalar: el Sistema de Cavernas del Río Camuy, que comprende los municipios de Hatillo, Camuy y Lares y el Sistema del Río Encantado, ubicado entre los municipios de Ciales, Florida y Manatí (DRNA, 1985a).

Existen leyes para la conservación, preservación y protección de los recursos naturales en Puerto Rico y el DRNA junto a otras agencias son los responsables del cumplimiento de las mismas. El DRNA, creado mediante la Ley Núm. 23 del 20 de junio de 1972, tiene el deber ministerial de implantar programas para la utilización y conservación de los recursos naturales de Puerto Rico. Es responsable de implantar la política pública de conformidad con la sección 19 del Artículo VI de la Constitución del ELA de PR y la Ley de Política Pública Ambiental. Como medida para proteger los sistemas naturales, el DRNA pone en vigor reglamentación y legislación a través de diversos mecanismos y estrategias. Una de éstas es la designación de reservas naturales (designación política o administrativa que se hace a un área con una gran

diversidad de especies y alto valor ecológico). Además la Ley de Municipios Autónomos del Estado Libre Asociado de Puerto Rico dispone que los municipios pueden recomendar la clasificación de terrenos de alto valor ecológico, así como promover el desarrollo de proyectos o proveer incentivos para que las comunidades y diferentes sectores de los municipios los implanten.

Problema de estudio

El ser humano va adquiriendo cada vez mayor conciencia sobre los problemas ambientales que de una forma u otra están afectando al planeta y por lo tanto, a la vida que se desarrolla sobre él. La problemática ambiental no ha dejado de aumentar y en consecuencia se comienza a ver el deterioro en muchas áreas del planeta. Los recursos naturales en Puerto Rico no se utilizan adecuadamente.

La conservación y el manejo adecuado de los recursos naturales garantizan en gran medida el poder satisfacer las necesidades básicas del ser humano a corto y largo plazo. El sistema de gobierno, amparado en la Constitución de Puerto Rico, ha redactado leyes ambientales con el propósito de promover la salud, seguridad y protección del ambiente. Todo ser vivo depende de la calidad del ambiente que le rodea para mantener la vida. Es por este motivo que se debe planificar de forma responsable la utilización de los recursos.

La mejor manera de conservar y proteger el ambiente es a través de la educación y de legislaciones que apoyen y protejan la conservación del mismo. Puerto Rico es un país pequeño en tamaño pero rico en recursos con una topografía y geografía única. Se debe conocer a Puerto Rico para apreciarlo y aprender a protegerlo. A pesar de ser un tema muy amplio, es poco el conocimiento que tiene la población sobre la conservación y protección del ambiente. Los

recursos disponibles deben utilizarse de forma responsable para que las generaciones futuras puedan disfrutar de ellos (Ruiz, 2007).

Las relaciones entre educación y medio ambiente, no son nuevas, sin embargo, la novedad que aporta la educación ambiental es que el medio ambiente, además de medio educativo, contenido a estudiar o recurso didáctico, aparece con entidad suficiente como para constituirse en finalidad y objeto de la educación. La escuela es una alternativa para hacer llegar a la sociedad la educación ambiental, ya que a través de los estudiantes se puede llegar a los adultos, y hacer ver a la sociedad el grave problema del deterioro ambiental y buscar una solución (Gomar, 2009).

Según se expresa en el Marco Curricular del Programa de Ciencia (DEPR, 2003b), el viaje de campo representa para los maestros una gran oportunidad para desarrollar experiencias educativas únicas de contacto directo del estudiante con la naturaleza, un fenómeno natural, una situación o lugar que de otro modo no tendrían. Como técnica instruccional, la expedición de campo es mucho más significativa en la medida en que sirve para aplicar métodos de solución de problemas a situaciones reales. Una expedición bien planificada es una experiencia en la que los estudiantes tendrán una relación directa con los eventos, fenómenos, organismos y sistemas naturales. La probabilidad de lograr un aprendizaje adecuado es mayor que cuando se hacen actividades suplementarias en el salón.

En el municipio de Morovis se encuentran las Cuevas de Cabachuelas. Un sistema de cuevas y cavernas que se distingue por su gran valor arqueológico, histórico, ecológico, geológico, cultural, belleza escénica y topografía peculiar. Las cuevas son un recurso valioso en plan de desarrollo. Estas tierras forman parte de la zona cársica y sirven de hábitat para una gran cantidad de organismos característicos de esta zona. Las cuevas pueden utilizarse como un

recurso educativo porque le pueden brindar al estudiante la oportunidad de experiencias de contacto directo con la naturaleza y los ecosistemas. Se pueden observar especies nativas y endémicas de la Isla, además el estudiante puede tener contacto con las expresiones artísticas de los antepasados. Representan la oportunidad de explorar, aprender y conocer para así conservar y preservar los recursos que le rodean.

Justificación del estudio

De acuerdo al DRNA, en el presente existen 28 áreas designadas como Reserva Natural por la Junta de Planificación (JP) y nueve áreas designadas mediante leyes especiales (DRNA, 2006). En esta designación se encuentra: la Cueva del Indio, del municipio de Arecibo, la primera cueva designada como reserva natural por su valor cultural, histórico, arqueológico y biológico en el 1992. Además, mediante legislación en el 2000, el Sistema de Cuevas y Cavernas de Aguas Buenas, entre los municipios de Aguas Buenas y Caguas, única corriente perenne de agua subterránea que alimenta al Río Grande de Loíza, posee manantiales y una población importantísima de murciélagos.

El Proyecto de la Cámara de Representantes 2645 del 3 de mayo de 2010 busca declarar el sistema de cuevas y cavernas Las Cabachuelas como área de Reserva Natural de Puerto Rico, para ser administrada bajo la Ley Núm. 150 del 4 de agosto de 1988, conocida como Ley del Programa de Patrimonio Natural (PPN) de Puerto Rico; delimitar el área que comprende a las cuevas y ordenar al DRNA a que inicie los procesos conducentes a incorporar el área al Sistema de Parques Nacionales de Puerto Rico.

Existen alrededor de 27 cuevas y cavernas consecutivas en el sector Cabachuelas de los barrios Barahona y Torrecillas de Morovis, que poseen un atractivo natural, arqueológico e histórico con el potencial para el desarrollo sostenible. En estas cuevas se han encontrado restos

de fósiles marinos que datan de millones de años, muchos de los cuales son únicos en el planeta (Martínez, 2000).

En las Cabachuelas se han asentado depósitos arqueológicos que testimonian la presencia de grupos humanos que habitaron la zona antes de la llegada de los españoles. Se han encontrado restos de herramientas y arte rupestre de las culturas más primitivas, los arcaicos. Los hallazgos y las cosas que se pueden realizar en el lugar complementarían la belleza del mismo.

A pesar de las diversas innovaciones tecnológicas, la integración y la investigación en el campo de la educación, aún los resultados en los salones de clase siguen siendo distantes de lo que se espera. No existe una conexión entre la realidad, el entorno educativo y la educación ambiental (Novo, 2005). El Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico tiene como meta contribuir a la formación de un ser humano productivo a la sociedad. Los estudiantes utilizarán los procesos de la ciencia y el método científico para estudiar las situaciones que observan en la naturaleza y resolver problemas. Por lo tanto, el ofrecimiento curricular en el área de ciencia y la metodología educativa deberán contribuir a capacitar al estudiante para entender los asuntos de su comunidad, identificar problemas, explorar y proponer alternativas adecuadas para la solución de los mismos.

El currículo del curso de Biología del nivel superior no presenta directamente el tema de las cuevas aunque sí el de los ecosistemas como lugar de interacción en las cadenas y redes alimentarias. Es necesario un plan de integración de las cuevas para que los estudiantes tengan oportunidades educativas que sean pertinentes y les ayude a tomar decisiones efectivas hacia la conservación y protección ambiental. De esta manera pueden estimular el pensamiento crítico y mejorar las destrezas y los conceptos del currículo de biología. Las Cuevas de Cabachuelas son un ecosistema que puede ayudar a los estudiantes de Morovis y otros pueblos a fomentar el

interés por el ambiente. Las cuevas son un ecosistema particular que ayudan a fomentar la educación ambiental como herramienta educativa para la sociedad. Este ecosistema es un recurso excelente para que los visitantes puedan aprender sobre el ambiente, desde el ambiente y para el ambiente. Con éstas los maestros cuentan con un salón de clases al aire libre donde los alumnos tienen la oportunidad de reflexionar, explorar la naturaleza e intercambiar experiencias.

Pregunta de investigación

¿Cuál es el potencial de infusión de las Cuevas de Cabachuelas al curso de Biología del nivel secundario?

Meta

Desarrollar una estrategia educativa para la infusión de las Cuevas de Cabachuelas al curso de Biología del nivel secundario.

Objetivos

- 1) Llevar a cabo una identificación de la flora y fauna para conocer el valor ecológico del lugar.
- 2) Evaluar las situaciones que limitan la utilización del recurso para conocer las oportunidades para el salón de clase.
- 3) Elaborar lecciones educativas para infundir las cuevas al curso de Biología del nivel secundario.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo histórico

El marco curricular del Programa de Ciencias se basa en los principios filosóficos, fundamentos, enfoques y un programa amplio desde kindergarten hasta duodécimo grado. Este programa, al igual que los demás programas del Departamento de Educación de Puerto Rico (DEPR), tiene un currículo basado en los valores y necesidades de los estudiantes y la Sociedad Puertorriqueña y su relación con las Ciencias Naturales (DEPR, 2003b). El currículo propicia una educación de calidad y provee experiencias directas e interactivas con el ambiente que permiten al estudiante construir el conocimiento (DEPR, 1999).

La Carta Circular número 3-2000-2001 del nueve de agosto de 2000 estableció los Estándares de Excelencia Académicos y Tecnológicos. Se establece la misión del programa conforme a la Ley 149 del 15 de julio de 1999, conocida como Ley Orgánica para el Departamento de Educación (DEPR, 2000).

Valores y necesidades educativas de los estudiantes y la sociedad puertorriqueña y su relación con el estudio de las ciencias naturales

Cada sistema educativo del mundo occidental tiene su propio currículo y Puerto Rico no es la excepción. El nuestro se compone de materias diseñadas como un currículo que es desarrollado durante 13 años de estudio, dividido en tres niveles: elemental, intermedio y superior (DEPR, 2011).

La sociedad puertorriqueña experimenta cambios dramáticos, debido a la transformación de la economía, relaciones de trabajo entre los miembros de la sociedad y la tecnología acelerada. Estos sistemas del mundo tienen que establecer una misión capaz de desarrollar un individuo capacitado para enfrentarse al mundo que le ha tocado vivir. El Programa de Ciencias identifica cinco necesidades esenciales de los estudiantes y de la sociedad que son pertinentes de las ciencias naturales y que validan la presencia de este programa de estudios en la escuela puertorriqueña (DEPR, 2003b).

- **La conservación del ambiente y nuestros recursos naturales.** Minner (citado en DEPR, 2003b) destaca que el desarrollo urbano desmedido ha contribuido con la destrucción de los ecosistemas, bosques y cuencas hidrográficas del país a un ritmo acelerado. Especies, plantas, animales están desapareciendo en el mundo por los efectos de la destrucción de su hábitat. En Puerto Rico, por ser una isla, este efecto es mayor. Actualmente existe una gran cantidad de especies de plantas y animales en peligro de extinción y la destrucción del ambiente continúa. El efecto en las cuencas hidrográficas se siente en períodos de sequía. La evaporación y sedimentación contribuyen a la deforestación masiva que se ha producido en sus cuencas. Hay que concienciar a los estudiantes sobre los efectos de la destrucción del ambiente y cómo esto atenta contra la vida de otros seres vivientes y aún la propia.
- **El desarrollo de la tecnología actual requiere un ciudadano que posea un conocimiento tecnológico que lo capacite para ser responsable consigo mismo y eficaz en el mundo del trabajo.** Los cambios acelerados en los adelantos científicos y tecnológicos han cambiado aspectos esenciales de la sociedad. La relación de

producción, así como los productos mismos de la red de producción, han cambiado mucho en los últimos 20 años (UNESCO, 1996). La producción típica de los trabajadores, prácticamente no existe. Actualmente, se requiere que los obreros, tomen iniciativas, piensen críticamente y solucionen problemas. La tecnología ha entrado en el campo del trabajo, lo que hace que las transacciones económicas en el mundo dependan de la computadora. Todo gira en torno a esta tecnología. Por eso, a las futuras generaciones se le exigirá la habilidad de utilizar la tecnología de información del mismo modo que se ha exigido en nuestra generación saber leer y escribir Walker (citado en DEPR 2003b).

- **El desarrollo de la ciencia y los adelantos científicos, han tenido un gran impacto en muchas áreas de nuestras vidas, lo cual requiere que los estudiantes conozcan los conceptos y destrezas de las ciencias, esto es, tengan cultura científica.** El rol de las ciencias aumenta cada día más en la sociedad, pero no así el conocimiento científico de la ciudadanía en general. El genoma humano, los alimentos transgénicos, la clonación de animales y humanos, los adelantos tecnológicos en la medicina, la contaminación ambiental, los mecanismos alternos de obtención de energía, el desarrollo de armamentos, la exploración espacial, entre otros, son sólo algunos aspectos que están relacionados con la salud, religión, ética, economía y política. La toma de decisiones por los estudiantes requiere de una concienciación, por parte de éstos, en ingerir o no productos transgénicos en la dieta, entender el uso de las huellas genéticas en casos judiciales, utilizar vacunas químicas en los elementos, opinar sobre lo ético y lo moral, la quema de desperdicios sólidos para producir energía y la quema bioquímica, son sólo algunas

de las cuestiones a las que tienen que enfrentarse los ciudadanos actualmente y que requieren una amplia cultura científica. Hay que tomar decisiones adecuadas al tratar asuntos relacionados a la ciencia. Es necesario que se les dé la oportunidad a los estudiantes para que utilicen las mismas en nuevas situaciones en la vida diaria, en las cuales vean que es necesario y es ventajoso entender los conceptos científicos para resolver la situación. El desarrollo de una cultura científica es en realidad educar para la vida (DEPR, 2003b).

- **Una gran cantidad de asuntos relacionados a nuestra vida diaria requiere que los miembros de la sociedad posean el hábito de pensar científicamente.** El proceso de enseñanza de la ciencia debe incluir de forma sistemática el modo de pensar y razonar científicamente, partiendo de los datos y de la naturaleza empírica de la ciencia. En las ciencias naturales, la toma de decisiones se fundamenta en el análisis de los datos, siguiendo un proceso de validar los mismos y utilizándolos como la base para llegar a las conclusiones. Este es el verdadero proceso de inquirir. El hábito de pensar científicamente se nutre del análisis y conclusión de los datos y de la validez de las conclusiones como una derivación lógica de la relación entre los datos, los supuestos y las conclusiones. El desarrollo de pensar científicamente capacita al estudiante para lidiar con los planteamientos que alegan estar basados en las ciencias, cuando en realidad no lo están. Se evidencia la inherencia y pertinencia del currículo, proveyendo las herramientas necesarias a los estudiantes y la sociedad que los capaciten para el análisis crítico de estos asuntos y la toma de decisiones racionalmente.

- **El quehacer científico debe promover respeto por la naturaleza y la vida, propiciando un ambiente de paz.** El desarrollo de la ciencia y tecnología resulta en conocimiento que se puede utilizar con poder destructor, tanto para la naturaleza como para el propio ser humano. En una sociedad, tanto el grupo que produce ciencia y tecnología como los políticos y la sociedad civil que permiten y promueven la utilización de éstas son responsables de los efectos positivos o negativos que se puedan alcanzar. La decisión de cómo utilizar un conocimiento determinado se basa en la libertad de escoger un curso de acción particular, y esta selección está basada en el sistema de valores éticos y morales, desviados de la cultura en la cual se está Karmondy (citado en DEPR 2003b). Actualmente, el uso de agentes bioquímicos, el desarrollo de pesticidas, el discrimen contra personas con defectos genéticos, la utilización de células germinales obtenidas de fetos humanos para desarrollar tejidos u órganos que puedan ser implantados, luego en personas con necesidad de éstos, son asuntos con una dimensión ética y valorativa que no se debe obviar en un programa de estudios adecuado. El desarrollo de los aspectos éticos y valorativos de la utilización del conocimiento que se obtenga del quehacer científico son necesarios en la sociedad para que se propicie una educación para la paz.

Programa de Ciencias del Departamento de Educación

El Programa de Ciencias, tiene como misión desarrollar un ser humano que pueda ser productivo en la sociedad. Para el desarrollo del ser humano el currículo de ciencias tiene que reformular el paradigma de la educación en esta materia. Se debe pasar de la memorización a la construcción del conocimiento, el pensamiento crítico y la solución de problemas (DEPR, 2008).

El enfoque en la enseñanza es la investigación. La enseñanza está dirigida hacia el ofrecimiento de experiencias directas e interactivas con el ambiente. Una de las técnicas de enseñanza que se promueve es la excursión o viajes de campo. Esta representa una gran oportunidad para desarrollar experiencias educativas únicas de contacto directo con la naturaleza, fenómeno natural, situación o lugar que de otro modo no tendrían. Los estudiantes utilizarán los procesos de la ciencia: observación, clasificación, comunicación, medición, inferencias, predicción y el método científico para estudiar las situaciones que observen en la naturaleza y resolver problemas (DEPR, 2003b).

Los viajes de campo son una excelente oportunidad para que los estudiantes tengan experiencias únicas de ciencia en ambientes naturales e informales. Los estudiantes pueden utilizar el conocimiento previo y al mismo tiempo adquirir y aplicar el nuevo conocimiento. El aprendizaje en un ambiente natural e informal les provee a los educadores la oportunidad de integrar la ciencia con otras materias y áreas. Los maestros tienen la responsabilidad de dar a sus estudiantes variedad de oportunidades de aprendizaje y salir del salón de clases es una gran alternativa. De esta manera, la experiencia educativa es más auténtica y memorable (Pasquier & Narguizian, 2006).

El contacto con la naturaleza según la literatura psicológica, ayuda a mejorar la concentración en los estudiantes que padecen de déficit de atención aumentando los niveles de aprendizaje y calmando la hiperactividad. Sería de provecho la predisposición de los niños para motivarlos en el plano afectivo, informativo y ecológico. Esto puede ser bueno para trabajar con ellos en la naturaleza e ir sensibilizándolos para que conserven el entorno y se motiven a trabajar con los problemas ambientales del país (Alicea, Rodríguez & Rosado, 2009).

Por otro lado, una investigación realizada en la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, en Maracay obtuvo entre sus resultados en un estudio realizado que las estrategias de evaluación y enseñanza de mayor preferencia por los estudiantes fueron las salidas o viajes de campo (58%) y las visitas guiadas a sitios naturales (55%). Esto evidencia la predilección por estrategias que los acerquen y vinculen más con la realidad (Romero & Moncada, 2007).

Para mejorar la calidad del ambiente en Puerto Rico, diversas agencias o instituciones han desarrollado programas o actividades de índole educativa relacionadas con el medio ambiente. Entre éstas se encuentra la JCA, el DRNA, la Autoridad de Desperdicios Sólidos (ADS), el Fideicomiso de Conservación, el Departamento de Salud, el DEPR, el Instituto de Educación Ambiental (INEDA) de la Universidad Metropolitana, universidades, estaciones de radio y televisión. Éstas llevan a cabo actividades que incluyen la preparación, distribución y difusión de material educativo. Además contamos con el ofrecimiento de conferencias relacionadas con temas ambientales, investigaciones y el diseño de cursos para ser utilizados en las escuelas y otras actividades similares. Por otra parte, existen organizaciones no gubernamentales, sin fines de lucro, dedicadas a la protección y conservación de los recursos naturales de la Isla, como los Ciudadanos del Karso (CDK), la Fundación Puertorriqueña de Conservación (FPC) y la Fundación de Investigaciones Espeleológicas del Karso Puertorriqueño (FIEKP).

Durante la década del 90, los ofrecimientos curriculares del nivel superior del Programa de Ciencias fueron revisados y organizados. Se ofrecieron, tres opciones curriculares básicas: Biología, Química y Física. Se inició, además, de manera experimental, un curso de investigación científica. De igual forma, el DEPR implantó un curso de Ciencias Ambientales para la escuela superior, primer ofrecimiento curricular que integra la meta y los objetivos de la

educación ambiental. El objetivo primordial del curso es enfocar los aspectos valorativos de cómo el ser humano impacta, degrada e interactúa con el ambiente. Es decir, va encaminado a desarrollar en el estudiante una conciencia ciudadana de cómo él es parte del ambiente y de su responsabilidad en cuanto al mantenimiento del mismo (DEPR, 2003b).

Posteriormente, el Centro de Recursos para Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Puerto Rico, en una alianza con el DEPR, desarrolla el Programa Puerto Rico Statewide Systemic Initiative (PR-SSI), un proyecto de reforma educativa en las disciplinas de ciencias y matemáticas. Esto incluye desde el kindergarten hasta la escuela superior. Esta iniciativa utiliza el enfoque constructivista en el desarrollo del currículo y la enseñanza, presentando al estudiante como el centro del proceso educativo. Para lograr los objetivos del proyecto se presenta la enseñanza de lo concreto a lo abstracto. De esta manera el estudiante puede pasar de experiencias propias a niveles progresivos de complejidad y abstracción. El trabajo cooperativo es vital para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje y el desarrollo de destrezas de interacción social (DEPR, 2011).

Así también, el Proyecto Global Learning Observations to Benefit the Environment (GLOBE) se desarrolla en colaboración con el Departamento de Química del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. El Proyecto GLOBE es un programa ambiental, práctico, científico y educativo que permite la comunicación entre estudiantes, maestros y científicos de todo el mundo que están dedicados al estudio del ambiente. Entre los objetivos que se propone el Proyecto se encuentran: desarrollar conciencia ambiental y de los individuos del mundo y capacitar para realizar las observaciones ambientales que contribuyan a mejorar el entendimiento sobre el Planeta Tierra (DEPR, 1999).

El Programa de Ciencias está comprometido en contribuir al desarrollo de un ser humano que valore, respete y muestre acciones a favor y protección del ambiente y de todo ser viviente. Debido a la importancia que tiene actualmente la protección del ambiente, es prioritario para el sistema educativo desarrollar en los estudiantes conceptos y destrezas relacionados con el uso y manejo correcto de los recursos naturales. Se deben fomentar y clarificar valores dirigidos a contar con educandos que protejan, amen y respeten los componentes bióticos y abióticos del ambiente. Puerto Rico necesita ciudadanos conscientes del modo en que sus acciones impactan el ambiente. Además, se requiere que demuestren en su diario vivir ser armónicos con su entorno, sensibles con sus semejantes y responsables con el uso de los recursos naturales, conociendo y demostrando con sus actos que éstos deben tener un uso adecuado, sin agotarlos ni deteriorarlos irreversiblemente (DEPR, 2002).

Es por esta razón que para el curso escolar 2001-2002 revisa la Guía del curso de Ciencias Ambientales del nivel superior y se producen los materiales curriculares de Puerto Rico Educa Sabio (Educación Ambiental: Suelo, Agua y Biodiversidad). Estos materiales fueron dirigidos a los niveles elemental e intermedio. Durante el curso escolar 2002-2003 se produce la *Guía de Integración de la Educación Ambiental K-6to grado: Guía para los maestros de Puerto Rico*. Esta se implanta en las escuelas para el 2003-2004 con el propósito de fortalecer la oferta académica vigente y ampliar las experiencias en relación con los conceptos ambientales (DEPR, 2003a). Este programa promueve el uso de diversidad de materiales curriculares con el propósito de enriquecer, fortalecer, diversificar y hacer pertinentes las experiencias educativas con las necesidades de sus estudiantes. En coordinación con la División de Innovaciones y Tecnología Educativa el Programa de Ciencias implantó el Proyecto *Conoce Tu Naturaleza: Actividades para enriquecer la experiencia educativa ambiental del Fideicomiso de Conservación de Puerto*

Rico. El mismo está dirigido a estudiantes de séptimo grado y para el curso de Ciencia Ambiental del nivel superior. Además, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico ofrece unos talleres a maestros donde se les brinda la *Guía de la Iguaca y la franja cárstica del norte*.

Marco conceptual

El ser humano debe interiorizar que la naturaleza, por ende, el ambiente no es ajeno a él; por el contrario, los seres humanos dependen de la conservación, protección y respeto de toda forma de vida y del ambiente. La educación ambiental parte del dominio de los conceptos de los funcionamientos de los ecosistemas naturales. A este conocimiento se integra el análisis de los procesos sociales, económicos, históricos y culturales de las actividades humanas que inciden sobre el ambiente. Este conocimiento requiere de ciudadanos conocedores y comprometidos con generar acciones dirigidas a prevenir, corregir y evitar al mínimo el impacto negativo de las actividades sobre el ambiente (DEPR, 2002).

Durante las últimas décadas ha surgido un movimiento educativo que fomenta un cambio de conciencia sobre el ambiente, la educación ambiental. Este movimiento propende evaluar las interrelaciones que existen entre los seres humanos y los diversos ecosistemas para proponer alternativas que armonicen el desarrollo económico y la conservación del ambiente (DEPR, 2001).

A partir de la década de 1970 surge formalmente la preocupación por los problemas ambientales como resultado de la guerra nuclear y el impacto del desarrollo industrial. En el año 1972, en Estocolmo, Suecia se llevó a cabo la Primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Ambiente Humano. Desde entonces, esta entidad reconoció, como parte de sus funciones el desarrollo de una nueva ética ambiental que fomente un estilo de desarrollo económico cónsono con la conservación del ambiente. Diferentes organizaciones internacionales como la UNESCO

(Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y PNUMA (Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas), comenzaron a establecer las bases del Programa Internacional de Educación en un taller de educación celebrado en Belgrado, capital de la antigua Yugoslavia, en el 1975. De éste surgió el documento conocido como La Carta de Belgrado, la cual dio lugar al programa internacional de educación ambiental (UNESCO, 1975).

En octubre de 1977, en Tbilisi, Georgia, la UNESCO celebró una conferencia internacional sobre educación ambiental, donde se redacta el primer Tratado de Educación Ambiental, que establece las bases de este movimiento. En Tbilisi se discutió qué es la educación ambiental, sus objetivos, hacia quiénes va dirigida y las estrategias para el desarrollo de ésta en el plano nacional. Entre las prioridades y necesidades en la materia de educación ambiental que se presentaron en la conferencia se señala la necesidad de desarrollar material pedagógico. De esta manera se favorece un enfoque interdisciplinario y se recomienda que la educación ambiental se integre en todos los grados y materias de enseñanza (Hernández, 2004).

Quince años más tarde, se llevó a cabo una de las conferencias de mayor impacto sobre el medio ambiente y desarrollo, conocida como la Cumbre de la Tierra. La Segunda Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, celebrada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992, reiteró el compromiso internacional con la Educación Ambiental para el desarrollo sustentable. En ésta se generaron dos documentos que dictaron las estrategias de desarrollo sustentable para el mundo: 1) La Agenda 21, que en el capítulo 36 presenta el tema de la educación y la comunicación ambiental y; 2) El Tratado de Educación Ambiental para sociedades sustentables y responsabilidad global.

De estos dos tratados se puede resumir que la educación ambiental tiene el objetivo de desarrollar la percepción, el conocimiento, los valores, las actitudes, las destrezas y las acciones

que nos permitan interrelacionarnos de un modo más positivo con todos los elementos del ambiente (DEPR, 2001).

Principios de la educación ambiental:

Al realizar una integración de la visión de los principios de Tbilisi, con la del Tratado de las Organizaciones No Gubernamentales (ONGs) de Río, se puede extraer una lista de principios que pueden ser aplicados a Puerto Rico. Éstos son:

- Considerar el ambiente en su totalidad natural y construida, tecnológica y social.
- Ser un proceso continuo de toda la vida, desde preescolar hasta todos los niveles de educación formal, no formal y alternativa.
- Ser interdisciplinaria en sus acercamientos para desarrollar un ambiente educativo con una visión holística y balanceada.
- Utilizar ambientes educativos diversos y diferentes estrategias de enseñanza aprendizaje sobre el ambiente, enfatizando en actividades prácticas y experiencias directas.
- Facilitar a los estudiantes la posibilidad de encontrar los síntomas y causas de los problemas ambientales.
- Tener como base el pensamiento crítico e innovador, promoviendo la transformación y la construcción de la sociedad.
- Puntualizar en la complejidad de los problemas ambientales y desarrollar el pensamiento crítico y resolución de problemas.
- Es individual y colectiva. Debe tener el propósito de formar ciudadanos con conciencia local y planetaria.
- Promover el valor y la necesidad de la cooperación en la prevención de los problemas ambientales.

- Reconocer que es ideológica. Debe tener base en valores para la transformación.
- Dar el poder a los estudiantes para participar en sus experiencias educativas y tener la oportunidad para tomar sus decisiones y las consecuencias de éstas.
- Desarrollar actividades que integren sensibilidad, conocimiento, destrezas de solución de problemas, con especial énfasis en los estudiantes.
- Tener una perspectiva holística, enfocando la relación entre el ser humano, la naturaleza y el universo.
- Estimular la solidaridad y el respeto a los derechos humanos a través de estrategias democráticas e interacción entre culturas.
- Tratar las cuestiones mundiales críticas, causas e interrelaciones en una perspectiva sistemática, en su contexto social e histórico. Aspectos relacionados con el desarrollo y medio ambiente deben ser abordados de esta manera.
- Enfocar en situaciones contemporáneas tomando en consideración la perspectiva histórica.
- Facilitar la participación, y la cooperación mutua y equitativa en los procesos de decisión.
- Promover la diversidad cultural, lingüística y ecológica.
- Estimular y potencializar el poder de las diversas poblaciones, promover oportunidades para cambios democráticos. Las comunidades deben retomar sus propios destinos.
- Valorizar las diferentes formas de conocimiento.
- Capacitar a las personas para resolver conflictos de manera justa y humana.
- Promover la cooperación y el diálogo entre individuos e instituciones con el fin de crear nuevos modos de vida.

- Deba requerir la democratización de los medios de comunicación masivos y su compromiso con los intereses de todos los sectores de la sociedad.
- Integrar conocimientos, aptitudes, valores, actitudes y acciones. Debe convertir cada oportunidad en experiencias educativas para sociedades sustentables.
- Ayudar a desarrollar una conciencia ética sobre todas las formas de vida con las cuales compartimos este planeta. Respetar sus ciclos vitales e imponer límites a la explotación de esas formas de vida por los seres humanos.
- Considerar explícitamente los aspectos ambientales en planes de desarrollo y crecimiento.
- Examinar los asuntos ambientales desde puntos de vista locales, nacionales e internacionales para que los estudiantes reciban información sobre las condiciones ambientales, sociales, económicas y políticas en otras áreas geográficas.
- Reafirmar que la educación es un derecho de todos.

Metas de la educación ambiental:

- 1) Estimular el desarrollo de una conciencia clara y generar actitudes de preocupación sobre la interdependencia ecológica, política, económica y social en las áreas urbanas y rurales.
- 2) Proveer a cada persona la oportunidad para desarrollar el conocimiento, valores, actitudes, compromiso y destrezas necesarias para el mejoramiento del ambiente.
- 3) Generar nuevos patrones de comportamiento en los individuos, grupos comunitarios y la sociedad en general que sean de beneficio al medio ambiente.

Objetivos de la educación ambiental:

- 1) Percepción; desarrollar percepción y sensibilidad sobre el ambiente en su totalidad y los problemas relacionados.

- 2) Conocimiento; desarrollar experiencias orientadas a adquirir una comprensión básica sobre el ambiente y problemas relacionados.
- 3) Actitudes; desarrollar valores y sentimientos de preocupación sobre el ambiente y participar activamente en mejorarlo y protegerlo.
- 4) Destrezas; desarrollar aptitudes para identificar oportunidades y problemas ambientales y la forma de solucionarlos.
- 5) Participación; proveer oportunidades para involucrarse a todos los niveles en la resolución de problemas ambientales.

Según Zabala y García (2008), en diferentes lugares del mundo se celebraron reuniones de manera paralela a las señaladas, además: el Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental en Guadalajara México en 1992, el II Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental en México en 1997, la Conferencia Internacional Medio Ambiente y Sociedad: Educación y Sensibilización para la Sostenibilidad en Salónica Grecia en 1997, III Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental Pueblos y Caminos hacia el Desarrollo Sostenible en Caracas 2000, IV Congreso Iberoamericano de Educación Ambiental Un mundo mejor es posible en Cuba 2003, V Congreso Iberoamericano en Educación Ambiental en Brasil 2006 denominado La Contribución de la Educación Ambiental para la Sustentabilidad Planetaria y en India la Declaración de Ahmedabad 2007: Una llamada a la Acción. Además, se celebrará en Brasil 2012, Río + 20 Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible, 20 años después de la histórica Cumbre de la Tierra (CONAMA, 2012).

Estas actividades y conferencias internacionales a través del tiempo han desarrollado, enriquecido y reforzado la visión de la educación y la sensibilización de las personas. La educación ambiental ha ido evolucionando, adaptándose así a las necesidades de cada época.

Cada una de ellas ha contribuido a que diferentes países tomen en cuenta los problemas ambientales como parte importante de su educación.

La necesidad de la educación ambiental se ha ido constatando y promoviendo y aunque la respuesta ha sido desigual, las distintas reformas educativas que se han producido en los países han incorporado a sus objetivos la protección del medio ambiente y la construcción de un modelo de sociedad acorde con la sostenibilidad, fundamentalmente en los niveles educativos correspondientes a la educación obligatoria (Álvarez & Vega, 2009).

La educación ambiental tiene sus raíces desde tiempos remotos en los que se enseñaba al hombre a vivir en armonía con la naturaleza. Sin embargo, a finales de los años 1960 y principio de 1970 esta comienza a ser difundida con tal designación: educación ambiental. Con el surgimiento de esta disciplina se buscaba hacer frente a los problemas ambientales. La educación ambiental ha sido definida de varias maneras. Sin embargo, todas tienden a enfatizar puntos similares a los de la Conferencia de Nevada de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN) en el 1970. El proceso de reconocer valores y clarificar conceptos a fin de desarrollar habilidades y actitudes necesarias para comprender y apreciar las interrelaciones entre el hombre, la cultura y su entorno biofísico. Supone la práctica de la toma de decisiones y de la auto formulación de un código de conducta en asuntos relacionados con la calidad del medio ambiente (UNESCO, 1985).

El Congreso de Moscú en 1987 la define como un proceso permanente en el cual los individuos y las comunidades adquieren conciencia de su ambiente, aprenden los conocimientos, valores, destrezas, experiencia y la determinación que les capacite para actuar individual y colectivamente en la resolución de problemas ambientales presentes y futuros (Martínez, 2010). Ésta pone énfasis en la enseñanza de la naturaleza holística del ambiente a través de enfoques

interdisciplinarios y de solución de problemas. Además tiene que iniciarse lo más temprano que sea posible en la educación (UNESCO, 1997).

Martínez (2007), la educación ambiental debe ser un proceso que genere aprendizaje mediante la construcción y reconstrucción de conocimientos como resultado del estudio de las interacciones complejas sociedad-ambiente, lo que ha de generar conciencia en la ciudadanía de su papel como parte integrante de la naturaleza, para desarrollar nuevas relaciones, sentimientos, actitudes, conductas y comportamiento hacia ella. También debe llevar a reflexionar, cuestionar y valorar los estilos de desarrollo y progreso convencional que se basan en la degradación de los recursos naturales y no resuelve los problemas sociales.

A veces se utiliza el término ciencia ambiental para referirnos a la educación ambiental. Aunque la finalidad de ambas es lograr la salud del medio ambiente, estos dos términos son diferentes. El propósito principal de la educación ambiental es concienciar a la ciudadanía sobre los problemas ambientales y sus posibles soluciones. Ésta está dirigida al público en general, y se transmite por medio de educadores y ciudadanos interesados. La metodología que utiliza la educación ambiental es el trabajo en comunidad, los mecanismos educativos formales y la investigación aplicada o evaluación. Para la educación ambiental puede utilizarse un medio tanto natural como artificial y los resultados pueden darse a corto o mediano plazo. Esos resultados son del dominio del público en general (Hernández, 2004).

La ciencia ambiental tiene como propósito utilizar o aplicar los descubrimientos científicos que contribuyen a mejorar el ambiente, por lo que va dirigida a la comunidad científica, instituciones o agencias que regulan el ambiente. Ésta es llevada a cabo por científicos y técnicos a través del trabajo de laboratorio, utilizando un medio natural. Los resultados en la ciencia ambiental no necesariamente son de disponibilidad pública.

El proceso formativo llevado a cabo por la educación ambiental desde los espacios formales, no formales e informales del sistema educativo está caracterizado por su practicidad, en la medida que fomenta patrones positivos de conducta en sintonía con la vida. A partir de la práctica de la educación ambiental en los espacios formales de la educación, se plantea la necesidad de ambientalizar el currículo escolar como respuesta a la demanda social de comprensión, conservación y mejora del ambiente (UNESCO/PNUMA, 1987).

El INEDA (1992), considera que la educación ambiental para una sociedad sustentable equitativa es un proceso de aprendizaje permanente, basado en el respeto a todas las formas de vida. Esta educación afirma valores y acciones que contribuyen a la transformación humana, social y ecológica del planeta. La educación ambiental debe generar cambios en la calidad de vida, en la conducta personal y en las relaciones humanas para que exista una relación de armonía y solidaridad entre el ser humano y el entorno. Es importante la integración de experiencias activas al currículo de ciencias para alcanzar los propósitos de una educación ambiental. El proceso de aprendizaje permanente, interdisciplinario e integrador que promueve la educación ambiental puede dividirse en cinco fases: conciencia, conocimiento, actitudes, destrezas y participación. Estas áreas se relacionan unas con otras, pero al integrarlas al currículo deben mantener una correspondencia con las categorías afectivas, cognoscitivas y psicomotoras. En los grados del 10 al 12 se concentra en actitudes, destrezas de pensamiento, participación en la toma de decisiones y en la solución de problemas.

Una manera de enriquecer el currículo con experiencias activas para los estudiantes, es que tengan un contacto directo con su medio ambiente. Esto se puede lograr con visitas de campo a diversos ecosistemas del país. Además, pueden realizar actividades de reforestación, caminatas y exploración. Estas actividades propiciarán un contacto con el ambiente que facilitará

valorar su importancia y crear una disposición afectiva hacia los recursos naturales. Sin este contacto directo una persona no puede desarrollar una conciencia ambiental efectiva.

Sauvé (2004), expone que existen varias corrientes en educación ambiental. Algunas de éstas más antiguas y dominantes en las primeras décadas de la educación ambiental. La corriente naturalista tiene una larga tradición. La misma está centrada en la relación con la naturaleza. El enfoque educativo puede ser cognitivo (aprender de las cosas sobre la naturaleza), experiencial (vivir en la naturaleza y aprender de ella) o afectivo, espiritual o artístico (asociar la creatividad humana a la de la naturaleza). Esta corriente puede ser asociada específicamente con el movimiento de educación al medio natural y a ciertas proposiciones de educación al aire libre.

La educación basada en el medio ambiente mejora considerablemente el rendimiento escolar, estimula la creatividad y proporciona una mayor habilidad en la resolución de conflictos, pensamiento crítico y toma de decisiones. La exposición directa a la naturaleza es esencial para un desarrollo saludable. Pasar tiempo en la naturaleza puede ayudar a tener más confianza, los estudiantes hiperactivos pueden volverse más calmados, capaces de centrarse en algo (Louv, 2004).

Los recursos naturales representan fuentes de aprovechamiento para beneficio del ser humano. Indudablemente, una cueva es un recurso natural, cultural y en ocasiones turístico. Desde tiempos inmemoriales, las cuevas han constituido el hábitat de asentamiento del ser humano y han sido testigo de rituales, expresiones artísticas y leyendas. El misterio que las envuelve sigue atrayendo al ser humano, pero de manera diferente que a los antepasados. Las mismas son atractivas desde el punto de vista turístico por su belleza natural intrínseca, porque invitan a la aventura y exploración y porque presentan manifestaciones pictóricas y restos arqueológicos que constituyen un importante recurso cultural.

No obstante, las cuevas son también un reclamo interesante para los científicos. Muchas de éstas se encuentran instrumentalizadas para conocer la evolución de sus parámetros ambientales y microclimáticos. Las cuevas encierran importantes datos sobre el clima y el medio ambiente del pasado lo que es importante para realizar comparaciones con lo actual. Sin embargo, el medio subterráneo es frágil y muy sensible a los cambios (Jiménez, 2006).

El manejo eficaz de los recursos naturales requiere de la gestión gubernamental y la participación activa de los ciudadanos. Cada vez, se denota más la necesidad de reducir los daños al ambiente para conservar la naturaleza. En Puerto Rico podemos encontrar una diversidad de recursos naturales que se clasifican como: biológicos, hídricos, geológicos y geomorfológicos y energéticos. Las cuevas son un recurso geomorfológico. Estas son cavidades naturales subterráneas que pueden estar o no compuestas por cámaras y galerías. La formación de cuevas ocurre principalmente por degradación química y/o mecánica de las rocas (DRNA, 2006).

DRNA (2007), las cuevas se encuentran asociadas a la zona del carso. Este es el término que define un área o región con una topografía distintiva, formada por la disolución diferencial de la roca, principalmente la caliza. En Puerto Rico la región cársica se conoce como la región de los mogotes, aunque éstos son solamente una característica del carso. Estas áreas presentan unas características muy particulares tanto en la superficie del terreno como en su extensión subterránea. En la superficie se destaca la presencia de sumideros, zanjones, cañones, valles, torres y mogotes. Subterráneamente se destaca la presencia de cuevas, ríos subterráneos y los mayores acuíferos del país.

Según Lugo & Helmer (2007), el carso cubre el 27.5 % de la superficie de Puerto Rico y se extiende por casi toda la Isla. Comúnmente se asocia más a la caliza del norte. Las zonas cársicas de Puerto Rico tienen características y valores que contribuyen a la diversidad y

funcionamiento del paisaje puertorriqueño. Las características y valores de éste son generalmente desconocidos y por eso las funciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas y ecológicas del carso no se valorizan. El carso de Puerto Rico es roca caliza producto del metabolismo de los arrecifes de coral en la costa de la Isla hace millones de años. Cambios en el nivel del mar y movimientos tectónicos son responsables de la formación de éste. Se depositaron distintas clases de formaciones calizas de varias edades, espesores y características físicas y químicas. Al ser expuestas al clima y atmósfera tropical (viento, lluvia, bióxido de carbono y altas temperaturas) estas formaciones fueron transformadas a estructuras geomorfológicas como: mogotes, sumideros, cuevas y acantilados. Estos sistemas albergan una riqueza extraordinaria de especies de plantas y animales, muchas endémicas y otras en peligro de extinción.

Esta región es vulnerable a daños irreversibles. Entre las actividades humanas que afectan esta región se ha identificado: disposición de desechos, vertederos, extracción de agua, rellenos de humedales, remoción de la corteza terrestre y transformación del uso del suelo. Es política pública del ELA de PR proteger, conservar y manejar para beneficio de ésta y futuras generaciones la fisiografía cársica.

A través de una propuesta interdisciplinaria la educación ambiental se pueden llevar a los estudiantes a un escenario real, estimulándolos en un nuevo ámbito de aprendizaje. Este contacto es una experiencia práctica que permite el estudio de la realidad a través del desplazamiento de alumnos hacia ambientes fuera de su vida cotidiana, representando buena parte de lo que se vive en el aula. Estas salidas constituyen momentos que permiten reconocer el ambiente que los rodea y crear un sentido crítico sobre el mismo a partir de la construcción del conocimiento a través de la realidad. *Las aulas de campo son espacios donde los monitores ambientales interactúan con los alumnos, y a través del diálogo y la participación proveen información sobre*

el ambiente donde están insertos. El experimentar, vivir, aprender y sentir son palabras que expresan lo que esta práctica aporta de positivo y en esta línea trabaja la educación ambiental. Busca cambiar actitudes y generar un comportamiento más responsable y ciudadano a través de la vivencia y ruptura de paradigmas, también desarrollar el conocimiento de forma compleja e interdisciplinaria. En la enseñanza superior estas salidas pueden ser estrategias alternativas para que el estudiante esté inmerso en los problemas ambientales (Neiman, Barbosa & Pereira, 2012).

Estudio de casos

En Puerto Rico existen proyectos realizados de protección de cuevas y de incorporación de las mismas como reservas naturales. El municipio de Arecibo posee la famosa Cueva del Indio. Este lugar tiene gran valor arqueológico y una belleza natural increíble. También tiene una gran cantidad de grabados de origen indígena. Por esta razón es declarada por el DRNA como una reserva natural (DRNA, 2009). En el Sector Cuevas del Barrio Guayabal de Juana Díaz, se encuentra la Cueva Lucero declarada por ley como monumento histórico de Puerto Rico (DRNA, 2000a). Además, las Cuevas del barrio Guayabal de Juana Díaz se declaran como monumento natural ya que presentan rasgos cárnicos en una geología caliza particular (DRNA, 2000b). La Ley manda al municipio de Juana Díaz a zonificar el lugar bajo la clasificación Suelo Rústico Especialmente Protegido en su POT (DRNA, 2000b).

La Escuela Superior Juan Ponce de León del Distrito Escolar de Florida se unió hace unos años de forma exitosa al Conservation Education Program del Instituto de Dasonomía Tropical. Un grupo de estudiantes realizó un cambio significativo en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de su escuela. El objetivo fue el estudio de una zona del curso de Florida, el cual se ubica en el sector La Vázquez. El grupo se inició en el Parque de las Cavernas del Río Camuy.

Según Domínguez (2007), el lugar ha constituido un laboratorio natural, un salón de clases. Es un sitio de encuentro de diversas experiencias educativas, ideas y de compartir. Se han creado lazos de amistad, compañerismo, solidaridad y cooperativismo. El contacto con la naturaleza y la zona cárstica ha permitido estudiar y entender como es la influencia del hombre hacia el ambiente que le rodea. Este proyecto se ha llevado a otras escuelas para que participen y se capaciten con talleres en diferentes áreas relacionadas. El curso es idóneo para el estudio de la flora, fauna y la geología. En esa área hay una gran diversidad de especies. También el proyecto es magnífico para la integración de materias escolares como: educación física, salud, matemática e historia.

El carácter interdisciplinario de esta experiencia educativa a través de esta zona le da la oportunidad a cada estudiante participante de evaluar y considerar opciones de estudio dentro de las ciencias. Mejor aún, ayuda a formar ciudadanos comprometidos con la conservación del ambiente. Así también, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico (2011), tiene un programa de capacitación de maestros y ofrece talleres educativos que describen y señalan la importancia de la conservación de los ecosistemas como el curso.

Marco legal

En Puerto Rico la legislación ambiental estatal y federal que rige la planificación y el manejo de los recursos naturales es bien diversa. La Constitución del Estado Libre Asociado, dispone en el artículo VI sección 19 como política pública: “la más eficaz conservación de sus recursos naturales, así como el mayor desarrollo y aprovechamiento de los mismos para el beneficio general de la comunidad.”

La Ley Núm. 416 del 22 de septiembre de 2004 según enmendada, deroga la Ley Núm. 9 del 18 de junio de 1970, conocida como Ley sobre Política Pública Ambiental de la Junta de Calidad Ambiental (JCA, 2004). Esta ley establece que es política pública el utilizar todos los medios y medidas prácticas para promover el bienestar general entre el hombre y el ambiente. Es necesario asegurar que los sistemas naturales estén saludables y tengan la capacidad de sostener la vida en todas sus formas, así como la actividad social y económica. Esto tiene que ocurrir en el marco de la sustentabilidad para que pueda existir una armonía productiva y así cumplir con las presentes y futuras generaciones.

La Ley Núm. 292 del 21 de agosto de 1999, Ley para la Protección y Conservación de la Fisiografía Cársica, declara que hay que proteger, conservar y manejar ésta para todas las generaciones. El carso constituye un recurso natural no renovable muypreciado por la geomorfología y los ecosistemas que allí se desarrollan. Esta fisiografía cumple funciones importantes para la supervivencia natural y social de la Isla (DRNA, 1999).

Otra de las leyes aplicables lo es la del Programa de Patrimonio Natural de Puerto Rico, la Ley Núm. 150 del 4 de agosto de 1988 (DRNA, 1988a). Esta ley crea el PPN en el DRNA, éste continuamente identifica áreas de valor natural bajo distintas categorías y criterios, incluidas gran parte de los terrenos del carso en PR como hábitats de especies raras y en peligro de extinción, como comunidades naturales de particular valor en la Isla y como áreas con designación especial previamente. El Programa adquiere terrenos con prioridad de conservación mediante la utilización de un fondo especial creado por la propia ley para uso del programa. Esta Ley provee mecanismos con los cuales se puede lograr la protección de hábitats naturales cuya conservación repercute en el bienestar de la biodiversidad del país. La Ley Núm. 112 del 20 de julio de 1988, Ley para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico,

declara de utilidad pública los sitios, objetos, yacimientos, artefactos, documentos o materiales arqueológicos. Además, crea el Consejo para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de PR (DRNA, 1988b).

La Ley Núm. 111 del 12 de julio de 1985, según enmendada, Ley para la Protección y Conservación de Cuevas y Cavernas o Sumideros de Puerto Rico, establece como política pública del ELA de Puerto Rico la protección y conservación de las cuevas y sumideros en la Isla, rasgos geomorfológicos observables con mayor frecuencia en la zona cársica. Prohíbe actividades detrimentales a la integridad de estos rasgos, entre ellos: la construcción de estructuras sobre los mismos y cualquier otra actividad que genere daño, destrucción o desfiguración en cualquier material natural que se encuentre en cualquier cueva, caverna o sumidero. Además, prohíbe la remoción, posesión y comercio de cualquier componente físico, biológico (flora y fauna) o cultural (arqueológico) en ellos presente (DRNA, 1985b).

La Ley Núm. 245 del 19 de octubre de 2002 (DRNA, 2002), Ley para declarar el Sistema de Cuevas y Cavernas de Aguas Buenas, como área de Reserva Natural del ELA de PR. Se encuentran entre los municipios de Aguas Buenas y Cidra. Es un lugar con recursos arqueológicos abundantes no estudiados. En éstas existe la única corriente perenne de agua subterránea conocida en el área este de la Isla, que alimenta al Río Grande de Loíza. Cuenta con varios manantiales, una población importante de murciélagos, flora y fauna protegidas y en peligro de extinción.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En este capítulo describimos la metodología que utilizamos para llevar a cabo la meta propuesta para este proyecto. Esta investigación pretende integrar las Cuevas de Cabachuelas en el currículo de nivel secundario y demostrar que pueden utilizarse como escenario educativo.

Área de estudio

El sistema de cuevas y cavernas Las Cabachuelas ubica en el espacio geográfico de los barrios Barahona y Torrecillas, entre los municipios de Morovis y Ciales. Estas cuevas colindan al norte con la PR 633, al sur con la PR 145, al este con la PR 155 y al oeste con la PR 149. El área aproximada del proyecto propuesto es de 332 cuerdas de terreno, clasificado como suelo rústico protegido, según el POT del municipio de Morovis (Figura 1).

Las Cabachuelas comprenden alrededor de 27 cuevas y cavernas consecutivas. Este lugar se distingue por su gran valor arqueológico, histórico, ecológico, geológico, cultural, por su belleza escénica y topografía peculiar, entre otros. Además, estas tierras forman parte de la zona cársica y sirven de hábitat para una gran cantidad de organismos característicos de esta zona.

Objetivos

- 1) **Llevar a cabo una identificación de la flora y fauna para conocer el valor ecológico del lugar.**

- 2) **Evaluar las situaciones que limitan la utilización del recurso para conocer las oportunidades para el salón de clase.**
- 3) **Elaborar lecciones educativas para infundir las cuevas al curso de Biología del nivel secundario.**

Período del estudio

Llevamos a cabo dos visitas de exploración en el 2010. Para realizar este trabajo visitamos el área de estudio dos veces durante el mes de septiembre y una en el mes de octubre de 2011. Las visitas las llevamos a cabo desde temprano en la mañana hasta la tarde.

Fuente de datos

Los datos obtenidos son primarios. Identificamos e inspeccionamos la flora y fauna, las situaciones que limitan la utilización del recurso y evaluamos el currículo de ciencia. Además tabulamos y analizamos los datos.

Diseño metodológico

La investigación es de carácter mixto. La metodología se basó en el reconocimiento del área y revisión de documentos sobre el lugar. Llevamos a cabo visitas oculares y de reconocimiento del lugar para determinar como hacer el trabajo.

Identificamos el área de estudio mediante los documentos oficiales del gobierno municipal y estatal. El camino de acceso propuesto por el gobierno lo medimos con un sistema de posicionamiento global (GPS, por sus siglas en inglés). Tomamos coordenadas y medimos desde la entrada propuesta, por Riachuelo hasta las cuevas que se utilizarán en la primera fase del proyecto. Estas cuevas son las siguientes: Los Gemelos, Estancita y Las Bruquenas. Luego dividimos el trayecto en tres segmentos para llevar a cabo la identificación de la flora y fauna (Figura 1). Esta división fue arbitraria debido a la extensión del área de estudio. No obstante,

cuando visitamos el lugar una de las razones para determinar los segmentos naturales fue el cambio en vegetación.

Llevamos a cabo dos visitas de reconocimiento para familiarizarnos con las distintas áreas del lugar de investigación. Además, identificamos el trayecto a cubrir. Llevamos a cabo alrededor de tres visitas a las cuevas. Estas visitas fueron en los meses de septiembre y octubre de 2011 desde temprano en la mañana hasta el atardecer. Utilizamos una hoja de observación que incluyó día, hora, segmento, observaciones y foto (Apéndice 1). De las visitas que realizamos produjimos una lista de las especies de flora y fauna presentes en el área de estudio. El análisis lo hicimos por categoría y estado de especies y utilizamos información del DRNA (2005), DRNA (2008) y libros de flora y fauna de Puerto Rico para identificarlas.

Las situaciones que limitan el recurso para fines educativos las evaluamos durante las visitas para realizar la identificación de flora y fauna. Para esto utilizamos la misma hoja de observación de la flora y fauna (Apéndice 1).

Seleccionamos el curso de Biología de décimo grado dentro del nivel superior para llevar a cabo el Plan de Integración de las Cuevas de Cabachuelas. Realizamos un análisis de los Estándares y Expectativas del Programa de Ciencias del DEPR. Construimos una hoja de cotejo para llevar a cabo el análisis (Apéndice 2). Con ésta comparamos las expectativas de los cursos de Biología y Ciencias Ambientales con los estándares del Programa de Ciencia. El curso de Biología se desarrolla con un prontuario que contiene el bosquejo temático realizado de acuerdo a los estándares y expectativas y al libro. El curso de Ciencias Ambientales también, pero el mismo se desarrolla con una Guía Curricular y no posee libro de texto. Construimos una hoja de cotejo para realizar una comparación entre ambos prontuarios de los cursos (Apéndice 3). Luego de realizar este análisis desarrollamos una hoja donde ubicamos los Estándares de Ciencias con

cuatro áreas donde se pueden desarrollar las clases (Apéndice 4). Este análisis nos permitió determinar las oportunidades de utilizar este recurso como instrumento de enseñanza y su convergencia de estándares.

Análisis de los datos

Para lograr el primer objetivo identificamos el nombre común y el nombre científico de la especie, luego los clasificamos de acuerdo al estado: endémico, crítico, en peligro y exótico. En el segundo objetivo describimos y tabulamos las situaciones que limitan el recurso. Para el análisis del tercer objetivo identificamos la cantidad de estándares de ciencia con las expectativas y las cuatro áreas donde podemos desarrollar lecciones y calculamos el porcentaje.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Llevar a cabo una identificación de la flora y fauna para conocer el valor ecológico del lugar.

Los resultados de las visitas de reconocimiento e identificación de la flora y la fauna del área de estudio en las Cuevas de Cabachuelas presentan una gran variedad. Se incluye la lista de especies de flora y fauna identificadas durante la investigación (Tablas 1 y 2). Para identificar la flora y fauna del área bajo estudio se dividió en tres segmentos. En cada uno de éstos observamos que la flora y la fauna eran comunes Sin embargo, en el segmento B, la vegetación es más de áreas pantanosas.

Las especies de árboles que predominan las áreas son: maga (*Thespesia grandiflora*), tulipán africano (*Spathodea campanulata*), cupey (*Clusia rosea*), moca (*Andira inermis*), almendro (*Terminalia cattapa*), mamey (*Mammea americana*), maría (*Calophyllum calaba*), roble nativo (*Tabebuia heterophylla*), mangó (*Mangifera indica*), panapén (*Altocarpus altilis*), guayaba (*Psidium guajava*) y yagrumo (*Cecropia schreberiana*). De las especies rastreras, bejucos y yerbas se encuentran: anamú (*Petiveria alliacea*), malanga (*Colocasia esculenta*), mori-viví (*Mimosa púdica*), pica-pica (*Fleurya aestuans*), cundeamor (*Momordica charantia*), bejuco de parchita (*Pasiflora sexflora*), cohitre (*Commelina elegans*), yerba estrella (*Rhynchospora nervosa*), rábano cimarrón (*Dieffenbachia seguine*), margaritas (*Bridens alba*), ortiga (*Urtica dioica*) y pringamosa (*Tragia volubilis*) (Acevedo & Woodbury, 1985). También se encuentran: mayas (*Bromelia pinguin*) y bromelias (*Bromelia plumeri*).

La fauna observada incluye anfibios, reptiles, aves e invertebrados de cuevas. Los anfibios observados fueron: sapo común (*Bufo marinus*), coquí común (*Eleutherodactylus coqui*) y coquí churí (*Eleutherodactylus antillensis*) (Joglar, 1998). Los reptiles que se ven en el área son: culebra pequeña y los lagartijos común (*Anolis cristatellus*), manchado (*Anolis stratulus*) y verde pequeño (*Anolis evermanni*). Además el conocido como lagarto gigante (*Anolis cuvieri*) (Joglar, 2005). En el área de estudio no existen elementos críticos, vulnerables o en peligro que no permitan que las cuevas sean utilizadas como recurso educativo (DRNA, 2005). Sin embargo, por las cuevas pertenecer al área cársica debe encontrarse la Boa de P.R. (*Epicrates inornatus*), pero no la observamos los días de visitas.

Entre las especies de aves identificadas se encuentran: el pájaro bobo mayor (*Saurothera vieilloti*), san pedrito (*Todus mexicanus*), carpintero de P.R. (*Melanerpes portoricensis*), bienteveo (*Vireo latimeri*), reinita mariposera (*Dendroica adelaidae*), comeñame (*Loxigilla portoricensis*), pitirre (*Tyrannus dominicensis*), calandria (*Icterus portoricensis*), reinita común (*Coereba flaveola*), ruiñador (*Mimus polyglottos*) y golondrina de cuevas (*Petrochelidon fulva*) (Oberte, 2006).

Observamos avispas, hormigas, libélulas, abejas, gongolies, arañas, saltamontes, escarabajos, insecto palitos y variedad de mariposas incluyendo la mariposa monarca. Dentro de las cuevas observamos las cucarachas de cuevas, guabá, grillos, bruquenas y murciélagos.

Evaluar las situaciones que limitan la utilización del recurso para conocer las oportunidades para el salón de clase.

Entre las limitaciones críticas para el uso de este espacio como recurso educativo se encuentran las siguientes: falta de información, falta de señalización, no hay infraestructura, el

camino requiere mejoras, presencia de desperdicios sólidos y animales en los predios y uso de vehículos todoterreno.

Para llegar a las cuevas hay que salir de la carretera principal del barrio Barahona que conduce hacia el municipio de Ciales. Tenemos que entrar por una carretera bastante estrecha sin identificar. Por el área de entrada propuesta se encuentra la comunidad de Riachuelo. Esta es una comunidad bastante grande por lo tanto, se encuentran muchas casas y bien pegadas haciendo difícil el acceso al lugar. Muchos moroveños saben que por esa área se puede entrar a las cuevas, pero no existen letreros ni señales que lo identifiquen. Tampoco existe en el pueblo ni en el barrio un sitio de información de las mismas.

Cuando se llega al final de la carretera se encuentra un estacionamiento pequeño que puede acomodar alrededor de ocho o diez autos. Frente a éste se encuentran varias casas construidas en terreno perteneciente a las cuevas. Algunas de estas casas están establecidas en lo que se conoce como el Refugio Las Caritas, asociado a los antepasados indígenas. Hay que cruzar una verja y bajar por una pequeña cuesta para entrar al lugar.

El camino lo dividimos en tres segmentos que los identificamos como: segmentos A, B y C. El segmento A inicia en Riachuelo y termina en los Gemelos, el segmento B va desde Gemelos hasta Estancita y el segmento C comprende desde Estancita hasta las Bruquetas (Figura 1). En cada uno de los segmentos encontramos desperdicios sólidos, tales como: vasos, fundas y latas.

En el segmento A se encontraron animales domésticos como perros, gatos y gallinas. Además podemos ver vacas y caballos. En el recorrido general del trayecto podemos observar también huellas de vehículos (Tabla 3). Dentro de las cuevas del proyecto observamos algo de vandalismo como el grafiti.

Elaborar lecciones educativas para infundir las cuevas al curso de Biología del nivel secundario.

Para elaborar las lecciones educativas realizamos un análisis de los documentos del DEPR. Utilizamos el documento de Estándares del Programa de Ciencia para identificar los mismos. Éstos son los siguientes: (1) Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad, (2) La Estructura y los Niveles de Organización de la Materia, (3) Los Sistemas y los Modelos, (4) La Energía, (5) Las Interacciones y (6) La Conservación y el Cambio. Luego buscamos las expectativas de cada estándar en los cursos de biología y ciencia ambiental. Realizamos una comparación entre las expectativas de ambos. En el curso de biología el estándar número uno contiene seis expectativas y el de ciencia ambiental (CA) siete. El # 2 contiene siete en biología y tres en CA, el # 3 tiene cinco en biología y dos en CA, el # 4 tiene cuatro en biología y tres en CA, en el # 5 poseen la misma cantidad de expectativas tres y en el # 6 biología tiene cinco y CA tres (Tabla 4). En todos los estándares excepto el primero se puede observar que el número de expectativas en biología es mayor que en CA. Existe un total de 30 expectativas en el área de biología y de éstas se pueden utilizar 13, es decir, un 43% para llevar a cabo la integración de las cuevas al currículo.

Utilizamos los prontuarios de los cursos de biología y CA de una escuela superior y realizamos una comparación de los temas que se discuten en ambos (Tabla 5). La clase de biología utiliza un libro de texto mientras que la clase de CA no tiene ninguno. Para hacer los prontuarios se utiliza en biología el libro y en CA se utiliza la Guía Curricular del Programa de CA del DEPR. En biología se discuten una diversidad de temas entre los cuales se encuentran: Principios de Ecología y los Recursos Naturales. En CA lógicamente todo sobre el ambiente incluyendo el ambiente terrestre.

Con la evaluación de los estándares, las expectativas y los prontuarios de cada curso pudimos determinar las oportunidades de incluir las cuevas como un recurso educativo. Realizamos una división de las áreas en las cuevas que pueden ser estudiadas. Éstas son las siguientes: Biodiversidad (flora y fauna), Arqueología, Hidrología y Cultural/Histórico. Estas áreas se ubicaron con los estándares de ciencia para determinar una convergencia entre ellos (Tabla 6). El resultado fue que en el área de biodiversidad (flora y fauna) se pueden incluir las cuevas en todos los estándares, en la arqueología y el aspecto cultural/histórico se puede discutir sobre las cuevas en el de la Naturaleza de la Ciencia, Tecnología y Sociedad y la hidrología en los Sistemas y Modelos e Interacciones.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Podemos concluir que la meta y objetivos de este estudio se cumplieron. Para el primer objetivo llevamos a cabo una identificación de la flora y fauna del área de estudio. En el camino estudiado encontramos una gran variedad de la misma. En el lugar existen varias situaciones que limitan la utilización del recurso. La falta de información acerca de las cuevas en el municipio es evidente. Cuando se llega al lugar y en el recorrido por éstas encontramos desperdicios sólidos, animales y huellas de vehículos. También en las cuevas visitadas hay evidencia de grafiti y vandalismo. Respecto al currículo de ciencia del nivel superior una vez evaluados los estándares y expectativas del mismo en el área de biología; podemos concluir que las cuevas permiten el desarrollo de lecciones educativas porque cubre un 43% de las expectativas.

Recomendaciones

A. DRNA

1. Llevar a cabo un inventario de flora y fauna del área de las Cabachuelas en su totalidad.
2. Realizar un inventario de murciélagos en las cuevas.
3. Hacer estudios de hidrología y geología.
4. Desarrollar una vereda interpretativa
5. Desarrollar un opúsculo de las cuevas.
6. Colocar un letrero en el área.
7. Establecer un centro de información para visitantes.

8. Construir un estacionamiento adecuado o establecer un medio de transporte para llegar más fácilmente al lugar.
9. En la entrada colocar una verja para mantener la seguridad.

B. Municipio de Morovis

1. Divulgar información a las comunidades escolares para que las visiten.

C. Escuela de Asuntos Ambientales (SUAGM)

1. Junto al DEPR ofrecer orientaciones y talleres a maestros de ciencia de escuela superior en relación a las cuevas para que las utilicen como recurso educativo.
2. Utilizar las cuevas para fomentar la investigación científica.

D. Maestros

1. Establecer proyectos de integración en las clases de ciencia del nivel superior para incorporar el tema de las cuevas.
2. Utilizar las cuevas para llevar a cabo proyectos de feria científica.

Limitaciones

El desarrollo de este plan tiene entre sus limitaciones la poca información que existe en relación al tema de las cuevas como ecosistema y de las Cabachuelas. Revisando la literatura encontramos que se escribe e investiga mucho sobre bosques y agua, pero no así de las cuevas o el mundo subterráneo. Por otro lado, no existe un inventario específico de las cuevas en Puerto Rico.

Este estudio lo llevamos a cabo con el propósito de investigar si las cuevas las podemos infundar en el curso de biología del nivel superior. Entendemos que las mismas si las podemos utilizar como escenario educativo. El enfoque del Programa de Ciencias del DEPR es la investigación. Las cuevas son un excelente recurso para que los estudiantes utilicen los procesos

como: observación, clasificación, medición, inferencias y el método científico. Son una buena oportunidad para concientizar en la conservación y preservación del ambiente.

CAPÍTULO VI

LECCIONES EDUCATIVAS

Actividad #1: ¿Qué es una cueva?

Nivel: décimo grado

Resumen: En esta actividad los estudiantes conocerán el ecosistema de las cuevas. Identificarán las características básicas de éstas, los factores bióticos y abióticos y además, redactarán un ensayo sobre su importancia.

Objetivos:

1. Identificar características básicas de las cuevas.
2. Crear una lista de los componentes bióticos y abióticos que se pueden encontrar en una cueva.
3. Redactar un ensayo sobre las cuevas en Puerto Rico.

Estándar de Ciencia #2: La estructura y los niveles de organización de la materia.

Conceptos: cuevas, biótico, abiótico.

Destrezas: comunicación oral y escrita.

Actitudes esperadas: conservación de las cuevas, respeto por la naturaleza.

Plan de enseñanza y aprendizaje

Duración: 3 días (180 minutos)

Materiales:

1. Visuales de cuevas
2. Lectura: *Las Cuevas*, DRNA
3. Hoja de Trabajo #1: Cuestionario (antes y después)
4. Hoja de Trabajo #2: Lista de factores bióticos y abióticos

Trasfondo conceptual para el maestro: Las cuevas

Una cueva es una cavidad natural, nicho, cámara o una serie de éstas bajo la superficie de la tierra, dentro de una montaña o formada mediante proyección horizontal de rocas en un acantilado. Las cuevas pueden ser de diferentes tamaños; desde pequeños salones hasta grandes pasillos interconectados. Formadas por una gran variedad de tipos de roca que responden a diferentes procesos geológicos a través de los años.

Existen cuatro tipos principales de cuevas:

- a. Cuevas de disolución: formadas de carbonato de calcio y sulfato, representadas en la piedra caliza, dolomita y mármol. La mayoría de las cuevas en P.R., así como las más grandes del mundo pertenecen a este grupo.
- b. Cuevas de lava: formadas por túneles que surgen cuando la superficie exterior de una corriente de lava se enfría y se endurece.
- c. Cuevas marinas: formadas por la acción constante de las olas que chocan con las porciones más débiles de las rocas, provocando su desgaste que culmina en la formación de una cavidad.

- d. Cuevas glaciares: formadas cuando el agua líquida excava túneles de drenajes a través del hielo.

En P.R. la formación de cuevas y cavernas ocurre principalmente debido al desgaste de la roca caliza (compuesta de carbonato de calcio proveniente de los restos de organismos marinos) por el agua subterránea o el agua que se filtra por el techo rocoso. Debido a la porosidad de la roca caliza, ésta se va disolviendo provocando así que el tamaño de la cueva aumente tanto en amplitud como en profundidad. El carbonato de calcio sólo es soluble en agua que contenga bióxido de carbono disuelto, de esta reacción química se forma el bicarbonato de calcio, sustancia que es arrastrada en solución y desciende hacia el techo de la caverna. A menudo ésta se evapora, liberando el bióxido de carbono gaseoso y depositando el carbonato de calcio, generalmente en forma calcita. En este proceso se van formando concreciones calcáreas tales como: estalactitas (penden del techo), estalagmitas (suelo de la cueva), columnas y otras formaciones.

La mayoría de las cuevas en P.R. se encuentran asociadas a la zona cárstica. Esta región se extiende desde el Río Grande de Loíza hacia el oeste, a través del centro y norte de la Isla, hasta la costa de Aguadilla. Se cree que existen aproximadamente dos mil cuevas, de las cuales han sido exploradas y documentadas algunas 250.

La fauna de las cuevas se puede clasificar en tres grupos: troglóxenos (penetran ocasionalmente a las cuevas), troglófilos (residentes permanentes pero no pasan todo el tiempo en la oscuridad) y troglobios (sin ojos, sin pigmentación, mayormente invertebrados)

Las cuevas son importantes porque:

- a. Constituyen ecosistemas naturales de gran valor, por lo singular de los mismos y organismos que alberga.
- b. Poseen características espectaculares de gran valor escénico.
- c. Constituyen el cauce de quebradas y otros cuerpos de agua que allí nacen.
- d. Fuentes de conocimiento para el desarrollo de una gran variedad de investigaciones científicas.
- e. Áreas que se pueden desarrollar para la recreación de personas.
- f. Lugares que atesoran gran parte de la prehistoria porque en ellas se pueden encontrar evidencias y rasgos arqueológicos.
- g. Sirven de hábitculo a murciélagos que se alimentan de insectos que podrían ser perjudiciales a la agricultura y al ser humano.

Existen factores que pueden afectar las cuevas, entre ellos: la eliminación de fauna, depósitos de basura, vandalismo, construcciones mal planificadas y extracción de componentes de la corteza terrestre. Sin embargo, existen leyes para la protección y conservación de las cuevas como la Ley # 111 del 12 de julio de 1985 y la Ley # 292 del 21 de agosto de 1999 para la protección y conservación de la fisiografía cárstica.

Inicio:

1. Repasar los conceptos biótico y abiótico.
2. Administrar a los estudiantes la Hoja de Trabajo #1: Cuestionario de conocimiento general sobre las cuevas.
3. Luego de que contesten el cuestionario, recogerlo.

4. Conversar con ellos sobre experiencias que hayan tenido con alguna cueva.
5. Llevar a cabo las siguientes preguntas guías a través de una discusión socializada.
 - a. ¿Qué es una cueva?
 - b. ¿Cuántos han estado en alguna?
 - c. ¿Qué podemos encontrar en ellas? ¿Qué tipo de flora y fauna?
 - d. ¿En qué lugares de Puerto Rico se localizan las cuevas?

Desarrollo:

1. Presentar diferentes visuales de cuevas.
2. Llevar a cabo una discusión socializada de los visuales observados.
3. Distribuir a cada estudiante la lectura de *Las Cuevas*.
4. Luego llevar a cabo un análisis y discusión oral de ésta.
5. Repartir a los estudiantes la Hoja de Trabajo #2. En esta hoja elaborarán una lista sobre los factores bióticos y abióticos en las cuevas, luego se discutirán.

Cierre:

1. Cada estudiante redactará un ensayo sobre las cuevas y su importancia.
2. Administrar nuevamente el Cuestionario sobre el conocimiento general de las cuevas.

Hoja de Trabajo #1: Cuestionario de conocimiento general sobre las cuevas

Nombre _____ Fecha _____

Instrucciones: Lee cada una de las preguntas y haz una marca de cotejo en la columna que represente mejor tu conocimiento.

Pregunta	No sé la respuesta	Tengo alguna idea sobre la respuesta	Puedo contestar correctamente	Puedo explicar a los demás
1. ¿Cuáles son las características de una cueva?				
2. ¿Cuántos tipos de cuevas existen?				
3. ¿Cómo se forman las cuevas?				
4. ¿Dónde se encuentran cuevas en P.R.?				
5. ¿Qué tipo de fauna se encuentra en las cuevas?				
6. ¿Por qué las cuevas son importantes?				
7. ¿Conoces en P.R. alguna ley de conservación de cuevas?				
8. ¿Qué factores o actividades humanas afectan las cuevas?				
9. ¿Qué agencia se relaciona con las cuevas?				
10. ¿Conoces alguna organización que promueva la conservación de las cuevas?				

Hoja de Trabajo #2: Lista de factores bióticos y abióticos en cuevas.

Nombre _____ **Fecha** _____

Instrucciones: Elabora una lista de los factores bióticos y abióticos que se pueden encontrar en una cueva.

Factores bióticos	Factores abióticos

Anejo 1. Rúbrica para evaluar el ensayo

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	4	3	2	1	Total
Define conceptos					
Coherencia					
Ideas claras					
Estructura					
Ortografía					
Total	20				

(4) Excelente ejecución (2) Promedio, pudo ser mejor (0) No lo hizo/No cumplió
(3) Buen trabajo (1) Bajo promedio

Comentarios: _____

Actividad #2: El Carso Puertorriqueño

(Actividad adaptada de Conoce tu Naturaleza Guía de Actividades para Educadores Ambientales La Iguaca y la Franja Cárstica del Norte)

Nivel: décimo grado

Resumen: Los estudiantes definirán el término carso, describirán las formaciones cársticas y características de éstas. Además crearán un poema concreto.

Objetivos:

1. Definir operacionalmente el término carso.
2. Describir las características de la región cárstica.
3. Crear un poema concreto para el carso.

Estándar de Ciencia #2: La estructura y niveles de organización de la materia.

Conceptos: carso, zona cárstica

Destrezas: comunicación oral y escrita.

Actitudes esperadas: conservación del carso, respeto por la naturaleza.

Plan de enseñanza y aprendizaje

Duración: 3 días (180 minutos)

Materiales:

1. Hoja de Trabajo #1, #2
2. Fotografías del carso
3. Lectura: *El Carso de Puerto Rico*, DRNA
4. Computadora e internet

Trasfondo conceptual para el maestro: El Carso

El carso es el término que define un área o una región con una topografía distintiva, formada por la disolución diferencial de la roca, principalmente caliza. El desarrollo de todas las formaciones cársticas requieren: de la presencia de rocas capaces de ser disueltas por agua (rocas solubles) y de reacciones químicas capaces de disolver y corroer esas rocas (proceso de disolución). Este fenómeno geológico fue descrito primero en el área de la antigua Yugoslavia denominada “Kras” (traducida karst y adaptada al español como carso) y, por eso, las áreas con una situación geomorfológica similar se llaman topografías cársticas.

En P.R. esta región se conoce como la región de los mogotes, aunque el mogote es solamente una característica del carso. Los mogotes son montes o colinas compuestos primordialmente de roca caliza. Un mogote, en el sentido más estricto de la palabra, es cónico, asimétrico y se encuentra aislado en el medio de una planicie aluvial. Las áreas cársticas presentan unas características muy particulares tanto en la superficie del terreno como en su extensión subterránea. En la superficie se destaca la presencia de dolinas (conocidas como sumideros), zanjones, cañones, valles, torres y mogotes. Subterráneamente se destaca la presencia de cuevas, ríos subterráneos y los mayores acuíferos del país.

Inicio:

1. Dividir a los estudiantes en grupos de 5 y entregarles copia de la Hoja de Trabajo # 1. Cada grupo escribirá en el organizador gráfico las palabras que para ellos describen el carso.

2. Luego de que completen el organizador gráfico, invitar a los estudiantes a conversar sobre lo que conocen sobre el carso a través de las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué es el carso?
 - b. ¿Qué elementos componen el carso?
 - c. ¿Cuáles son los animales y las plantas que podemos encontrar ahí?
3. Presentar diversas fotos del carso en Puerto Rico y en el mundo.
4. Invitar a los estudiantes que vayan describiendo lo que observan.

Desarrollo:

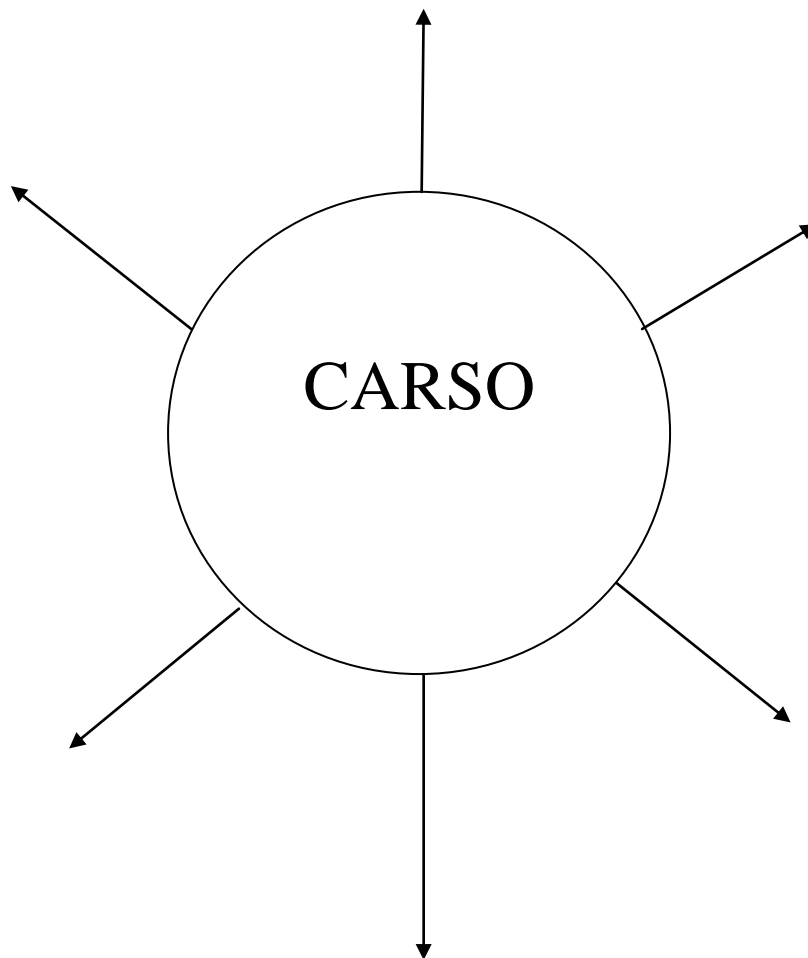
1. Entregarles a los estudiantes la lectura: *El Carso de Puerto Rico*. Luego de finalizar la lectura permitir que los estudiantes se vuelvan a reunir en los grupos de 5 nuevamente.
2. Invitarles a cotejar su organizador gráfico y entonces repartir la Hoja de Trabajo #2: Redacción de una definición del carso.
3. Cada grupo se parará al frente y discutirá su definición. Luego entre todos se elaborará una.
4. El maestro presentará un vocabulario para que los estudiantes lo busquen en internet:
 - a. Acuífero
 - b. Carso
 - c. Roca caliza
 - d. Aguas subterráneas
 - e. Roca sedimentaria
5. Discutir todas las definiciones.

Cierre:

1. Los estudiantes crearán un poema concreto (Anejo 1).
2. Al finalizar los poemas pedirle a estudiantes voluntarios que los compartan con los demás.

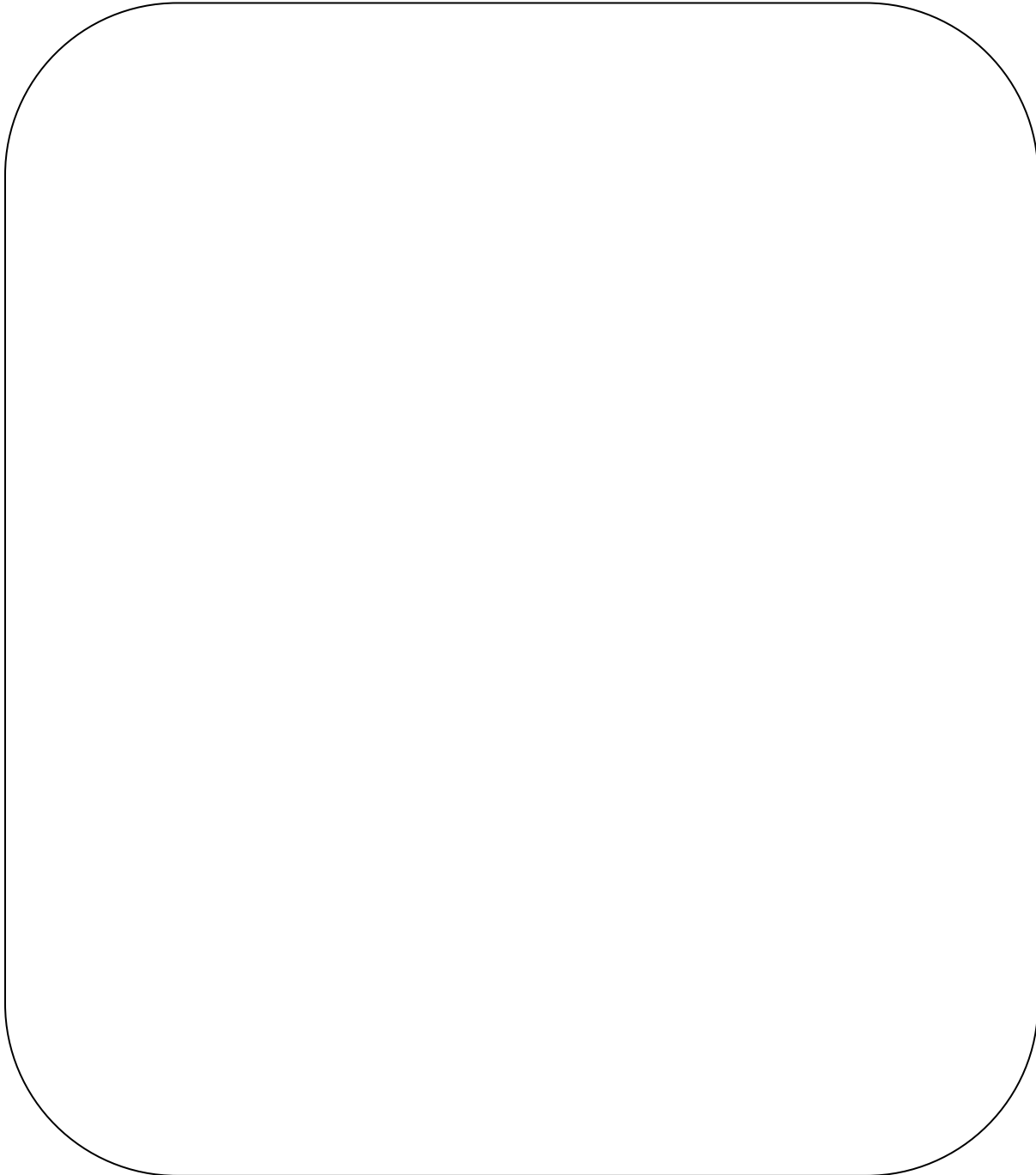
Hoja de Trabajo #1: Organizador gráfico

Instrucciones: Dividir a los estudiantes en grupos de cinco. Cada grupo escribirá en el organizador gráfico las palabras que describen el curso.



Hoja de Trabajo #2: El Carso es...

Instrucciones: Redactar una definición del Carso entre todos.

A large, empty rounded rectangular box with a thin black border, intended for students to write their definition of the Carso. The box is centered on the page and occupies most of the lower half of the document.

Anejo 1: Rúbrica para evaluar el poema concreto.

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	5	4	3	2	1	Total
Se lee el concepto bajo estudio.						
Los atributos del concepto están ilustrados.						
Es creativo y original.						
Entrega su poema en el tiempo indicado.						
Total	20					
(5) Excelente ejecución (3) Promedio, pudo ser mejor (1) Pobre ejecución (4) Buen trabajo (2) Bajo promedio (0) No lo hizo/No cumplió						

Comentarios: _____

Actividad #3: La Región Cárstica

(Actividad adaptada de Conoce tu Naturaleza Guía de Actividades para Educadores Ambientales La Iguaca y la Franja Cárstica del Norte)

Nivel: décimo grado

Resumen: Los estudiantes localizarán las regiones cársticas en Puerto Rico, investigarán sobre las regiones cársticas del mundo y reconocerán la importancia de esta zona.

Objetivos:

1. Localizar las regiones cársticas en Puerto Rico.
2. Explicar la importancia que tiene la Franja Cárstica del Norte.
3. Investigar sobre las regiones cársticas del mundo.

Estándar de Ciencia #2: La estructura y niveles de organización de la materia.

Conceptos: Franja Cárstica, regiones cársticas del mundo

Destrezas: comunicación oral y escrita.

Actitudes esperadas: conservación del carso, respeto por la naturaleza.

Plan de enseñanza y aprendizaje

Duración: 3 días (180 minutos)

Materiales:

1. Mapa de Puerto Rico
2. Proyector
3. Marcadores de colores
4. Hoja de Trabajo #1

Trasfondo conceptual para el maestro: La Franja Cárstica del Norte

La región de roca caliza de P.R. cubre aproximadamente unas 244,285 hectáreas, un 27.5% de la superficie de la Isla, y se subdivide entre la zona caliza del Norte, la zona caliza del Sur y la caliza dispersa. Todas las zonas calizas tienen características de carso.

La zona caliza más grande y extensa de P.R. es la del Norte, entre los municipios de Aguada y Loíza. Esta zona abarca un 90% de la región caliza de P.R. Además, tiene los procesos de disolución y corrosión de mayor manifestación en la Isla. La zona caliza del Sur se extiende de forma discontinua al suroeste desde Juana Díaz hasta Cabo Rojo. Aquí los procesos de disolución y corrosión son apenas notables. También, existen afloramientos dispersos por la región montañosa volcánica del centro de la Isla, que incluyen varios municipios tales como: Aguas Buenas, Cayey, Comerío y San Germán. Estos afloramientos son los más antiguos de P.R., pues fueron expuestos a la intemperie a la misma vez que comenzaron a ser expuestas áreas de la Cordillera Central. La diferencia principal entre las zonas calizas del Norte y del Sur es el clima. El Norte se caracteriza con zonas de vida húmedas, mientras que en el Sur la zona de vida es seca. Por lo tanto, hay ritmos distintos de disolución y distintos rasgos topográficos. Por ejemplo, en el Sur existen cuevas pero no muy extensas, mayormente secas y no tienen ríos subterráneos caudalosos como en el Norte.

En el Norte los ecosistemas son diversos, bosques, humedales, ríos superficiales y subterráneos, dunas de arena, estuarios, cuevas y cavernas. La gran variedad de formaciones subterráneas y superficiales hace que existan grandes acuíferos y muchos municipios dependen de éstos para sus actividades.

Es hábitat de gran cantidad de flora y fauna. Representa el refugio de varias especies en peligro de extinción a nivel estatal y federal. También se han encontrado fósiles de la flora y fauna del país.

Inicio:

1. Utilizando un proyector presentar un mapa de Puerto Rico y pedirle a los estudiantes que identifiquen dónde ellos creen que se localizan las regiones cársticas de la isla. Los estudiantes identificarán con marcadores de colores las regiones.
2. Conversar con los estudiantes y preguntarles si alguna de las islas de Puerto Rico serán cársticas.

Desarrollo:

1. Hacer una presentación en power point sobre las regiones cársticas y su importancia hidrológica, como abasto de agua, la biodiversidad y el aspecto socio económico.
2. Al finalizar la presentación repartir la Hoja de Trabajo #1 para que los estudiantes la contesten individualmente.
3. Luego discutirán sus contestaciones con el resto del grupo.

Cierre:

1. Dividir a los estudiantes en grupos de 5 y asignarle a cada grupo una formación cárstica reconocida por la UNESCO como patrimonio del mundo.
2. Cada grupo realizará una presentación oral.

Hoja de Trabajo #1: Preguntas abiertas sobre la Franja Cárstica del Norte

Nombre _____ Fecha _____

Instrucciones: Lee cuidadosamente las preguntas y contéstalas de acuerdo a lo aprendido con la presentación en power point.

1. ¿Qué pueblos comprenden la Franja Cárstica del Norte?
2. ¿Cuál es la importancia de la Franja Cárstica del Norte?
3. ¿Qué ecosistemas encontramos en esta región?
4. ¿Existen fósiles de animales en las cuevas del carso de Puerto Rico?
5. ¿Qué especies de flora y fauna se pueden encontrar? Menciona tres de cada una.

Anejo 1: Rúbrica para evaluar la presentación oral.

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	5	4	3	2	1	Total
Presentación personal y del tema						
Dominio del contenido						
Calidad del contenido						
Creatividad en la presentación						
Dicción, modulación y tono de voz						
Corrección, precisión y propiedad						
Dominio de gestos y ademanes						
Organización de las ideas expuestas.						
Estrategias utilizadas para lograr la integración y participación del grupo						
Total	45					
(5) Excelente ejecución (3) Promedio, pudo ser mejor (1) Pobre ejecución (4) Buen trabajo (2) Bajo promedio (0) No lo hizo/No cumplió						

Comentarios: _____

Actividad #4: Viaje de estudio a las Cuevas de Cabachuelas

Nivel: décimo grado

Resumen: La visita a las cuevas permitirá a los estudiantes un contacto directo con los elementos naturales que constituyen a éstas. Tomará cerca de cuatro horas, donde realizarán observaciones y comunicarán lo aprendido.

Objetivos:

1. Identificar cinco especies de flora y fauna.
2. Describir y proveer ejemplos de relaciones simbióticas.
3. Construir un collage utilizando las fotografías del viaje.

Estándar de ciencia # 1: La naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad. **Estándar de ciencia # 5:** Las Interacciones

Conceptos: flora, fauna, relaciones simbióticas

Destrezas: observación, comunicación

Actitudes esperadas: aprecio por la naturaleza

Plan de enseñanza y aprendizaje:

Duración: 1 día

Materiales:

1. Ropa y zapatos adecuados
2. Lápiz y libreta (folleto de observación)
3. Cámara
4. Agua
5. Botiquín de primeros auxilios

Trasfondo conceptual para el maestro: Los viajes de campo

El viaje de estudio al campo es una experiencia educativa enriquecedora para cualquier actividad de aprendizaje. El contacto directo con el ambiente permite obtener una visión integradora de los diferentes aspectos que dan las cualidades únicas a ese lugar en particular. Esa visita al campo permite corroborar los conceptos teóricos que han sido adquiridos mediante lecturas o conferencias en el salón de clase. Es por esta razón que el estudiante debe acercarse a la experiencia con una mente inquisitiva, alerta y curiosa de todo lo que sucede alrededor. Es muy importante anotar en una libreta todos los detalles que se encuentran a lo largo del viaje y luego recrear la experiencia en forma de narrativo explicativo para grabar las imágenes en la memoria. Los estudiantes pueden comparar sus observaciones unos con otros y comentar.

Para un viaje de estudio al campo se deben preparar unas preguntas guías, las cuales serán contestadas y discutidas al finalizar el viaje. Estas preguntas son solamente para dirigir las observaciones hacia lo más relevante del ecosistema. Durante la visita al campo se deben seguir unas recomendaciones mínimas que permitan cierto grado de organización y control de la dinámica del grupo para aprender efectivamente de la experiencia. Algunas recomendaciones para la visita:

- a. Vestir adecuadamente para una salida al campo.
- b. La libreta de observaciones y el lápiz son indispensables. El tamaño debe ser adecuado para que no estorbe el movimiento. Al finalizar el viaje, las notas de campo deberán ser expandidas.
- c. Está prohibido sacar organismos de su ambiente, se pueden tomar fotografías.

- d. Las medidas de seguridad son importantes, pues la vida depende de ellas.
- e. En una visita de campo se recomienda el trabajo cooperativo.

Inicio:

1. Reunir a los estudiantes en un lugar amplio antes de comenzar el recorrido por el área.
2. Explicar que realizarán las observaciones del ecosistema de manera individual, luego se reunirán en grupo.
3. Entregar un folleto de observaciones a cada uno.
4. Establecer el área de estudio donde los estudiantes llevarán a cabo sus observaciones.

Desarrollo:

1. Los estudiantes llevarán a cabo el recorrido por el área establecida.
2. En la Hoja de Trabajo #1 escribirán los nombres de cinco especies de flora y fauna identificadas.
3. Utilizando los cinco sentidos describirán cada una de las especies identificadas en la Hoja de Trabajo #2.
4. Al finalizar el trabajo se discutirán los hallazgos.

Cierre:

1. Los estudiantes construirán un collage con las fotos tomadas en el viaje de campo.
2. Expondrán sus trabajos en la biblioteca escolar.

Hoja de Trabajo #1: Identificando flora y fauna en las Cuevas de Cabachuelas

Nombre _____

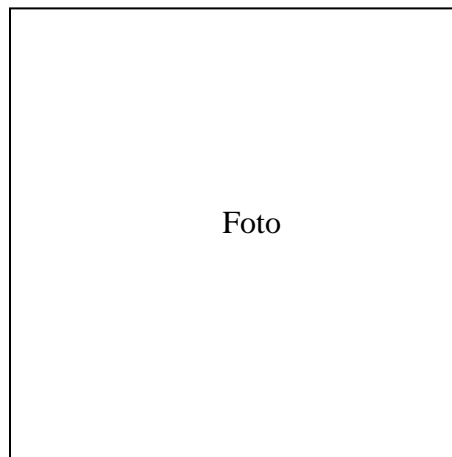
Día: _____

Hora: _____

Segmento: _____

Observaciones:

Flora/Fauna



Recomendaciones: _____

Hoja de trabajo #2: Los Cinco Sentidos

Nombre: _____

Fecha: _____

Blank writing area with 10 horizontal lines for notes related to touch.



Blank writing area with 10 horizontal lines for notes related to taste.

Blank writing area with 10 horizontal lines for notes related to smell.

Blank writing area with 10 horizontal lines for notes related to sight.

Blank writing area with 10 horizontal lines for notes related to hearing.

Anejo 1: Rúbrica para collage

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	4	3	2	1	Total
Presenta especies identificadas					
Demuestra Originalidad					
Participación directa del Estudiante					
Entrega en la fecha asignada					
Nitidez y Limpieza					
Total	20				

(4) Excelente ejecución (2) Promedio, pudo ser mejor (0) No lo hizo/No cumplió
(3) Buen trabajo (1) Bajo promedio

Comentarios: _____

Actividad #5: Flujo de energía en las cuevas

Nivel: décimo grado

Resumen: En esta actividad los estudiantes clasificarán los organismos como productores, consumidores y descomponedores. Además dibujarán cadenas y redes alimentarias para representar como fluye la energía en un ecosistema.

Objetivos:

1. Clasificar organismos como productores, consumidores y descomponedores.
2. Dibujar modelos de cadenas y redes alimentarias.
3. Elaborar un cuento para niños que muestre la importancia de la homeostasis en un ecosistema.

Estándar de ciencia #3: Los sistemas y modelos. **Estándar de ciencia # 4:** La energía

Conceptos: productor, consumidor, descomponedor, cadenas y redes alimentarias

Destrezas: clasificación, observación, comunicación

Actitudes esperadas: respeto por la naturaleza

Plan de enseñanza y aprendizaje:

Duración: 2 días

Materiales:

1. Hoja de Trabajo #1
2. Hoja de Trabajo #2
3. Hoja de Trabajo #3
4. Lápiz

Trasfondo conceptual para el maestro: ¿Cómo interactúan los organismos?

Los organismos interactúan en una gran variedad de maneras. Estas interacciones les permiten obtener la energía y los materiales necesarios para llevar a cabo sus procesos vitales. Así mismo, estas interacciones mantienen la homeostasis entre poblaciones, comunidades y ecosistemas. El papel que desempeña un organismo dentro del ecosistema es su nicho. Las relaciones de alimentación entre organismos reflejan estos nichos. Los organismos productores son aquellos que utilizan la energía del sol o la que se encuentra almacenada en compuestos químicos para fabricar su alimento. A los productores también se les conoce como autótrofos. Las plantas son los más comunes.

Los organismos que dependen de los productores como fuente de nutrimentos y energía se llaman consumidores o heterótrofos. Éstos no pueden fabricar su propio alimento. Algunos se alimentan directamente de los productores. Un consumidor que se alimenta de plantas se conoce como herbívoro. El consumidor que se alimenta de otros animales es carnívoro, pero si se alimenta de animales muertos es un carroñero. Los humanos son un ejemplo de consumidores omnívoros, es decir, comen plantas y animales. Los organismos que descomponen y absorben nutrimentos de los seres muertos se conocen como descomponedores.

La materia y la energía están en constante movimiento a través de ecosistemas estables. Una cadena alimentaria es un modelo sencillo que se utiliza para mostrar cómo se mueve la energía a través de un ecosistema. Los nutrimentos y la energía circulan desde los productores hacia los consumidores y finalmente a los descomponedores. Se representa utilizando flechas que indican el sentido en que se transfiere la energía, de un organismo al siguiente. Las cadenas pueden estar formadas por tres eslabones, pero la mayoría no tiene más de cinco. En cada eslabón una porción de energía se pierde en forma de calor.

Las cadenas alimentarias son sencillas, pero no pueden indicar las relaciones complejas que existen entre los organismos que se alimentan de más de una especie. En una red alimentaria se expresan todas las relaciones posibles en cada nivel de una comunidad. Una red es un modelo más real que una cadena alimentaria, debido a que muchos animales dependen de más de una especie para obtener alimentos.

Inicio:

1. La maestra repasará los conceptos de cadenas, redes alimentarias y homeostasis.
2. Luego dividirá el grupo en parejas.
3. Repartirá a los estudiantes la Hoja de Trabajo #1 para identificar organismos como productores, consumidores y descomponedores.

Desarrollo:

1. Los estudiantes construirán dos cadenas alimentarias con las especies identificadas.
2. Utilizando la Hoja de Trabajo #1 demostrarán cómo ocurre el flujo de energía en el ecosistema, diseñando una red alimentaria en la Hoja de Trabajo #2.

Cierre:

1. Se reunirán grupos de tres parejas y se les repartirá la Hoja de Trabajo #3 con las instrucciones para elaborar un cuento infantil donde expondrán la importancia de la homeostasis en el ecosistema.

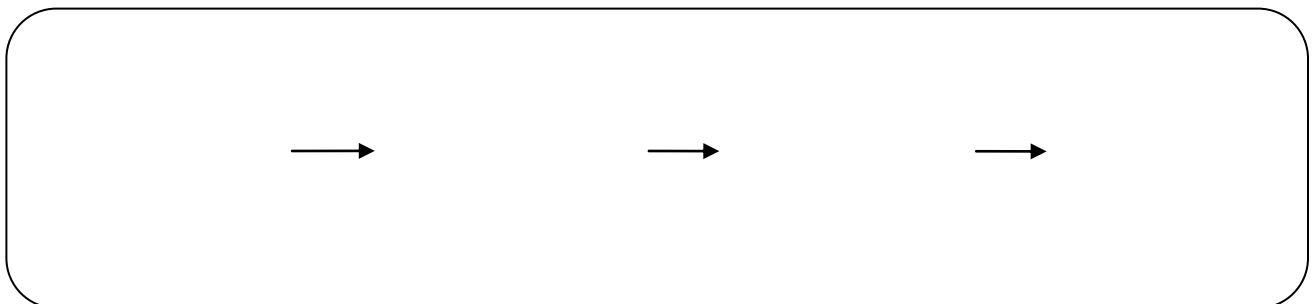
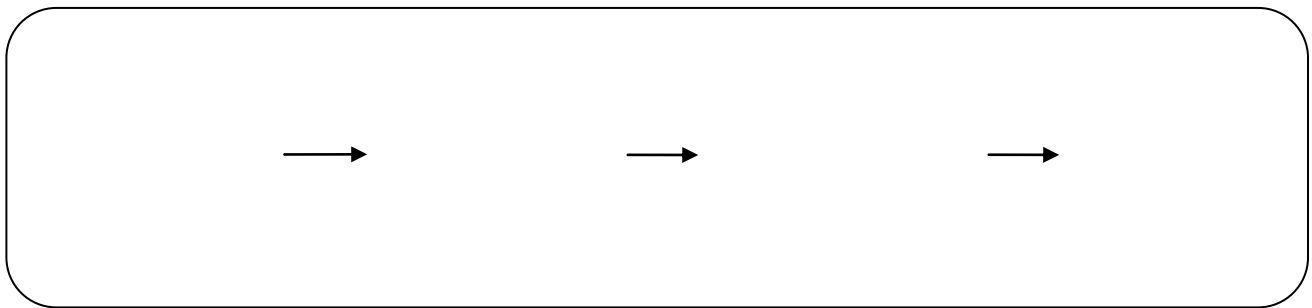
Hoja de Trabajo #1: Clasificación de organismos

Nombre: _____ Fecha: _____

Escribe el nombre del organismo identificado y marca con una (X) si es productor, consumidor o descomponedor.

Nombre del organismo	Productor	Consumidor	Descomponedor
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

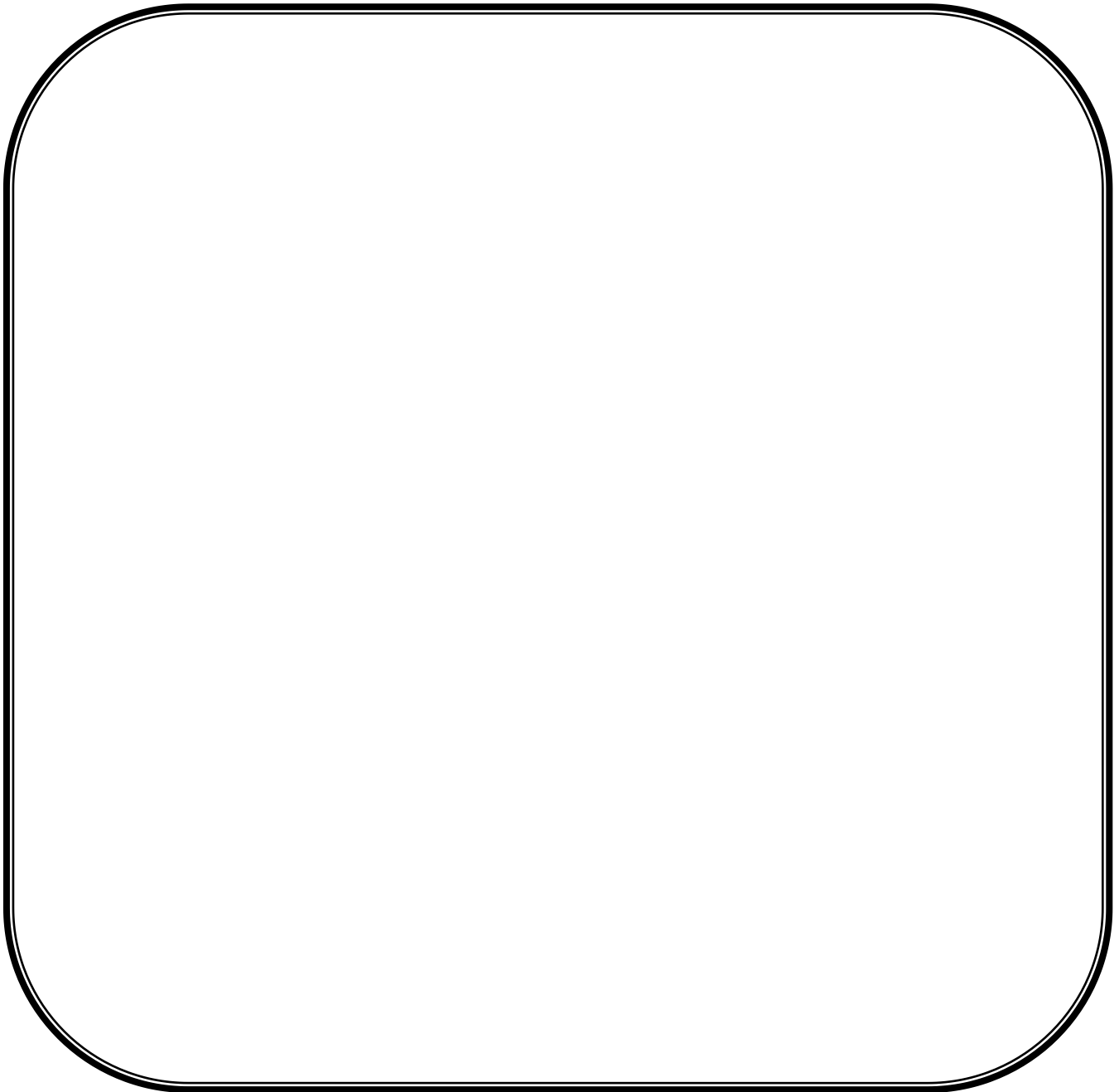
Dibuja 2 cadenas alimentarias utilizando los organismos identificados en tu tabla.



Hoja de trabajo #2: Red Alimentaria

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Dibuja una red alimentaria para demostrar el flujo de energía en la cueva.



Rúbrica para el trabajo cooperativo

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	4	3	2	1	Total
Clasificación de organismos					
Dibujo de las dos cadenas alimentarias					
Muestra el flujo de energía correctamente en las cadenas					
Dibujo de la red alimentaria					
Muestra el flujo de energía correctamente en la red alimentaria					
Nitidez y Limpieza					
Trabajo cooperativo					
Total	28				
(4) Excelente ejecución (2) Promedio, pudo ser mejor (0) No lo hizo/No cumplió (3) Buen trabajo (1) Bajo promedio					

Comentarios: _____

Hoja de Trabajo # 3: Instrucciones para la elaboración del cuento infantil

1. Utilizando la información y los conceptos aprendidos, escribirás un cuento dirigido a estudiantes de kindergarden, para demostrarles la importancia de la homeostasis (equilibrio) en el ecosistema de las cuevas.
2. Escoge no menos de cuatro personajes dentro de tu historia.
3. El cuento debe ser de tu propia creación.
4. Utiliza la imaginación para desarrollar un cuento atractivo.
5. Debes de tener de dos a cuatro oraciones por página.
6. Cada página debe tener una ilustración.
7. El mínimo de páginas para el cuento es de ocho.

Rúbrica para el cuento infantil

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	5	4	3	2	1	Total
Enfoque en el tema (Presenta la importancia de la homeostasis en un ecosistema)						
Organización de ideas						
Personajes						
Ortografía y Puntuación						
Ilustraciones						
Nitidez y Limpieza						
Trabajo cooperativo						
Total	35					
(5) Excelente ejecución (3) Promedio, pudo ser mejor (1) Pobre ejecución (4) Buen trabajo (2) Bajo promedio (0) No lo hizo/No cumplió						

Comentarios: _____

Actividad #6: El humedal en las cuevas

Nivel: décimo grado

Resumen: En esta actividad los estudiantes conocerán un humedal en las cuevas. Identificarán las características básicas de éste. Además compararán la flora y fauna del humedal con otra área de la cueva para establecer diferencias y semejanzas. También diseñarán una estrategia para conservarlos.

Objetivos:

1. Describir las características de un humedal.
2. Comparar la flora y fauna del humedal con otra área de las cuevas.
3. Diseñar estrategias para conservar los humedales de Puerto Rico.

Estándar de ciencia #2: La estructura y los niveles de organización de la materia.

Conceptos: humedal

Destrezas: clasificación, observación, comunicación

Actitudes esperadas: respeto por la naturaleza

Plan de enseñanza y aprendizaje:

Duración: 2 días

Materiales:

1. Hoja de Trabajo #1
2. Hoja de Trabajo #2
3. Hoja de Trabajo #3
4. Lápiz

Trasfondo conceptual para el maestro: Los humedales

Los humedales son terrenos llanos húmedos de sedimento fino y suelto. Los principales factores que determinan la naturaleza de un humedal son (1) el tiempo durante el cual terreno permanezca anegado y (2) la concentración de sales en el agua que anegue esos terrenos. El relieve también es importante. En Puerto Rico se encuentran unas 242 especies de humedales. Aunque no hay humedales exactamente iguales se han designado hasta nueve tipos distintos para otorgar permisos para su uso, disfrute y aprovechamiento. Éstos son: subacuático marino, llano costero marino, llano salino interior, marisma marina, pantano marino, subacuático de agua dulce, llano de agua dulce, marisma de agua dulce y pantano de agua dulce. Estas designaciones se basan en los rasgos abióticos y el conjunto de especies representadas en el humedal.

Puerto Rico tiene un grave problema de sobrepoblación y limitaciones de espacio y terreno. Se hace difícil establecer política pública de protección de los mismos cuando hay necesidad del uso de terrenos. Si Puerto Rico quiere conservar sus humedales tiene que adquirirlos.

Inicio:

1. Los estudiantes contestarán la Hoja de Trabajo #1.
2. La maestra llevará a cabo una discusión socializada sobre sus contestaciones.

Desarrollo:

1. Les repartirá a los estudiantes la Hoja de Trabajo #2. Los estudiantes observarán el humedal y se sentarán a completar la hoja.
2. La maestra explicará el concepto de humedal.

3. Los estudiantes compararán la flora y la fauna del humedal con otra área de la cueva, utilizando un Diagrama de Venn (Hoja de Trabajo #3).
4. La maestra expone los problemas que confrontan los humedales en Puerto Rico.

Cierre:

1. Los estudiantes establecerán una propuesta al Gobierno de Puerto Rico, donde expondrán estrategias de protección para los humedales.

Hoja de Trabajo #1: Cuestionario

Nombre: _____ Fecha: _____

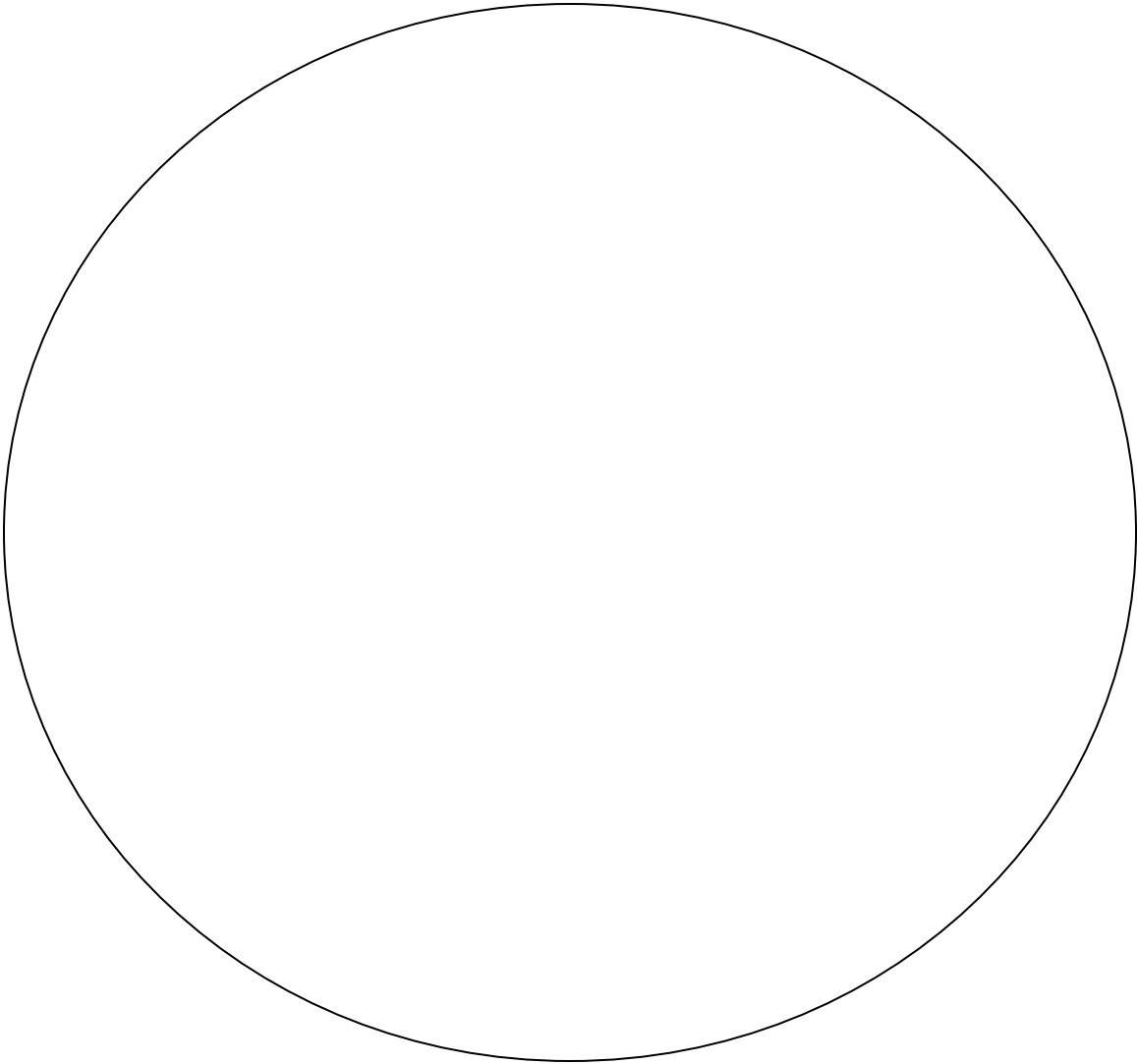
Instrucciones: Contesta las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son las características de un humedal?
2. ¿Cuántos tipos de humedales conoces?
3. ¿En qué zonas se pueden encontrar humedales?
4. Menciona que tipo de flora se encuentra en un humedal?
5. ¿Qué problemas enfrentan los humedales en la Isla?
6. Menciona alguna ley existente para la conservación de los humedales?
7. ¿Qué agencia tiene jurisdicción sobre los humedales?

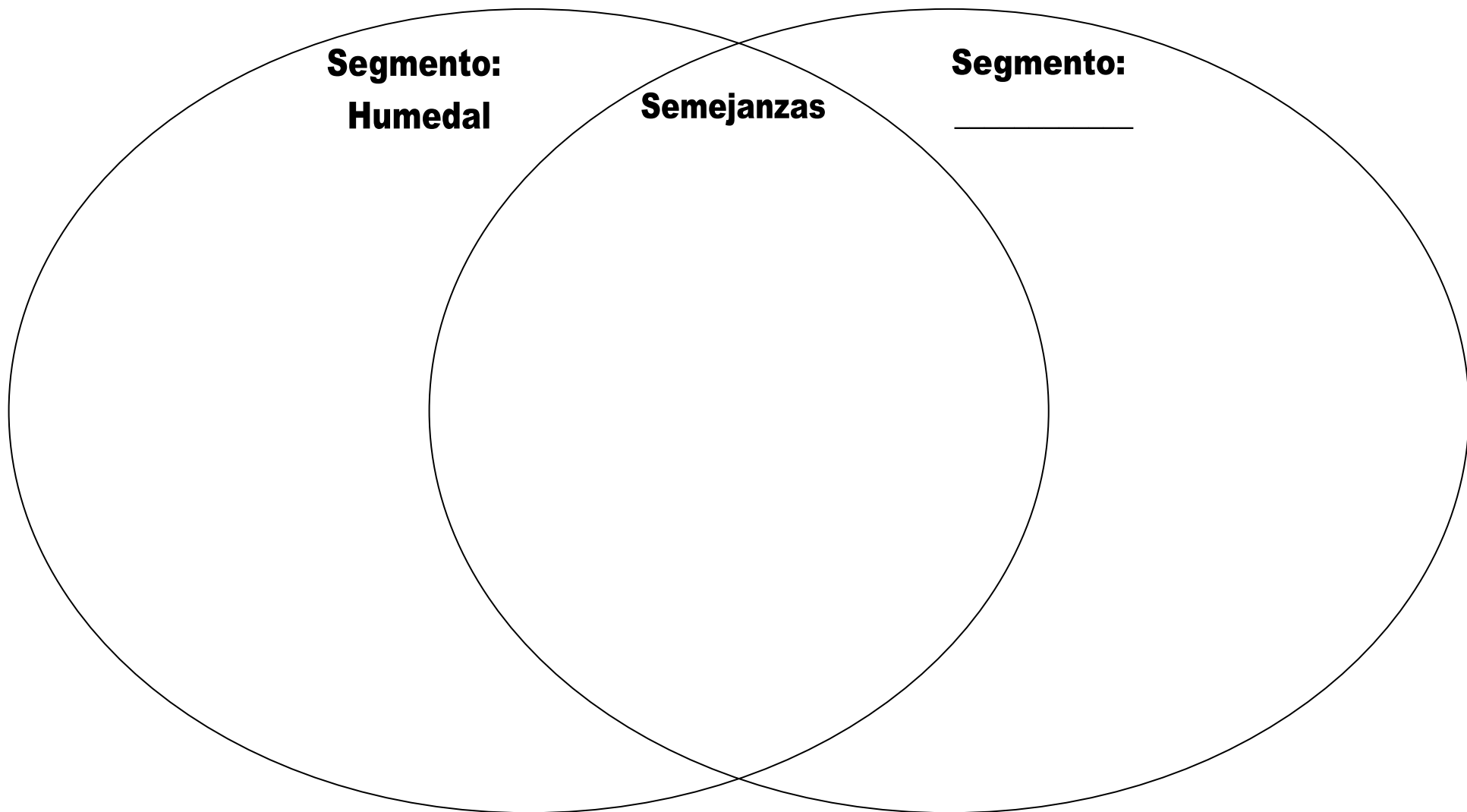
Hoja de Trabajo # 2: Humedal

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones: Haz en el círculo un dibujo o escribe lo que piensas sobre lo que observas.



Hoja de trabajo #3: Diagrama de Venn



Actividad #7: Defendiendo las cuevas

Nivel: décimo grado

Resumen: En esta actividad los estudiantes identificarán maneras en que la actividad humana impacta las cuevas. Estudiarán leyes que las protegen y diseñarán una campaña para la protección de las mismas.

Objetivos:

1. Identificar formas en que la actividad humana impacta las cuevas.
2. Conocer leyes existentes en Puerto Rico para la protección de cuevas.
3. Diseñar un video educativo que promueva la concientización sobre la conservación de las cuevas.

Estándar de ciencia # 1: La naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.

Conceptos: conservación

Destrezas: comunicación oral y escrita, trabajo cooperativo

Actitudes esperadas: protección y respeto por el ambiente

Plan de enseñanza y aprendizaje

Duración: 5 días

Materiales:

1. Hoja de trabajo #1
2. Computadoras con acceso a Internet

Trasfondo conceptual para el maestro: Conservación

Los recursos naturales son los componentes de la naturaleza que representan fuentes de aprovechamiento para beneficio del ser humano. Los recursos básicos son las rocas, minerales, suelo, aire, agua, biodiversidad y sus hábitats, entre otros. El manejo eficaz de los recursos naturales requiere la gestión gubernamental y la participación activa de los ciudadanos. Cada vez más, se denota la necesidad de reducir los daños al ambiente (contaminación) para conservar la naturaleza, de la que depende toda forma de vida, incluida el ser humano.

Algunos recursos son renovables siempre y cuando el ser humano cuide su regeneración (agua, suelo, animales, plantas). Pero, hay otros que no lo son, se identifican como no renovables (combustibles fósiles), porque su formación natural es muy lenta y compleja y están los que son irremplazables (mogotes y montañas).

En Puerto Rico se puede encontrar una diversidad de recursos naturales que se pueden clasificar como: biológicos, hídricos, geológicos y geomorfológicos y energéticos. El DRNA, creado mediante la Ley Núm. 23 del 20 de junio de 1972, tiene el deber ministerial de implantar programas para la utilización y conservación de los recursos naturales de Puerto Rico. Esta agencia es responsable de implantar política pública de conformidad con la sección 19 del Artículo VI de la Constitución del E.L.A. de P.R. Como medida para proteger los sistemas naturales, existe legislación y reglamentación que el DRNA pone en vigor a través de diversos mecanismos y estrategias.

Inicio:

1. Escribir una lista focalizada de ejemplos del impacto de la actividad humana sobre las cuevas.
2. Discusión socializada de sus hallazgos.

Desarrollo:

1. Buscar información sobre las leyes existentes en Puerto Rico para la protección de cuevas en la base de datos de la biblioteca escolar.
2. Discutir las leyes existentes en Puerto Rico para la protección de cuevas.
3. Grabar un video en grupo para concientizar a la comunidad escolar de la importancia de conservar las cuevas.

Cierre:

1. Presentar los videos en el anfiteatro de la escuela.

Hoja de Trabajo #1: Lista Focalizada

Luego de haber visitado las Cuevas de Cabachuelas escribe ejemplos de como la actividad humana ha impactado negativamente las mismas.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____

Rúbrica para el video

Nombre _____ Fecha _____

Puntuación _____

Escala de Puntuación	5	4	3	2	1	Total
Enfoque en el tema (concientizar de la importancia de conservar las cuevas)						
Organización de ideas						
Calidad del contenido						
Creatividad en la presentación						
Dicción, modulación y tono de voz						
Estrategias utilizadas para lograr captar el interés de la audiencia						
Trabajo cooperativo						
Total	35					
(5) Excelente ejecución (3) Promedio, pudo ser mejor (1) Pobre ejecución (4) Buen trabajo (2) Bajo promedio (0) No lo hizo/No cumplió.						

Actividad #8: Investigación sobre las cuevas

Nivel: décimo grado

Resumen: El estudiante utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación. Establecerá una hipótesis y llevando a cabo los pasos del método científico resolverá un problema.

Objetivos:

1. Diseña y realiza una investigación científica en las cuevas para someter una hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.
2. Aplica técnicas de laboratorio apropiadas de acuerdo a la situación.
3. Organiza datos utilizando gráficas, tablas y diagramas durante el proceso de investigación.

Estándar de ciencia #1: La naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.

Conceptos: método científico

Destrezas: observación, comunicación, predicción, análisis

Actitudes esperadas: interés por la metodología científica

Plan de enseñanza y aprendizaje:

Duración: 2 semanas

Materiales:

1. Computadora y acceso a información en biblioteca escolar.
2. Hoja de Trabajo #1
3. Lápiz

Trasfondo conceptual para el maestro: El Método Científico

El método científico son los pasos comunes que utilizan los científicos para recolectar información que les permita resolver problemas. Con frecuencia los científicos encuentran problemas para resolver por medio de la simple observación del mundo que les rodea. De acuerdo a la observación establece una hipótesis, que es una posible contestación a un problema y puede ser comprobada. Se lleva a cabo una experimentación. Ésta permite probar la hipótesis por medio de la recolección de información bajo unas condiciones. Se obtienen datos, se tabulan, analizan y se hacen conclusiones.

Las investigaciones pueden ser cualitativas o cuantitativas. Cuando se trabaja con datos numéricos se conoce como cuantitativa. Estos datos se colocan en tablas o gráficas. Los científicos reportan sus datos en el sistema métrico, conocido como Sistema Internacional de Medidas (SI). Los datos obtenidos a partir de observaciones, es decir, descripciones escritas de lo que se observa se conoce como cualitativa. Este tipo de investigación es útil porque hay

fenómenos que no se pueden cuantificar. El camino de los descubrimientos incluye hacer observaciones, formular hipótesis, desarrollar experimentos, recolectar y analizar datos, establecer conclusiones y reportar en revistas científicas. No importa el método, las investigaciones proveen a la sociedad información importante.

Inicio:

1. Repaso del método científico.
2. Dividir los estudiantes en grupos de 5 y que lleguen a un acuerdo sobre un tema de interés para desarrollar su investigación.
3. Repartir a los estudiantes la hoja de trabajo #1 para que completen el bosquejo.

Desarrollo:

1. Los grupos buscaran información sobre el tema que desean investigar.
2. Establecer el problema y la hipótesis de la investigación y discutirla con la maestra.
3. Los estudiantes desarrollaran su investigación utilizando el método científico.

Cierre:

1. Los estudiantes interpretan sus datos y llegan a conclusiones para establecer si su hipótesis es cierta.

Hoja de trabajo #1: Bosquejo de Investigación

Nombre del Estudiante: _____

Fecha: _____

El PROBLEMA (¿Qué deseo investigar?)- _____

El PROPOSITO (¿Por qué deseo investigar esto?)- _____

LA HIPÓTESIS (Antes de investigar ¿Cuál crees que será el resultado de tu investigación?)- _____

LOS MATERIALES- _____

EL PROCEDIMIENTO- _____

Rúbrica para Trabajo de Investigación en las cuevas

Nombre: _____

Criterios de evaluación:

1. Habilidad creadora (25 puntos)

El proyecto demuestra creatividad y originalidad en términos de los siguientes aspectos:

- Al plantear el problema bajo estudio.
- Al diseñar el experimento.
- Creó nuevos materiales y/o equipo.
- Los resultados son presentados en forma adecuada.
- La presentación revela una habilidad especial.

Puntuación: _____

2. Pensamiento científico (20 puntos)

- La hipótesis responde al problema.
- El diseño experimental va de acuerdo al problema y la hipótesis.
- La interpretación de los resultados responden al problema bajo estudio.
- La idea o problema es científicamente confiable.

Puntuación: _____

3. Cabalidad (15 puntos)

- La evidencia experimental sostiene o refuta la hipótesis.
- La información es adecuada y completa.
- Se justifica el tiempo invertido.

Puntuación: _____

4. Destrezas (10 puntos)

- Hay dominio de las técnicas y métodos usados.
- Se tabuló los resultados en tablas y gráficas.

Puntuación: _____

5. Claridad (10 puntos)

- La información es clara y precisa.
- Los aspectos importantes del proyecto aparecen en forma ordenada y en secuencia lógica.

Puntuación: _____

Gran total: _____

Actividad #9: Estudio de caso

Nivel: décimo grado

Resumen: En esta actividad los estudiantes tendrán la oportunidad de analizar un estudio de caso. Asumirán una posición y la defenderán.

Objetivos:

1. Analizar un estudio de caso sobre las Cuevas de Cabachuelas.
2. Asumir una postura con relación al caso expuesto.
3. Defender su postura frente a un panel de expertos.

Estándar de ciencia #1: La naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.

Conceptos: conflicto, conservación, valores

Destrezas: comunicación oral y escrita

Actitudes esperadas: respeto, seriedad, desarrollar empatía hacia las cuevas

Plan de enseñanza y aprendizaje:

Duración: 2 días

Materiales:

1. Hoja de Trabajo #1
2. Hoja de Trabajo #2
3. Lápiz

Inicio:

1. Presentar un estudio de caso sobre las Cabachuelas.
2. La maestra explicará las instrucciones del trabajo detalladamente.
3. Presentar el panel de expertos que participarán de la evaluación de sus trabajos.

Desarrollo:

1. Dividir a los estudiantes en grupos de 5 para analizar el caso propuesto.
2. Cada grupo expondrá oralmente su postura con relación al caso.
3. Debatirán para defender su postura.

Cierre:

1. Los estudiantes escribirán una reflexión sobre la actividad realizada.

Hoja de Trabajo #1: Estudio de caso

Nombre: _____ **Fecha:** _____

Instrucciones: Lee el siguiente artículo. Discútelo con tu grupo, tomen una decisión y defiéndanla frente al panel de expertos.

Imagina que eres miembro de la Comisión de Recursos Naturales del Senado de Puerto Rico y se te pide que consideres la posibilidad de trabajar para declarar Las Cabachuelas como una reserva natural. ¿Qué decisión tomarías y por qué? ¿Qué importancia tendría para el pueblo de Morovis esta decisión?

Estudio de Caso (por Myriam Rivera)

Roberto y su familia no tenían vivienda propia, es por esta razón que decidieron invadir un solar en el área de Las Cabachuelas conocida como el Riachuelo. Aquí construyeron una casa rústica, pero pronto el alcalde incumbente les ayudó para que tuvieran agua y luz. De esta manera se unieron varias familias que ya residen en el lugar. La Compañía de Parques Nacionales decidió conservar el área como reserva para fines de estudio, ecoturismo e investigación científica. De esta forma miles de personas podrán disfrutar de la belleza de la zona. Las familias que allí viven se oponen a esta decisión por considerar que ya son residentes del área. Si fueras alcalde, ¿cómo trabajarías la situación? ¿Qué alternativas le brindarías? ¿Cómo miembro de la Comisión qué le recomendarías al alcalde?

LITERATURA CITADA

- Álvarez, P. & Vega, P. (2009). Actitudes Ambientales y Conductas Sostenibles. Implicaciones para la Educación Ambiental. *Revista de Psicodidáctica*, (14):245-260
- Alonso, G. & Dhakal, S. (2009). Community Partnership for Ecotourism base on an Environmental Education Program for Sustainable Development in Sierra De Huautla, México. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 14(44), 117-124. Retrieved from EBSCOhost.
- Acevedo, R. & Woodbury, R. (1985). *Los Bejucos de Puerto Rico Vol. I* United States Department of Agriculture-Forest Service. Publicación del Instituto de Dasonomía Tropical. 332 pp,
- CONAMA. (2012). *Río + 20 Conferencia de Naciones Unidas sobre desarrollo sostenible*. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Brasil.
- Departamento de Educación. (1999). Historia de la Reforma Educativa: Transformación de la Escuela Pública Puertorriqueña 1993-1999. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2000). Estándares de Excelencia Programa de Ciencia. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2001). Guía Curricular de Ciencias Ambientales. Nivel Superior. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2002). Puerto Rico Educa Sabio. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2003a). Integración de la Educación Ambiental K-6to. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2003b). Marco Curricular Programa de Ciencia. Instituto Nacional para el Desarrollo Curricular. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2008). Carta Circular número 17-2007-2008. Organización y funcionamiento del Programa de Ciencia. Hato Rey, Puerto Rico.
- Departamento de Educación. (2011). *Organización Escolar*. Recuperado el 10 de octubre de 2011.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1972). Ley Orgánica del Departamento de Recursos Naturales y Ambientales del 20 de junio de 1972. 12 L.P.R.A. 151.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1985a). Recursos Naturales Educa: *Las Cuevas*. Puerto Rico: División de Imprenta DRNA.

- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1985b). Ley para la Protección de Cuevas, Cavernas o Sumideros del 12 de julio de 1985. L.P.R.A. 12 § 1143.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1988a). Ley del Programa de Patrimonio Natural del 4 de agosto de 1988. L.P.R.A. 12 § 1225-1241.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1988b). Ley para la Protección del Patrimonio Arqueológico Terrestre de Puerto Rico del 20 de julio de 1988. L.P.R.A. 18 § 1561.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (1999). Ley para la Protección y Conservación de la Fisiografía Cársica de Puerto Rico del 21 de agosto de 1999. L.P.R.A. 12 § 1151-1158.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2000a). Ley para declarar Monumento Histórico de Puerto Rico la Cueva Lucero y el Manantial que se origina en el mismo lugar en el municipio de Juana Díaz del 7 de junio de 2000. P. de la C. 2534.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2000b). Ley para declarar como Monumento Natural las Cuevas del Barrio Guayabal en Juana Díaz del 21 de julio de 2000. P. de la C. 3085.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2002). Ley para declarar el sistema de Cuevas y Cavernas de Aguas Buenas como reserva natural del 19 de octubre de 2002. P. del S. 968.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2005). Puerto Rico Critical Wildlife Areas Commonwealth of Puerto Rico. Bureau of Fish and Wildlife, Terrestrial Resources Division, San Juan, Puerto Rico 385pp.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2006a). Hojas de Nuestro Ambiente: Los Recursos Naturales de Puerto Rico. (P-006).
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2007). Hojas de Nuestro Ambiente: El Carso de Puerto Rico. (P-007).
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2008). Lista de elementos críticos de la División de Patrimonio Natural. DRNA, San Juan, P.R.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2009). *Estudio del Carso. Declaración de Impacto Ambiental Estratégica*. Recuperado de: drna.gobierno.pr
- Domínguez, C. (2007). *Trayectoria de una década de investigación forestal e interdisciplinaria de la escuela superior Juan Ponce de León del distrito escolar de Florida*. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de E.U. de América.

- Durán, J. (2006). *Guía de las Cuevas Turísticas de España*. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España
- Estado Libre Asociado de Puerto Rico. (1991). Ley de Municipios Autónomos del 30 de agosto de 1991. L.P.R.A. 21 § 201-240.
- Gomar, L. (2009). La Educación Ambiental en el Aula. Encuentro Educativo. *Revista de Enseñanza y Educación*, (4):8
- Hernández, N. (2004). *Plan de Integración de la Educación Ambiental al Currículo de Química de Escuela Superior*. Disertación de Tesis de maestría no publicada. Escuela de Asuntos Ambientales, Universidad Metropolitana, San Juan PR.
- INEDA. (1992). Guía Curricular en Educación Ambiental para Maestros de Ciencias de Séptimo Grado. Universidad Metropolitana, San Juan, PR.
- Junta de Calidad Ambiental. (2004). Ley sobre Política Pública Ambiental del 22 de septiembre de 2004. L.P.R.A. 12 § 1121.
- Jiménez, M., Aranburu, A., Martos, E. & Domínguez, M. (2006). Cuevas Prehistóricas como Patrimonio Geológico en Asturias: métodos de trabajo en la Cueva de Tito Bustillo. (Spanish). *Trabajos de Geología*. 26: 163-174. Retrieved from Fuente Académica Database.
- Joglar, R. (1998). *Los Coquíes de Puerto Rico Su Historia Natural y Conservación*. Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Joglar, R. (2005). *Biodiversidad de PR Vertebrados Terrestres y Ecosistemas* Serie de Historia Natural.
- Juncos, M. (2009). *Cuevas de Puerto Rico*. San Juan.
- Louv, R. (2004). *Last Child in the Woods*. Recuperado de: childrenandnature.org
- Lugo, A. & Helmer, E. (2007). La conservación y vulnerabilidad a la urbanización del karso puertorriqueño. *Acta Científica*. 21 (1-3):67-80.
- Martínez, R. (2000). Archivo Histórico de Morovis.
- Martínez, R. (2007). Aspectos políticos de la educación ambiental. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*. 7(3):1-25.
- Martínez, R. (2010). Congreso de Moscú 1987. *Revista Educare*, 14.

- Neiman, Z., Barbosa, I. & Pereira, J. (2012). La educación ambiental a través de las actividades de turismo educativo en la enseñanza superior. *Estudios y Perspectivas en Turismo*. 21: 478-494.
- Novo, M. (2005). El ambiente formal y no formal: dos sistemas complementarios. *Revista de Educación*, (338):145-165.
- Oberte, M. (2006). *Puerto Rico Birds Photographs*. Second Edition, revised. Seattle, Washington: Editorial Humanitas.
- Pasquier, M. & Narguizian, P. (2006). Using Nature as a Resource: Effectively Planning Outdoor Field Trip. *Science Activities*, 43(2), 29-33. Doi:10.3200/SATS.43.2.29-33
- Pereira, A. & Mairena, N. (2011). El aula abierta en espacios naturales: Una experiencia en el Bosque Ramón Álvarez. *Revista Educare*, 15(1), 211-222.
- Ruiz, L. (2007). Introducción a las Ciencias Ambientales en Puerto Rico. *Las Ciencias Ambientales en Puerto Rico*. Hato Rey: Publicaciones Puertorriqueñas.
- Romero, H. & Moncada, R. (2007). Modelo didáctico para la enseñanza de la educación ambiental en la educación superior venezolana. (Spanish). *Revista de Pedagogía*, 28(83),443-476. Retrieved from EBSCOhost.
- Sauvé, L. (2004). *Una Cartografía de Corrientes en Educación Ambiental*. Recuperado el 7 de mayo de 2012.
- UNESCO. (1975). *La carta de Belgrado. Seminario Internacional Educación Ambiental*. Recuperado de: unesdoc.unesco.org/images/0002/000276/027608sb.pdf
- UNESCO. (1977). *Tendencias de la Educación Ambiental*. 1ra Ed. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO. (1985). *Educación Ambiental: módulo para la formación inicial de profesores y supervisores de ciencias sociales para escuelas secundarias*. Recuperado de: unesdoc.unesco.org/images/0006/000650/065036so.pdf
- UNESCO/PNUMA. (1987). *International Strategy for Action in Environmental, Scientific and Cultural Organization*. Paris, France.
- UNESCO. (1996). *La educación encierra un tesoro*. Informe de la UNESCO, Santillana.
- UNESCO. (1997). *Actividades de Educación Ambiental para las escuelas primarias*. Recuperado de: unesdoc.unesco.org/images/0009/000963/096345so.pdf
- Whitten, T. (2009). Applying ecology for cave management in China and neighbouring counties. *Journal of Applied Ecology*, 46(3): 520-523.

Zabala, G. & García, M. (2008). Historia de la Educación Ambiental desde su discusión y análisis en los congresos internacionales. *Revista de Investigación*, 63: 201-218.

TABLAS

Tabla 1

Flora identificada en el área de estudio.

Nombre Científico	Nombre Común	Segmento
<i>Thespesia grandiflora</i>	Maga	A,C
<i>Spathodea campanulata</i>	Tulipán africano	A, B,C
<i>Bromelia pinguin</i>	Maya	A,B, C
<i>Kalanchoe pinnata</i>	Yerba bruja	A
<i>Clusia rosea</i>	Cupey	A, B,C
<i>Roystonea borinquena</i>	Palma real	C
<i>Cecropia schreberiana</i>	Yagrumo	C
<i>Guarea guidonia</i>	Guaraguao	A
<i>Psidium guajava</i>	Guayaba	B, C
<i>Andira inermis</i>	Moca	A, C
<i>Mammea americana</i>	Mamey	A, C
<i>Terminalia cattapa</i>	Almendro	A, C
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Bucayo	A, C
<i>Tabebuia heterophylla</i>	Roble nativo	A,B,C
<i>Calophyllum calaba</i>	María	A,C
<i>Urena lobata</i>	Cadillo	A,B,C
<i>Pavonia fruticosa</i>	Cadillo pequeque	A,B,C
<i>Lantana cámara</i>	Cariaquillo	A,B,C
<i>Bromelia plumeri</i>	Bromelia	A,B,C
<i>Petiveria alliacea</i>	Anamú	A,C
<i>Colocasia esculenta</i>	Malanga	B
<i>Mimosa púdica</i>	Mori viví	A,B,C
<i>Fleurya aestuans</i>	Pica pica	A,C
<i>Urtica dioica</i>	Ortiga	A,B,C
<i>Momordica charantia</i>	Cundeamor	A,B,C
<i>Pasiflora sexflora</i>	Bejuco de parchita	A,B
<i>Commelina elegans</i>	Cohitre	A,B
<i>Commelina difusa</i>	Cohitre	A,B
<i>Rhynchospora nervosa</i>	Yerba estrella	A,B,C
<i>Dieffenbachia seguine</i>	Rábano cimarrón	B
<i>Bridens alba</i>	Margarita	A,B,C
<i>Wedelia reticulate</i>	Margarita	A,B,C
<i>Tillandsia recurvata</i>	Nidos de gungulén	A,C
<i>Tragia volubilis</i>	Pringamosa	A,C
<i>Mangifera indica</i>	Mangó	A
<i>Altocarpus altilis</i>	Panapén	A
<i>Ficus citrifolis</i>	Ficus	A,C
<i>Psychillis kraenzlinii</i>	Orquídea	A,C

Tabla 2

Fauna identificada en el área de estudio

Clase	Nombre Científico	Nombre Común	Clasificación
Anfibios	Eleutherodactylus coqui	Coquí común	Endémico
	Eleutherodactylus antillensis	Coquí churí	Endémico
	Bufo marinus	Sapo común	Común
Reptiles	Anolis cristatellus	Lagartijo común	Común
	Anolis stratulus	Lagartijo manchado	Común
	Anolis evermanni	Lagartijo verde pequeño	Común
	Anolis cuvieri	Lagarto gigante	Común
Aves	Saurothera vieilloti	Pájaro bobo mayor	Endémico
	Otus nudipes	Mucarito	Endémico
	Todus mexicanus	San pedrito	Endémico
	Melanerpes portoricensis	Carpintero de P.R.	Endémico
	Vireo latimeri	Bienteveo	Endémico
	Dendroica adelaidae	Reinita mariposera	Endémico
	Loxigilla portoricensis	Comeñame	Endémico
	Tyrannus dominicensis	Pitirre	Común
	Coereba flaveola	Reinita	Común
	Mimus polyglottos	Ruiseñor	Común
	Petrochelidon fulva	Golondrina de cuevas	Común
Icterus portoricensis	Calandria	Endémico	

Tabla 3

Situaciones que limitan el recurso.

Segmento	Hallazgos
A	Falta de identificación y ubicación del recurso. Desperdicios sólidos (latas, vasos, fundas) Animales (vacas, caballos, gallinas, perros, gatos)
B	Desperdicios sólidos (latas, vasos, fundas)
C	Desperdicios sólidos (latas, vasos, fundas) Excremento de vacas Huellas de vehículos

Tabla 4

Estándares del Programa de Ciencia y expectativas de los cursos de Biología y Ciencia Ambiental.

Estándares	Expectativas (#)	
	Biología	Ciencia Ambiental
1. Naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.	6	7
2. Estructura y niveles de organización de la materia.	7	3
3. Los sistemas y los modelos.	5	2
4. La energía.	4	3
5. Las interacciones.	3	3
6. La conservación y el cambio.	5	3

Tabla 5

Temas presentes en los prontuarios de biología y ciencia ambiental.

Biología	Ciencia Ambiental
Biología de la vida	Hagamos ambiente
Método científico	P.R. Isla tropical
Principios de ecología	Ambiente terrestre
Recursos naturales	Ambiente acuático
La célula	Aire
Reproducción y energía celular	Ambiente urbano y rural
ADN	
Genética	
Biotecnología	
Evolución	
Diversidad de la vida	
Anatomía	

Tabla 6

Áreas y convergencia con los estándares del programa de ciencia.

Estándares⁽¹⁾	Biodiversidad	Arqueología	Hidrología	Cultural
NC	NCB.1 NCB.2 NCB.3	NCB.1		NCB.1
EM	EMB.3 EMB.4 EMB.5			
SM	SMB.3 SMB.4		SMB.4	
EB	EB.1 EB.3			
IB	IB.1 IB.3		IB.3	
CB	CB.1			

- (1) NC=Naturaleza de la ciencia.
 EM=Estructura y niveles de la materia.
 SM=Sistemas y modelos
 EB=Energía
 IB=Interacciones
 CB=Conservación y cambio.

FIGURAS

ÁREA DE ESTUDIO



Figura 1: Foto aérea del lugar de estudio.

APÉNDICES

APÉNDICE 1

Hoja de Observación

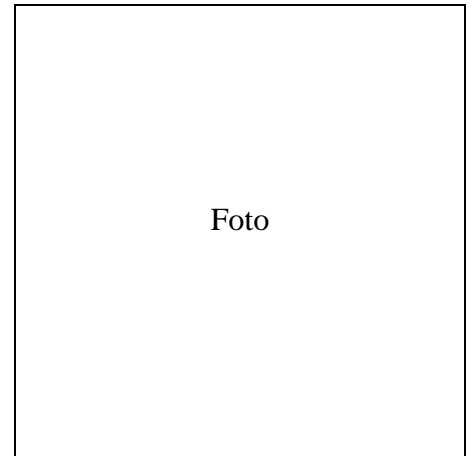
Día: _____

Hora: _____

Segmento: _____

Observaciones:

Flora/Fauna Conflicto



Recomendaciones:

APÉNDICE 2

Hoja de Cotejo Estándares y Expectativas de Biología y Ciencia Ambiental

Estándares	Expectativas Biología	Expectativas Ciencia Ambiental
Naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad.		
Estructura y niveles de organización de la materia.		
Sistemas y modelos		
La energía		
Las interacciones		
La conservación y el cambio		

APÉNDICE 3

Hoja de cotejo
Temas discutidos en los cursos de biología y ciencia ambiental.

Biología	Ciencia ambiental

APÉNDICE 4

Hoja de cotejo Estándares y expectativas

Estándares de ciencia	Flora/Fauna	Arqueología	Hidrología	Cultural/Histórico
Naturaleza de la ciencia, tecnología y sociedad				
Estructura y niveles de organización de la materia				
Sistemas y modelos				
La energía				
Las interacciones				
La conservación y el cambio				