

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

**MATERIAL DIDÁCTICO PARA UTILIZARSE EN ACTIVIDADES EDUCATIVAS
SOBRE, PARA Y DESDE LA BAHÍA BIOLUMINISCENTE DE PUERTO MOSQUITO
EN COLABORACIÓN ENTRE LA ESCUELA Y EL FIDEICOMISO DE
CONSERVACIÓN E HISTORIA DE VIEQUES**

Requisito parcial para la obtención del
Grado de Maestría en Artes en Estudios Ambientales
en Educación Ambiental

Por
Elda L. Guadalupe Carrasquillo

2 de diciembre de 2009

DEDICATORIA

*A Kiana Shalís Figueroa Guadalupe y Yaurel
Figueroa Guadalupe, por entender y apoyar a
mami, ustedes son parte de este logro.*

AGRADECIMIENTOS

A la Escuela de Asuntos Ambientales de la Universidad Metropolitana del Sistema Universitario Ana G. Méndez y todo su personal, por brindar las herramientas necesarias para producir una investigación de este tipo. En especial a la profesora María Vilches Norat por su esfuerzo, dedicación y apoyo durante esta investigación.

Al centro de internado el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques y su personal, por brindar un apoyo extraordinario en esta investigación y por su interés genuino en conservar la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito. Al mentor del centro el Cpt. Mark P. Martin Bras por su colaboración en el transcurso de la investigación y su compromiso con la educación ambiental.

Al personal de la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (DRNA) por colaborar en este esfuerzo. A mi familia, amigos y todos aquellos que de una u otra manera aportaron en esta investigación. *¡Muchas gracias a todos!*

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	vi
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
Trasfondo del problema	1
Justificación	3
Meta	5
Objetivos	6
CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	7
Trasfondo histórico	7
Marco teórico	8
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA HALLAZGOS Y ANÁLISIS	22
CAPÍTULO IV: PROYECTO	32
Descripción del proyecto	32
Opúsculo versión en español	34
Opúsculo versión en inglés	36
Guía de actividades	38
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
Conclusiones	85
Recomendaciones	86
Limitaciones	88
LITERATURA CITADA	89

RESUMEN

La Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (BBPM) en Vieques, es una de tres bahías en Puerto Rico que presentan el fenómeno de la bioluminiscencia durante todo el año. Las características que debe presentar una bahía para acoger el organismo que produce bioluminiscencia, en este caso *pyrodinium bahamense* son muy específicas; la alteración a estas puede ocasionar que se disminuya la concentración necesaria de organismos para producir el fenómeno. La BBPM es un recurso natural muy importante para la isla, por su valor económico y ecológico. Es por esta razón que el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques, una organización ambiental se ha propuesto fomentar la conservación de la BBPM.

Esta investigación permitió el desarrollo de una serie de opúsculos con información sobre la BBPM para la distribución en las instalaciones del FCHV, también la elaboración de una guía de actividades para ser utilizada a nivel secundario en las escuelas de Vieques en colaboración con el FCHV. Se utilizaron las recomendaciones de Jurin (2000) para el diseño de los opúsculos. La guía educativa se diseñó utilizando los estándares del Programa de Ciencias del departamento de Educación de Puerto Rico, Los estándares de Educación Ambiental de la National Association for Environment Education (NAEE) y las Pautas para la excelencia de Material de Educación Ambiental de la NAEE. Esta guía se compone de siete actividades creadas *sobre, para y desde* (Palmer, 1998) la BBPM. Con estos productos se pretende educar una gran cantidad de

visitantes y estudiantes, de manera que el impacto negativo en la BBBPM se pueda disminuir para que este recurso este disponible por los años venideros.

ABSTRACT

The Bioluminescent Bay of Puerto Mosquito in Vieques (BBPM), is one of three bays in Puerto Rico that exhibits bioluminescence year around. The characteristics necessary in a bay in order to maintain the necessary conditions to shelter the organism that produces bioluminescence, in this case *pyrodinium bahamense* are very unique and specific, any alteration in these conditions may cause the decrease in the concentrations of this organism necessary to produce this phenomenon. The BBPM is a very important natural resource for Vieques, due to its economic and ecologic value. For this reason the Vieques Conservation and Historical Trust, an environmental organization has proposed to encourage the conservation of BBPM.

This investigation allowed the creation of a series of informative brochures about the BBPM, to distribute in the VCHT facilities; and in addition the elaboration of an activity guide for the BBPM to be used in middle school in collaboration with the VCHT. Jurinø (2000) recommendations for environmental communication material, were used in the elaboration of the BBPM brochures. The educational guide was designed using the Puerto Rico Department of Education Science Standards, the National Association for Environment Education (NAEE) environmental Education Standards and the Guidelines for Environmental Education Material (NAEE). The guide consists of seven activities created *about, from and for* the BBPM (Palmer, 1998). With these products we wish to educate visitors and students, in order to ensure the availability of this resource for the future generations.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Trasfondo del problema

Nadar en una bahía bioluminiscente en una noche oscura, es una experiencia mágica e inolvidable. Cada movimiento que agita el agua produce un resplandor brillante conocido como bioluminiscencia. La bioluminiscencia es luz producida por una reacción química dentro de un organismo. Este fenómeno es más común en organismos acuáticos que en organismos terrestres. En el caso de la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito, la bioluminiscencia es producida por un organismo planctónico conocido como un dinoflagelado de la especie *Pyrodinium bahamense* var. *bahamense*, que produce luz al agitar el agua que lo rodea.

La Bahía Puerto Mosquito en Vieques, es una de las tres bahías bioluminiscentes que brillan durante todo el año en Puerto Rico. Un estudio realizado en 1972, indica que Vieques tuvo tres bahías que presentaban el fenómeno de la bioluminiscencia (Cintrón & Maddux, 1972) de las cuales hoy día sólo podemos observar a diario la bioluminiscencia en la Bahía Puerto Mosquito. Esta bahía se encuentra en la costa sur de la isla, en la Reserva Natural Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito. Esta reserva es visitada diariamente por pescadores, residentes y turistas que desean obtener algún beneficio de la misma.

Según se recoge en la historia oral de la isla, la bahía ya no brilla como antes. Aún así, es uno de los mayores enfoques turísticos de Vieques. En una isla donde la economía local depende en gran parte de la industria turística, nuestros atractivos naturales deben

conservarse y desarrollarse sanamente para que puedan ser disfrutados por las generaciones futuras. Esta bahía es además un humedal que sirve de vivero para las especies locales que a su vez sostienen la industria pesquera de la isla. Por lo tanto, podemos decir que esta bahía tiene una gran importancia económica y ecológica para la isla.

Vieques, es una isla municipio localizada al sureste de Puerto Rico. Su desarrollo estuvo limitado, en todos los aspectos, por la presencia de la Marina de Guerra de los Estados Unidos durante sesenta y dos años. Durante este tiempo la Marina de Guerra de los Estados Unidos realizó prácticas militares con municiones vivas desde aire, mar y tierra, afectando la ecología de la isla (Santana, 2005). En mayo de 2003, la Marina de Guerra de los Estados Unidos culminó sus prácticas militares y se retiró de la isla.

Desde el 2003, la isla de Vieques ha sufrido grandes cambios en su desarrollo. La isla se ha convertido en un punto turístico importante. Se ha comenzado a ver un auge en la compra-venta de propiedades y por ende en la construcción. La ausencia de desarrollo adecuado ha atraído una serie de proyectos que no necesariamente ayudan a la conservación y preservación del ambiente (Santana, 2005). La isla tiene una gran variedad de costas, y los distintos paisajes junto a su aislamiento de la urbanización son atractivos turísticos, pero sin lugar a dudas la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito se ha convertido en el atractivo principal.

Justificación

El Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques (en adelante FCHV) se fundó en 1985. Es una organización sin fines de lucro sustentada por la aportación monetaria de sus miembros. En la actualidad cuenta con aproximadamente 420 miembros activos. Su misión es la protección de los recursos naturales e históricos de Vieques, por medio de la educación y la investigación. El FCHV pretende abogar por estos recursos para el bienestar del medio ambiente de Vieques.

Uno de los propósitos principales de esta organización es preservar y estudiar la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito. El FCHV ofrece y apoya una amplia gama de programas educativos para la comunidad en general con enfoque especial en los niños, a través de conferencias, exhibiciones educativas, seminarios, publicaciones, recursos de computadoras y un programa de becas estudiantiles único en Vieques.

El FCHV cuenta con su cede en el barrio La Esperanza, Vieques, Puerto Rico, donde trabaja un grupo de profesionales entre ellos un coordinador de programas, un encargado de la exhibición marina, un coordinador educativo y muchos voluntarios. El FCHV tiene un pequeño museo, donde se presentan piezas representativas del pasado y presente de la cultura viequense. Cuenta además con los únicos acuarios de agua salada en la isla, que tienen especies representativas de los ecosistemas costeros de Vieques. En el Pabellón, salón educativo donde se reciben grupos, se ofrecen también exposiciones y charlas educativas sobre temas variados como mamíferos marinos, plantas nativas, tortugas marinas, corales y bioluminiscencia entre otros. El FCHV cuenta con las

instalaciones de un laboratorio, que sirve para facilitar procesos investigativos independientes que vayan a la par con sus objetivos.

El FCHV ha dedicado más de veinte años a la educación formal y no formal del ambiente natural, histórico y cultural de Vieques. En la isla existen actualmente otras agencias como la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos (USFWS por sus siglas en inglés) y el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) que tiene a su cargo la Reserva Natural Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito.

La conservación del ecosistema de la bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito es uno de los objetivos principales del FCHV, por tal razón se está creando una sala que será exclusivamente para la presentación de este ecosistema tan fenomenal y poco usual. La sala, que está en preparación, contará con información sobre los organismos que producen la bioluminiscencia, otros que habitan en el lugar, las condiciones y características peculiares que tiene esta bahía. Se incluirá también información sobre las actividades antropogénicas que pueden causar que la bahía pierda su brillo.

El FCHV, quiere educar a su público sobre las interacciones entre esta bahía y la población en general. Es la intención del FCHV que la ciudadanía de Vieques cuide y atesore este recurso. Por tal razón, desea que esta población conozca los aspectos generales de esta bahía como las formas de contaminación que la afectan y adquiera un sentido de pertenencia que favorezca la conservación de ella.

La sala dedicada a la Bahía Puerto Mosquito requiere la creación de material didáctico. Este material deberá realizarse para público general de habla inglés y español, estudiantes de escuelas elemental, intermedia y superior.

Una ventaja que presenta la isla de Vieques para proyectos de educación ambiental formal/no-formal es que tiene una población estudiantil controlada, que sólo existe una escuela intermedia (Escuela Intermedia 20 de septiembre de 1988) y una superior (Escuela Secundaria Germán Rieckehoff), podemos entonces deducir que cada estudiante que cumple los requisitos para graduarse de la escuela superior en la isla, tiene que pasar por estas dos escuelas. Si estas escuelas en conjunto con el FCHV implantan un plan agresivo para impactar al menos a los estudiantes en estos dos niveles, podríamos esperar que el nivel de conocimiento y el nivel de concienciación hacia este singular ecosistema aumente.

Al Reconocer la importancia ecológica y económica del recurso natural Puerto Mosquito, la Bahía Bioluminiscente de Vieques, y la necesidad de su conservación, esta investigación se propone colaborar con el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques, en su misión de educar ambientalmente a su clientela enfatizando la conservación de este tesoro natural de Vieques, a través de la preparación de material didáctico que se utilizará en el centro y en charlas educativas.

Meta

Elaborar material didáctico sobre la Bahía Bioluminiscente de Vieques para ser utilizado por educadores formales que visiten al FCHV.

Objetivos

1. Identificar las necesidades existentes en el FCHV con relación al establecimiento de una sala dedicada a la conservación de la bahía bioluminiscente y el material didáctico necesario.
2. Recopilar y analizar la información necesaria para diseñar un opúsculo interpretativo/educativo.
3. Recopilar y analizar la información necesaria para diseñar actividades de educación ambiental formal que sirvan de enlace entre el salón de clases, la visita al cuarto de la bioluminiscencia y el ecosistema de la bahía bioluminiscente.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Trasfondo histórico

La historia popular de los habitantes mayores de Vieques, ubica tres bahías bioluminiscentes en la isla Puerto Ferro, Bahía Tapón y Puerto Mosquito; incluso algunos comentan que la más brillante era Bahía Tapón. En el 1968 un estudio realizado por el Departamento de Interior de los Estados Unidos, identifica tres bahías bioluminiscentes en las costas sur de la isla de Vieques. Al día de hoy sólo una de ellas, Puerto Mosquito presenta bioluminiscencia todo el año, en las otras dos mencionadas se pueden observar destellos de brillo en algunos momentos propicios.

La Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (BBPM) se ha convertido en un recurso natural que propicia la entrada turística a la isla (Rivera et al., 2002), como se evidencia en varias revistas internacionales de viaje como: Natur (Suecia), Esquire, Ca (Francia), Sinra (Japón), Elotsan, Eco Travler, entre otras. Según González Lagoa (2001) una de las importancias que tienen las bahías bioluminiscentes es la economía que provee al lugar aportando al ecoturismo.

El Fideicomiso de Conservación e Historia, se comenzó a organizar a partir de una serie de estudios realizados en los años ochenta entre los cuales participó Barbara Bernache Baker una de sus fundadoras. En uno de sus más recientes estudios (1993) recopila una serie de actividades antropológicas que estaban ocasionando la pérdida de la intensidad del brillo en la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.

El FCHV se estableció oficialmente en el año 1985, una de sus metas es promover el restablecimiento ecológico de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.

Para lograr esto establecieron como objetivos educar a la comunidad sobre la importancia ecológica y económica que la bahía brinda a Vieques. El FCHV, unió esfuerzos con el Departamento de Recursos Naturales, para establecer la Primera y única Reserva Natural en Vieques (para ese entonces), la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Vieques.

A partir de este esfuerzo la popularidad de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito tomó un auge turístico y científico. Este ha sido el laboratorio de docenas de estudios relacionados a los elementos encontrados ahí. El proyecto propuesto pretende abarcar el esfuerzo educativo sobre la conservación de la Bahía Bioluminiscente a los estudiantes de las escuelas públicas de Vieques y a aquellos interesados que visitan las instalaciones del FCHV para obtener más información sobre este sistema.

Marco teórico

La educación, según Paulo Freire (1995), en *Pedagogía de la ciudad*, es la herramienta que ayuda a cambiar y transformar el mundo. Según establece Freire, la educación tiene un propósito y debe dirigirse hacia éste, en gran parte de los casos el propósito de la educación es político. Algunos analistas de las obras educativas de Freire establecen que el propósito de la educación según estipulada por Freire debe dirigirse hacia la realización de la utopía.

Cuando visualizamos al mundo que menciona Freire, como el medio ambiente donde vivimos, entonces podemos inferir que el tipo de educación que ayudará a transformar nuestro ambiente será la educación ambiental. La Educación Ambiental (EA), según Pérez (2003) se puede definir como el proceso que consiste en reconocer

valores y aclarar conceptos con el objetivo de formar las actitudes y aptitudes necesarias para comprender las interacciones entre el ser humano, su cultura y el medio biofísico.

En 1972 durante la Conferencia de las Naciones Unidas para el ambiente humano, en Estocolmo, se proclamó que el ser humano es parte del ambiente y a su vez es quien lo moldea. Añade que el ser humano ha adquirido el poder de transformar su ambiente de varias maneras en un periodo de tiempo relativamente corto. Esto lo podemos comparar con la función que le adjudica Freire a la educación, donde explica que puede transformar el mundo o que la educación es transformadora. Por lo tanto, si se pretende transformar el ambiente para mejorarlo es la educación para el ambiente o EA que adquiere un papel protagónico.

El principio 19 de la Declaración de Estocolmo realizada en dicha conferencia dispone que la educación relacionada a los asuntos ambientales debe ser tanto para niños/niñas como para adultos y los menos privilegiados. Enfatiza que esto es esencial para que los individuos, las empresas y las comunidades puedan opinar y actuar juiciosamente sobre la protección y el mejoramiento del ambiente. Estas declaraciones hechas en Estocolmo sostienen la importancia de incluir a la educación como herramienta necesaria para el cambio necesario.

En la carta de Belgrado (1975), se reconocen las condiciones de deterioro ecológico y social en que se encuentra el ambiente, se la asigna a la educación una importancia capital en los procesos de cambios referentes a esto. Según este documento, la EA será la herramienta que contribuirá a: a) la formación de una nueva ética que reconozca las relaciones del ser humano con el ser humano y con la naturaleza, b) a que se reconozca la necesidad de transformaciones en las políticas nacionales; para lograr la

satisfacción de las necesidades de todos los países. Un aspecto importante que no se puede pasar por alto, es que durante este evento se expone la necesidad de repensar el concepto tradicional conocido hasta ese entonces de *desarrollo* para que esté en armonía con el ambiente y la justicia social (Belgrado, 1975).

En la Conferencia Intergubernamental de Educación Ambiental celebrada en Tbilisi, Georgia (1977), donde participaron alrededor de sesenta y cuatro países; se acuerda la incorporación de la EA en los sistemas de educación. Se establecen estrategias y modalidades para la cooperación internacional en este aspecto. Durante esta conferencia, se enfatizó que la EA debe ayudar a modificar actitudes, sensibilizar, proveer nuevos conocimientos y promover la acción directa y ciudadana en la solución de problemas ambientales que impactan a todos/todas. En esta conferencia, según Marcano (2008) se planteó que la EA se basa en una pedagogía de la acción y para la acción; donde las destrezas, los conocimientos y las actitudes obtenidas de la misma sirvan como herramienta para que la ciudadanía tome acción para atender y prevenir problemas ambientales. Para lograr esto, se establecen una serie de objetivos: a) la concienciación de los problemas ambientales b) el conocimiento y entendimiento del ambiente, c) las actitudes y los valores provocados por las preocupaciones ch) destrezas para identificar y resolver problemas ambientales y por último e) la participación activa hacia la resolución de los problemas ambientales (Marcano, 2008).

En el año 1992, se celebró el Foro Global Ciudadano, en la ciudad de Rio de Janeiro, la llamada *Cumbre de la Tierra*, de la cual resulta el documento conocido como la Agenda 21, donde se desglosan unas tareas a realizarse hasta el siglo XXI. El capítulo 36 de dicha agenda se fundamenta en tres aspectos, que ya habían sido recomendados en

la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi sobre la EA, estos son: a) la reorientación de la educación hacia el desarrollo sustentable; b) el aumento de la conciencia del público y c) el fomento de la capacitación. La Agenda 21 contiene una serie de objetivos y actividades orientados hacia el desarrollo de las áreas fundamentales. Una de las actividades sugeridas en la Agenda 21 indica que las escuelas deberían estimular la participación de los estudiantes en estudios locales sobre temas ambientales como los ecosistemas, y en las actividades pertinentes, para integrar este tipo de estudio con los servicios e investigaciones realizados en reservas nacionales de fauna y flora, y lugares de valor ecológico protegidos, como es el caso de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito en Vieques.

Uno de los esfuerzos más recientes que involucra la EA es la redacción de la Carta de la Tierra (2003), un documento que recoge sobre una década de intenso trabajo internacional. En este documento se hace un planteamiento global y conciso de los retos ambientales del planeta, así como propuestas de cambios y de objetivos compartidos que pueden ayudar a resolverlos. La carta de la Tierra, brinda a la humanidad un sentido de esperanza y de responsabilidad en relación a los problemas ambientales. Se establecen una serie de principios necesarios para establecer una forma de vida sostenible. El principio número cuatro de este documento propone que la educación formal integre las habilidades, los conocimientos y los valores necesarios para un modo de vida sostenible. Este planteamiento reafirma aquellos presentados en Tbilisi (1977) donde los valores y las actitudes se consideran como una parte esencial de la EA.

La EA puede clasificarse en dos renglones principales, Formal y No-Formal. Ambos tienen un papel importante en la adquisición de conciencia, conocimiento,

destrezas, y actitudes frente a problemas ambientales. La EA formal se lleva a cabo cuando se integran los aspectos de la EA en el currículo educativo escolar (Jurin, et.al.,2000). Esta se desenvuelve dentro de un entorno escolar, aunque puede realizarse fuera del salón de clase, por ejemplo en un viaje de campo. La integración de los temas ambientales puede hacerse en todas las materias, de manera planificada y con actividades dirigidas hacia el tema ambiental que se interesa abarcar. La EA formal en la mayor parte de los casos es facilitada por el maestro/ maestra o profesor/ profesora. La EA formal debe cumplir con los estándares de ejecución de la materia donde se pretende integrar a la vez que debe realizarse métodos de avalúo y de evaluación.

La EA No-Formal se define como, "la transmisión de conocimientos, aptitudes y valores ambientales fuera del sistema educativo institucional, que conlleve la adopción de actitudes positivas hacia el medio natural y social, que se traduzcan en acciones de cuidado y respeto por la diversidad biológica y cultural y que fomenten la solidaridad intra e intergeneracional. Se reconoce que la educación ambiental no es neutra, sino que es ideológica, ya que está basada en valores para la transformación social" (Castro & Balsareti, año). Esta modalidad requiere menos estructura y tampoco exige la evaluación de los conocimientos, destrezas y/o actitudes que se obtienen de la misma. Los que reciben la EA no-formal llegan al lugar porque les interesa el asunto y el resultado de la misma depende en gran parte del interés del aprendiz. Las instituciones que se dedican al esto incluyen museos, reservas naturales, zoológicos, acuarios, entre otros.

El FCHV es un centro de EA no-formal; sin embargo, las actividades propuestas en nuestra investigación se realizarán en conjunto con el maestro/maestra de escuela y su grupo de estudiantes, por tal razón se considera una teoría de EA formal para el diseño de

las mismas. El Modelo Integrado para la Estructuración de la Educación Ambiental de Joy Palmer se adoptará en el diseño de las mismas. Según Palmer (1998), la EA debe proveer experiencias que incorporen la solución de problemas ambientales, actividades investigativas, la recopilación de datos cualitativos, reflexiones y responsabilidades sobre el ambiente entre otras cosas. Palmer identifica tres elementos fundamentales y necesarios en la planificación y ejecución de la EA; *sobre, desde y para* el ambiente. Estos tres elementos se relacionan entre ellos y a su vez con los conocimientos, conceptos, destrezas y actitudes que se pretenden obtener mediante el proceso de enseñanza-aprendizaje. La elaboración de las actividades se enfocará en cada uno de los tres elementos, para permitir una clara identificación de las actividades que se realizarán *sobre, desde y para* el ambiente.

La educación ambiental *desde* el ambiente, le brinda a el/ la estudiante una experiencia directa con el tema estudiado, de esta manera permite al estudiante, aprender y refinar destrezas como: medición, recolección de data e interpretación de observaciones realizadas (Palmer, 1998).

Por medio de la educación *para* el ambiente el/ la estudiante debe desarrollar un elemento ético, que identifica la responsabilidad de el/ ella hacia el ambiente. Estas actividades deben proveer oportunidad para que el/ ella desarrolle actitudes y valores que definan su relación y responsabilidad moral con el ambiente (Palmer, 1998).

La EA *sobre* el ambiente incluye los conceptos, hechos e investigaciones que permitan la elaboración de actividades donde el/la estudiante pueda enfrentar situaciones ambientales con conocimientos suficientes para establecer una posición y sostenerla. Es

importante incluir en este aspecto problemas ambientales reales y que sean pertinentes a la vida del/ la estudiante.

La interrelación entre estas tres dimensiones debe proveer el nivel apropiado de conocimiento necesario para que el estudiante adquiera sus propias experiencias, desarrolle sus inquietudes, valore el ambiente y promueva sus acciones por el bienestar del ambiente.

Plan de Manejo Reserva Natural Bahía Bioluminiscente de Vieques

A partir de la recomendación del Departamento de Recursos Naturales y el Programa de Manejo de la Zona Costanera de Puerto Rico (PMZCPR), la Junta de Planificación (JP) en el año 1989, designa el área de la Bahía Bioluminiscente de Vieques como una Reserva Natural. Esta reserva incluye los terrenos que rodean a la Bahía Puerto Mosquito, a la bahía misma, al Cayo de Tierra, y al Cayo Real, lo que abarca un área 1,165.03 acres (1,201.06 cuerdas) aproximadamente. Incluye también nueve millas náuticas desde la costa en el Mar Caribe (DRNA, 2006). *La designación de una reserva natural tiene como propósito la protección de importantes recursos naturales de gran valor ecológico que están sujetos a serios conflictos de uso presente y potencial. Por lo tanto, estas áreas deben ser preservadas y conservadas sustancialmente en su estado natural; y en aquellos casos donde sea posible, serán restauradas a su condición natural original* (DRN, 1988).

El Plan de Manejo de la RNBBV (2006), enumera una serie de propósitos entre los que se encuentran: 1. establecer la dirección que seguirá el DRNA con relación a la administración de la reserva, durante los próximos cinco años dentro de la RNBBV; 2.

establecer metas, objetivos y las condiciones deseadas para la reserva; 3. establecer zonas de manejo dentro de la reserva y por último; se menciona la intención de integrar la participación ciudadana en el desarrollo del plan y de actividades de conservación y restauración de la reserva.

Es necesario señalar que la mayor parte de las metas que se establecen en este plan (DRNA, 2006) se relacionan directamente con la guía de actividades propuesta en nuestra investigación, como: promover la conservación, restauración de los recursos naturales de la RNBBV para el disfrute de las presentes y futuras generaciones; proteger la biodiversidad de la reserva presentes en la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito; proteger los recursos naturales de la reserva para propósitos de investigación, educación e interpretación. Y por último, promover la participación ciudadana.

Según el Plan de Manejo, entre los tipos de hábitats que existen en la RNBBV se puede distinguir la bahía bioluminiscente por su importante asociación con los salitrales y manglares. La BBPM, ofrece albergue a aves amenazadas como el halcón peregrino (*Falco peregrinus*) y además de especies críticas como la paloma cabeciblanca (*Columba leucocephala*) y el pato quijada colorada (*Anas bahamensis*) (Oberle, 2000).

Entre las acciones propuestas en el plan se establece la necesidad de crear una cuenca hidrográfica y una cuenca de iluminación, para proteger y mantener el fenómeno de la bioluminiscencia en la Bahía Puerto Mosquito. Según Fuentes y Rivera (1999): La obstrucción de cauces, movimientos o extracción de corteza terrestre pueden causar problemas con los sedimentos, así como con el lavado de nutrientes. La cuenca de protección de iluminación se establece debido a que el fenómeno de la bioluminiscencia se puede apreciar mejor bajo condiciones reducidas de luz. Partiendo de que la luz viaja

en línea recta, cualquier iluminación en los alrededores de la bahía afectará la apreciación de la bioluminiscencia.

Algunas acciones propuestas para Zona de Manejo 3, que incluye la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito, humedales, manglares y vistas panorámicas según este plan son: 1) permitir y fomentar actividades de educación, recreación pasiva e investigaciones científicas; 2) evaluar la posibilidad de la construcción de una rampa para embarcaciones, debido a la cantidad de erosión y sedimentación que llegan a la bahía por la ausencia de una; 3) realizar un estudio de capacidad de carga (acarreo) en la Bahía Bioluminiscente para determinar el impacto de las actividades recreativas sobre el sistema; 4) fomentar actividades pasivas en la bahía, tales como: paseos en kayak, canoas y embarcaciones con motor eléctrico, mediante los concesionarios; 5) el cierre de accesos ilegales aledaños al área de embarco y desembarco, proporcionando espacio suficiente para estacionamiento y viraje de embarcaciones y vehículos de los concesionarios y otros usuarios; 6) medidas de parámetros de calidad de agua realizadas por el FCHV; 7) regulación del uso de luces artificiales de manera tal que no afecte la apreciación de la bioluminiscencia; 8) la creación de base de datos actual sobre: concentración de *Pyrodinium bahamense*, extensión del manglar, vegetación acuática sumergida, nutrientes y cieno y por último; 9) monitorear cambios en calidad de agua antes de que los efectos sean irreversibles y así poder identificar posibles fuentes precisas y dispersas de contaminación.

Características de la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito

Los organismos bioluminiscentes, son aquellos que producen o emiten luz, existen muchos organismos con esta característica distintiva. Las luciérnagas son probablemente el ejemplo más familiar de animales capaces de producir luz, pero esta propiedad conocida como bioluminiscencia, está mucho más extendida entre los organismos marinos.

Algunos tipos de dinoflagelados, son los responsables de que distintos cuerpos de agua emitan el fenómeno de la bioluminiscencia, en la BBPM en Vieques, el dinoflagelado responsable de que ocurra el fenómeno es, el *Pyrodinium bahamense*. Las concentraciones de éste en la BBPM determinan que el brillo de la bahía se pueda observar durante todo el año.

Los *Pyrodinium bahamense* emiten luz, al agitar el agua en sus alrededores, y esto puede tener como propósito, una estrategia anti depredadora, debido a que la luz producida interrumpe la cena del depredador o atraer a los depredadores secundarios, quienes tendrían más visibilidad para atrapar al depredador primario que intenta alimentarse de dinoflagelado, (Latz et al., 2008).

Existen algunas características básicas, que posee la Bahía Puerto Mosquito que hace posible la concentración de *Pyrodinium bahamense* necesaria para mantenerse como una bioluminiscencia prístina, según el Borrador Final del Plan de Manejo para la RNBBPM (DRNA, 1988), estos son: 1) es una bahía llana, cuya máxima profundidad no sobrepasa los catorce pies y la mayor parte de la misma posee alrededor de seis pies de profundidad; 2) es una bahía relativamente pequeña, la cual abarca alrededor de 160 acres; 3) Posee un solo canal, estrecho y llano, orientado hacia el Mar Caribe con una

barrera de arrecifes de coral hacia las afueras del canal. Esto causa un flujo de agua lento y más gradual hacia el interior y exterior de la bahía y por último 4) está rodeada por árboles de mangle, que suplen las vitaminas y nutrientes.

Es de gran importancia la hilera de manglar que circunda la bahía. Esta es relativamente estrecha y sirve de zona de transición entre el cuerpo de agua y el salitral. En el caso de Puerto Mosquito, el manglar es constituido por mangle rojo, con representaciones de mangle negro, mangle blanco y mangle botón. El suelo es blando, lodoso y de tono oscuro. La parte inferior al manglar juega un papel vital en el sostén de la vida acuática y en la estabilización del sistema marino. Dentro del intrincado sistema de raíces habita una variedad de organismos que se alimentan del material orgánico presente y que aprovechan los nutrientes productos de la descomposición (DRN, 1988). El material orgánico producido por el intercambio de aguas entre la bahía y el mar es esencial para sostener la bioluminiscencia de estos sistemas. Este movimiento aporta nutrientes a la bahía como fosfato, amonía, nitrato, nitrito y silicato, los cuales son vitales para la existencia de los dinoflagelados (Walker, 1997).

Según un estudio realizado por el Departamento de Interior (1968), las bahías bioluminiscentes son sistemas frágiles y delicados. Para la sobrevivencia de éstas, se debe mantener el balance entre el intercambio de agua con el mar y la aportación de material orgánico provisto por los manglares. Estos sistemas deben ser preservados para mantener la intensa bioluminiscencia que irradian. El uso público permitido debe ser la observación y apreciación de la bioluminiscencia; los demás usos deben ser compatibles con la preservación del recurso. La conservación de las bahías bioluminiscentes requiere el control de sus áreas adyacentes y depende de medidas efectivas contra la

contaminación. Solamente con la conservación adecuada de los factores ambientales adyacentes que sostienen el buen estado de las bahías, se podrá llegar al equilibrio necesario para su mantenimiento.

Contaminación lumínica

En estudios recientes, como aquellos documentados por Rich & Longcore, (2006), se presenta la luz artificial como un tipo de contaminante. El exceso de luz artificial produce brillo y luminosidad, conocido como contaminación lumínica. Se ha probado en diferentes situaciones que el exceso de luz artificial puede tener un impacto negativo en varios organismos.

Algunos animales como las tortugas marinas se pueden desorientar, y perder el sentido de dirección, cuando salen a desovar en el caso de las tortugas adultas o cuando eclosionan las juveniles al encontrarse con luces artificiales, podrían tomar el camino equivocado o peligroso y por ende estar más vulnerables a ser depredadas (Witherington et al., 2000).

La contaminación lumínica también tiene efectos negativos en la salud los seres humanos. Entre los efectos más notables está la ansiedad, la depresión, el insomnio, los problemas de visión y la desorientación. En estudios realizados en la Universidad de Haifa-Oranim (Departamento de Biología, 1996), se ha identificado la contaminación lumínica como un factor de riesgo para el cáncer de seno.

La contaminación lumínica, además de producir daños físicos en los distintos organismos, también impide que se puedan observar fenómenos naturales, que comúnmente se utilizan como medios de recreación y relajación entre otros. La Sociedad

Astronómica (2005) ha advertido sobre la obstrucción de la observación del cielo como efecto directo del brillo y la luminosidad esparcida en el cielo a causa de la contaminación lumínica. Tal es su efecto y la necesidad de concienciar y educar a la ciudadanía, que ha propuesto el año de la Astronomía como el 2009.

En el caso de las bahías bioluminiscentes la contaminación lumínica puede afectar o impedir que se observe el fenómeno de la bioluminiscencia. Este es el caso de la Laguna Grande (cuerpo de agua bioluminiscente), ubicada en la Reserva Natural Las Cabezas de San Juan en el municipio de Fajardo. En el 2008, el Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico, presentó un plan de manejo para controlar la contaminación lumínica dentro de la reserva, según este plan, esto tenía un efecto directo en: a). la observación de la bioluminiscencia, b). la protección de tortugas marinas como el Tinglar y c). la desorientación de aves migratorias que utilizaban los bosques de mangle como su hábitat de temporada. El plan, que se implantó a finales del 2008, comprendía varias facetas entre las cuales están: 1). adiestrar personal para el entendimiento, asesoramiento y la resolución de los problemas causados por la contaminación lumínica; 2). implementar un proyecto demostrativo junto a otras agencias gubernamentales. Implantar una campaña dirigida hacia la educación de la comunidad sobre los efectos de la contaminación lumínica y 3). evaluar los resultados obtenidos del proyecto demostrativo.

Las recomendaciones que resultaron de dicho plan incluían cambiar el tipo de iluminación enfatizando la dirección hacia donde se dispersa la luz y eliminar iluminación en el caso donde fuese posible, sin comprometer la vigilancia o la seguridad de la comunidad. El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico exhorta a que se

puedan establecer este tipo de medidas en la Bahía Fluorescente, de la Parguera y en la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito de Vieques.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA, HALLAZGOS Y ANÁLISIS

Esta investigación es cualitativa. La meta que establecimos para esta investigación, elaborar material didáctico sobre la Bahía Bioluminiscente de Vieques para ser utilizado por educadores ambientales formales y otro público que visita el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques. Para cumplir con la meta establecida, establecimos una serie de objetivos. El primero, identificar las necesidades existentes en el centro de internado con relación al establecimiento de una sala dedicada a la conservación de la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito y el material didáctico necesario. Segundo, recopilar y analizar la información necesaria para diseñar un opúsculo interpretativo/educativo. Y por último, recopilar y analizar la información necesaria para diseñar actividades de educación ambiental formal que sirvan de enlace entre el salón de clases, la visita al cuarto de la bioluminiscencia y el ecosistema de la bahía bioluminiscente.

Para llevar a cabo la investigación propuesta, realizamos un acuerdo de colaboración con el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques, localizado en el Bario Esperanza en Vieques, Puerto Rico. La investigación la llevamos a cabo durante el periodo de internado que comprende de enero 2008 a noviembre 2009.

Para cumplir con los objetivos establecidos en la investigación y elaboración del proyecto, una guía de actividades y un opúsculo sobre la BBPM realizamos la siguiente metodología: visitas oculares, conversaciones informales, revisión de literatura, análisis

de opúsculos y análisis de guías educativas, diseño de guía de actividades y diseño de opúsculo.

Visitas oculares

Realizamos una visita inicial al FCHV con el fin de conocer las instalaciones y los ofrecimientos educativos existentes en el FCHV. En esta visita, creamos una lista de aquellos aspectos relacionados a la educación ambiental. Encontramos que las instalaciones incluyen: 1). una sala de referencias en diversos temas ambientales, y computadoras para uso del público; 2). un pequeño museo, que cuenta con piezas históricas del pasado de Vieques; 3). una exhibición de vida marina, con una serie de peceras que contienen organismos encontrados en las costas de Vieques; 4). una sala de conferencias y/o talleres educativos y 5). una cuarto dedicado a la BBPM, el Cuarto de Luces/ Bio- Room. En el Cuarto de Luces/ Bio-Room, observamos los aspectos visuales que se realizan en este. Determinamos que el enfoque del Cuarto de Luces es educar sobre el fenómeno de la bioluminiscencia, apreciar la bioluminiscencia en la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito, identificar la geomorfología de la misma, los problemas ambientales que se presentan y las sugerencias para su conservación.

Realizamos tres visitas oculares a la BBPM durante el día, acompañados del biólogo y asistente de biólogo de DRNA, encargados de la reserva. En estas visitas observamos los siguientes aspectos: limpieza y mantenimiento del área, veredas existentes, letreros interpretativos, flora y fauna presente, caminos de acceso a la BBPM, muestras de deterioro, y las embarcaciones en la bahía. Algunas de los aspectos que nos llamaron la atención fueron: a). vertederos clandestinos, b). deterioro de los caminos que

conectan a la bahía, c). siembra de mangle rojo en el borde de la bahía, d). evidencia de escorrentías en los caminos, e). la existencia de un área que parece ser utilizada para abordaje y estacionamiento, a la orilla de la bahía que está sumamente compactada, y f). la claridad del agua. Determinamos que debíamos incluir los aspectos mencionados en nuestra investigación bibliográfica, al igual que en la preparación del proyecto final.

Durante la noche, realizamos dos visitas oculares, la primera, junto a personal que labora como intérprete ambiental en Island Adventures uno de los concesionarios que ofrecen viajes a la BBPM y la otra de manera independiente. Observamos aquellos aspectos que no se aprecian durante el día como: a). el fenómeno de la bioluminiscencia, b). personas que visitan la bahía, c). haces de luz que llegan hasta la bahía y d). vehículos en la orilla de la bahía. A partir de estas visitas determinamos que estos aspectos también debían incluirse en la investigación bibliográfica y en los documentos productos de esta investigación.

Observación pasiva

Charla en el Cuarto de Luces

Observamos al interprete ambiental, llevando a cabo una charla en del Cuarto de Luces. El intérprete comienza con una presentación audiovisual (PPMS) donde explica lo que es la bioluminiscencia, luego les muestra algunos organismos bioluminiscentes. Luego les presenta una foto del dinoflagelado *p. bahamense* y les explica como es que la BBPM cuenta con las características necesarias para que este pueda vivir ahí. Les habla sobre los manglares, corales y las praderas de hierbas marinas, a la vez que les presenta visuales de la BBPM. Al finalizar el audio visual entonces enciende las luces

fluorescentes que hacen que todo brille dentro del cuarto. Determinamos que los temas del opúsculo, serán aquellos que el intérprete discute en sus charlas.

Programa MANTA de verano

Asistimos al programa de verano MANTA (Movimiento en Apoyo a Nuestros Tesoros Ambientales) de las edades de 12 a 17 años, donde estudiaban el tema de la BBPM. En un periodo de tres días los estudiantes: a) tomaron una caminata educativa por la RNBBPM b) tomaron muestras y realizaron análisis en la BBPM (transparencia, salinidad y PH, entre otras) y visitaron la BBPM de noche. Es importante mencionar que el Dr. Juan González Lagoa y el grupo de Ciencias Sobre Ruedas (Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez) junto al personal de FCHV y los participantes de MANTA realizaron las actividades. Pudimos observar que los estudiantes se interesaban grandemente en realizar las pruebas en la BBPM, por lo que determinamos incluir en la guía de actividades algunas de estas destrezas.

Conversaciones informales

Realizamos conversaciones informales con una serie de personas que identificamos, nos podían brindar información y entendimiento sobre aspectos importantes de la BBPM. Entre las conversaciones realizadas están las siguientes:

Personal del Centro de Internado

Conversamos con el personal del centro para recibir insumo de los ofrecimientos del Centro y las necesidades en el aspecto de la educación ambiental. Encontramos que el centro cuenta con mucha información educativa sobre la BBPM, y que por factor de tiempo usualmente su clientela no se detiene a leerla y se quedan con la información que

han recibido del intérprete, encontramos además que no existe una guía de actividades de educación formal preparada para los visitantes. Determinamos que los proyectos propuestos en esta investigación debían estar cónsonos con las necesidades del Centro y con los aspectos educativos de la BBPM. Por tal razón, decidimos crear una guía de actividades para maestros y un opúsculo informativo de la BBPM.

Personal de Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

Conversamos con personal de DRNA, el biólogo a cargo de la RNBBPM y el asistente de biólogo, para intercambiar ideas sobre lo que considerábamos debía ser incluido en los productos de esta investigación. Por medio de estas conversaciones nos enteramos de la existencia de un plan de manejo para la reserva (DRNA, 2008), que llevaba más de cinco años en su elaboración, y que aún el borrador final no había sido aprobado. Nos informaron algunos problemas que existen en la RNBBPM como: a). la basura de pasadías y vertederos clandestinos, b). el estacionamiento indebido de vehículos muy cerca de la bahía, c). el mantenimiento de caminos, d). la falta de personal y equipo para realizar muestreo constante en la bahía, e). la ausencia de veredas interpretativas f). la falta de personal nocturno que vigile el uso adecuado del área y g). la carencia de controles para sedimentación y de luces artificiales. Determinamos que el Plan de Manejo de la Bahía debía ser uno de los documentos que incluyéramos en la investigación bibliográfica, debido a que este expone muchos de los puntos que obtuvimos de estas conversaciones.

Pescadores

Entendimos que los pescadores son una de los grupos que han estado en mayor contacto con la bahía por un periodo largo de tiempo, así que decidimos conversar con un

pescador del área del sur de Vieques, para que nos indicara sus impresiones con respecto a la BBPM. Durante esta conversación, el pescador enfatiza en el uso eco-turístico que se le da a la zona, estableciendo sus dudas sobre si la bahía (o la población de *p. bahamenses*) puede resistir toda la actividad que recibe la bahía en las noches oscuras. Este pescador nos relata que puede tener cientos de visitantes por noche de luna nueva, en épocas de densidad turística. Nos narró la disminución en cantidad y en variedad que ha observado en la pesca (en la bahía), relata que la bahía, aunque nunca ha sido profunda, cada vez es más llana. Determinamos estos aspectos como puntos que eran necesarios incluir en nuestra investigación bibliográfica y en los productos que creamos para el Centro.

Investigación bibliográfica

Con el propósito de recopilar la información necesaria para elaborar los productos de esta investigación realizamos una investigación bibliográfica que abarcara los aspectos que entendimos fundamentales según la información recopilada en las visitas oculares y las conversaciones informales, la misma incluye, pero no se limita: a). principios de la educación ambiental (Palmer, 1998), b). plan de manejo de la RNBBPM (DRNA, 2008), c). eco-turismo y sustentabilidad (GATP, 2002), d). Materiales de Educación Ambiental: Pautas para la Excelencia (NAAEE, 1996) y e) formato para crear opúsculos educativos (Jurin, *et.al*, 2000). Encontramos que los temas que deben estar presentes en los productos deben ser: a). la importancia de la BBPM enfocando las características que permiten que ocurra la bioluminiscencia, b). usos que se le da a la BBPM y los impactos que tienen sobre esta, c). la biodiversidad presente en la BBPM, d).

problemas ambientales en la BBPM y e). las alternativas de conservación y de acción ciudadana. Optamos por incluir básicamente los mismos temas en ambos productos, alterando la manera en que se presentaran en los mismos. Según la investigación bibliográfica optamos por utilizar la teoría de: sobre, para y desde el ambiente que presenta Palmer (1998), para elaborar la guía de actividades educativas para el centro.

Análisis de opúsculos

Diseñamos una rúbrica (Apéndice 1) preparada con los aspectos mencionados por Jurin (2000). Analizamos tres opúsculos, de temas parecidos al de esta investigación. Los opúsculos analizados fueron: *Los Manglares*, (DRNA, NOAA), *Los Arrecifes de Coral*, (DRNA, NOAA) y *Manatíes* (Florida Department of Natural Resources). Analizamos los siguientes aspectos de los opúsculos: a). información incluida, b). nivel de dificultad, c). formato e d). imágenes. Encontramos que los opúsculos: a). variaban en cantidad de información ofrecida; algunos incluían un poco de historia del lugar y otros aspectos científicos, b). se mantienen en un nivel de dificultad, que definimos como adecuado para una persona con educación de sexto grado en adelante, c). no siguen un formato en común, aunque sí se apreciaba la utilización de colores vivos en cada uno de ellos y d). todos contaban con imágenes de fotografías tomadas en las áreas.

Análisis de Guías Educativas

Con el propósito de obtener la información necesaria para diseñar una guía educativa relacionada a la BBPM, identificamos cinco guías educativas, para la educación ambiental: 1). *Lecciones Ambientales para Maestros de Secundaria* (PCEA,

2009), 2) *From the edge of the space to the bottom of the ocean...An Activity Book* (NOAA, 2007), 3) *Los Maravillosos Manglares del Caribe Insular* (Sociedad para la Conservación y Estudio de las Aves del Caribe, 2003), 4) *Puerto Rico Educa Sabio* (Departamento de educación, 2002), y 5) *Encuentro Con el Mar* (Puerto Rico Space Grant Program y el Servicio de extensión agrícola, 2001). Analizamos estas guías educativas utilizando el modelo integrado para la estructura de la educación ambiental según, Palmer (1998), e identificamos actividades que fueran diseñadas, *para, sobre y desde* el ambiente, según los componentes que establece el teorizante. Consideramos las pautas para la excelencia en materiales de educación ambiental (NAAEE, 1996) al momento de analizar las guías mencionadas. Diseñamos una rúbrica (Apéndice 2) que contempla los siguientes aspectos: a) cantidad de actividades, b) imparcialidad y exactitud, c) profundidad, d). desarrollo de habilidades, e). orientación hacia la intervención ciudadana, f) solidez educativa, g) facilidad para utilizarse y h) formato.

Encontramos que la mayor cantidad de actividades diseñadas en las guías educativas analizadas, se consideran como actividades *sobre* el ambiente, en la que se expone y fomenta el conocimiento básico del medioambiente y nuestra relación con éste. Las actividades diseñadas *desde* el ambiente le siguen en cantidad, estas utilizan el ambiente como un recurso en el que se desarrollan destrezas a la vez que se adquieren experiencias directas con el ambiente. Determinamos que las actividades *para* el ambiente se encontraban con menos frecuencia, estas actividades son aquellas que desarrollan valores, actitudes y fomentan acciones positivas hacia el ambiente. En relación a las pautas de excelencia, establecidas por la NAAEE, entendimos que todas las

características claves están incluidas en las guías, aunque no así los criterios que corresponden a cada pauta.

Luego del análisis determinamos que las guías analizadas cuentan con la mayoría de las pautas de excelencia, y que contienen los tres aspectos establecidos por Palmer (2000). En cuanto al formato establecimos que, existen grandes diferencias en términos de los colores, las graficas y la diagramación. Determinamos que no seguiríamos ninguno de ellos al pie de la letra, pero que vamos a tomar en cuenta la diagramación utilizada en Los Maravillosos Manglares del Caribe Insular (Sociedad para la Conservación y Estudio de las Aves del Caribe, 2003) para elaborar nuestro producto.

Diseño de la guía de actividades

Al diseñar la guía de actividades, utilizamos el modelo integrado para la estructuración de la educación ambiental (Palmer, 1998) como marco teórico. Utilizamos las Pautas para la excelencia de la NAAEE (1996) para identificar los aspectos de la BBPM que incluimos en la guía. Determinamos los temas a tratar en la guía y las destrezas que se trabajan en ella, esto lo alineamos al modelo integrado de EA, los Estándares de Educación Ambiental y los Estándares y Expectativas del Programa de Ciencia del Departamento de Educación. Incluimos hojas de trabajo e incluimos la información necesaria para llevar a cabo las actividades de la guía. Decidimos incluir una pre-prueba y una pos-prueba en la guía de modo que se pueda obtener un avalúo de lo que aprendió el/ la estudiante al realizar las actividades de la guía.

Diseño del opúsculo sobre la BBPM

Al diseñar el opúsculo, tomamos en consideración la información que contiene el Cuarto de Luces del FCCHV y su enfoque. Utilizamos las recomendaciones que hace Jurin (2000), para crear material de comunicación ambiental. Determinamos utilizar un nivel de dificultad de sexto grado e incluir al menos una foto por panel.

CAPÍTULO IV

PROYECTO

Esta investigación permitió la elaboración de material didáctico para ser utilizado y distribuido por el centro de internado El Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques. El producto se compone de dos elementos: un opúsculo informativo de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito y una guía educativa sobre la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito para nivel intermedio.

Opúsculo informativo de BBPM

El opúsculo informativo lo redactamos en español y en inglés. Ambas versiones del opúsculo cuentan con el mismo contenido. El opúsculo se divide en cuatro paneles, tiene fondo oscuro y letras brillantes (para simular el color de la bioluminiscencia) que contienen información en ambos lados. El mismo contiene:

- fotografías tomadas en la BBPM y otros lugares de Vieques
- datos importantes sobre la geomorfología de la BBPM
- información sobre el fenómeno de la bioluminiscencia
- datos del *p. bahamense*
- información y fotografías de ecosistemas presentes en la BBPM
- fotografías de la biodiversidad de flora y fauna que se encuentra en la BBPM
- impactos negativos a la BBPM
- alternativas de conservación
- información general del FCHV

Guía educativa sobre la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito

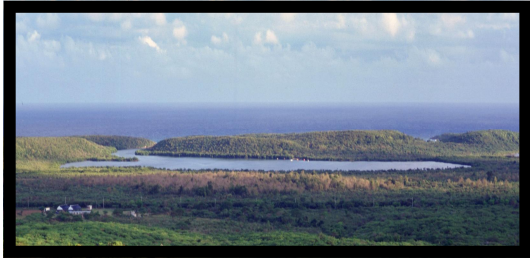
La guía educativa incorpora los componentes teóricos del modelo integrado para la estructuración de la educación ambiental, establecidos por Palmer (1998). En este se utilizan los elementos curriculares (ético, estético, empírico y sinóptico) para enlazar las dimensiones de la EA (sobre, para y desde el ambiente) con las dimensiones del aprendizaje.

Las actividades, se dividen en tres secciones, *sobre, para y desde* el ambiente. Están diseñadas para trabajarse en el nivel intermedio, y cada una está alineada a los estándares de contenido y expectativas de grado del Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico (2007), a los estándares de educación ambiental (NAEE, 2004) y a las pautas de excelencia de la NAAEE (1996). Las actividades de la guía contienen adaptaciones para utilizar en grados elementales y superiores.

La guía contiene los siguientes elementos:

- siete actividades de EA
- hojas de trabajo para cada actividad
- hojas informativas sobre los temas estudiados
- pre y post prueba
- fotografías a color de la BBPM, su flora y fauna
- lista de referencias
- lista de contactos para planificar viajes a la BBPM

SI usted desea más información sobre la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito y/o como puede aportar a los programas educativos de la misma, comuníquese con El Fideicomiso de Conservación e Historia.



Fotografías por: Salvi Colón, Mark Martin y Elda Guadalupe

Creado por:

Elda Lud Guadalupe Carrasquillo

Esta publicación es posible gracias al acuerdo de colaboración para el establecimiento del Centro de Internado de la Maestría en Artes en Estudios Ambientales de la Escuela de Asuntos Ambientales (EAA) de la Universidad Metropolitana (UMET) en colaboración con el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques.

Se permite la reproducción para fines educativos con autorización de la EAA y el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques.

© 2009



**FIDEICOMISO
DE CONSERVACIÓN
E HISTORIA
DE VIEQUES**



Teléfono: (787) 741-8850

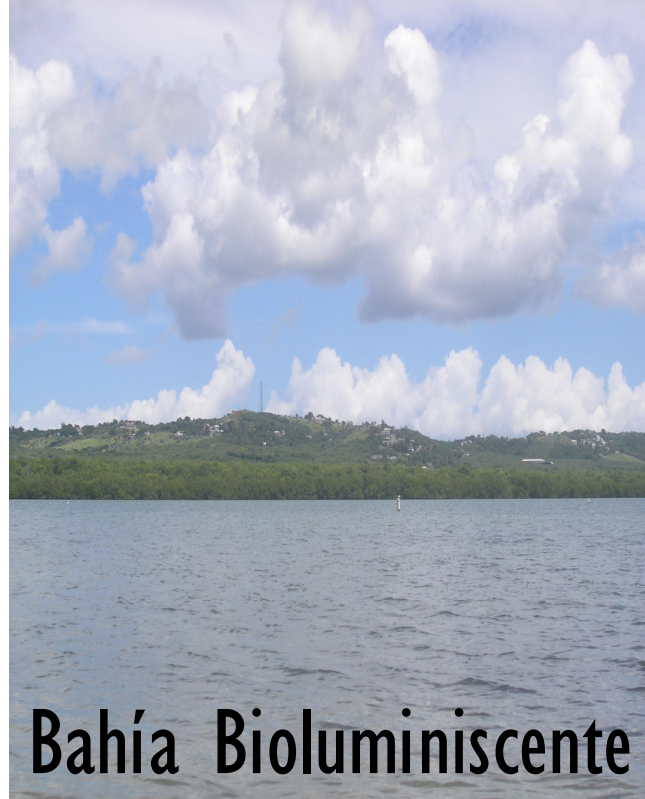
Fax: (787) 741-2844

Calle Flamboyán #138

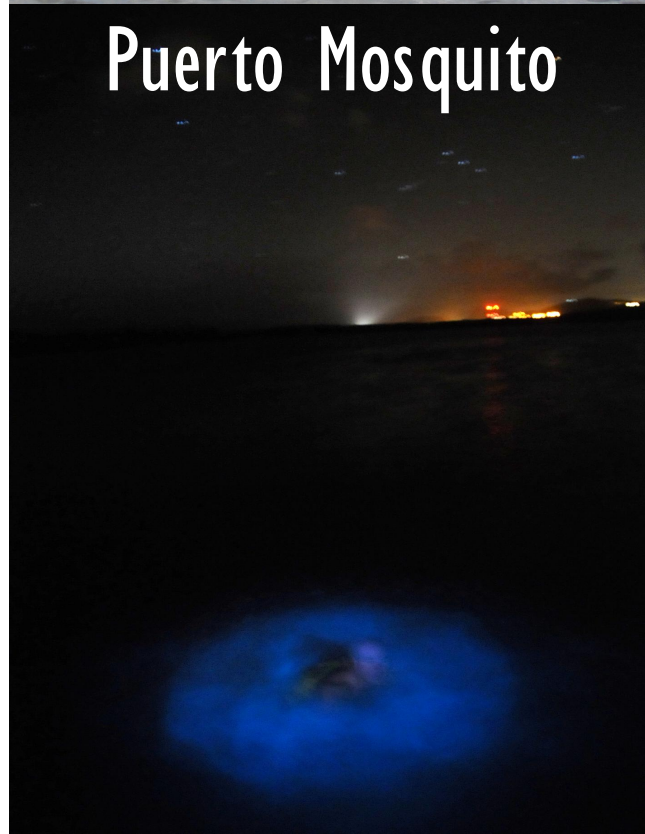
Vieques, P.R. 00765

<http://vcht.com>

Correo Electrónico: vcht@hughes.net



Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito



La Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

La Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito (BBPM), se diferencia de otras bahías por ser cede de una de los espectáculos más impresionantes de la naturaleza. Cada noche se puede observar en la bahía un brillo azul-verdoso que proviene de unos diminutos organismos. Este fenómeno conocido como bioluminiscencia se puede presenciar en la BBPM debido a que esta presenta las siguientes características:



Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

- ◆ Poca profundidad: un promedio de 1.46m, máxima de 4.20m
- ◆ Rodeada por árboles de mangle que suplen las vitaminas y nutrientes necesarios para sostener una alta población de *Pyrodinium bahamense*.
- ◆ Salinidad alta: promedio de 36 ppm
- ◆ Tamaño relativamente pequeño: área superficial de aproximadamente 647,497 m²
- ◆ Poca precipitación
- ◆ Temperaturas tropicales: Promedio 29.1°C
- ◆ Una pequeña apertura al mar, que limita el flujo de agua, nutrientes y organismos entre el Mar Caribe y la BBPM

¿Qué hace que brille la Bahía Bioluminiscente?

Los organismos que hacen que la bahía brille son microscópicos, pero hay cientos de miles de ellos en cada galón de agua en nuestra bahía. Su nombre científico es el *Pyrodinium bahamense* que significa torbellino de fuego de las Bahamas.

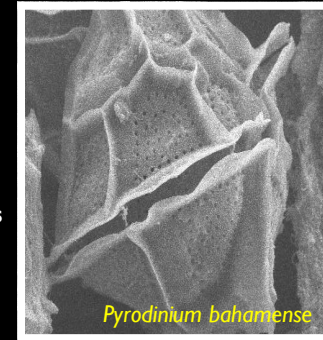
Reino: Protista

Phylum: Dinoflagellata

Clase: Dynophyceae

Orden: Gonyaulacales

Género: Pyrodinium



Pyrodinium bahamense

Estos organismos son:

- ◆ Unicelulares: compuestos por una sola célula
- ◆ Protistas: organismos que tiene características de plantas y animales
- ◆ Asexuales – Se reproducen por división de célula sencilla
- ◆ Dinoflagelados: Organismos de colas o dos flagelas giratorias

¿Por qué brilla la Bahía?

- ◆ *Pyrodinium bahamense* brilla cuando es estimulado mediante el contacto
- ◆ La BBPM cuenta con una alta concentración de *Pyrodinium bahamense*, que se mantiene relativamente constante
- ◆ Cada *Pyrodinium bahamense* brilla en promedio de 10 centésimas de Segundo

Ecosistemas que interactúan con la Bahía Bioluminiscente

Manglares



Mangle Rojo

Ayudan a descomponer materia orgánica, que proporciona alimento a organismos de la bahía. Funcionan como filtros evitando que llegue gran cantidad de sedimento a la bahía.

Praderas de Hierbas Marinas

Absorben el exceso de nutrientes en el agua y estabilizan el sedimento controlando la erosión del piso marino. Sirven como alimento a muchos organismos que habitan en la Bahía Bioluminiscente



Hierba de Tortuga

Arrecifes de Coral



Coral: abanico de mar

Protegen la entrada de la bahía, manteniendo un intercambio limitado entre la bahía y el Mar Caribe.

Importancia ecológica de la Bahía Bioluminiscente

- Sirve como refugio cuando ocurren fenómenos atmosféricos
- Hábitat para especies migratorias
- Provee diversas fuentes de alimento
- Cobija una gran biodiversidad de especies
- Recurso turístico
- Sirve de vivero para diferentes especies
- Alberga especies en peligro de extinción



Manta Raya Americana



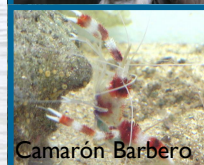
Boba Prieta



Chapín Liso



Águila de Mar



Camarón Barbero



Juey de Tierra



Estrella de Mar

Impactos del Ser Humano en la Bahía Bioluminiscente



Basura en la orilla, en los mangles y dentro de la bahía.

Erosión y sedimentación causada por escorrentías que pueden traer exceso de nutrientes de terrenos aledaños.



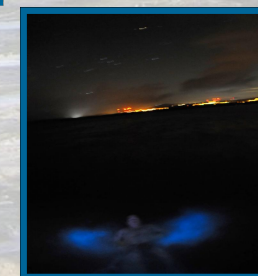
Prácticas de pesca y turismo no adecuadas:

- Derrame de aceites y/o gasolina provenientes de motores de lanchas
- Uso de insecticidas y bloqueadores solares para entrar a la bahía



Compactación del terreno cercano a la bahía por el flujo de vehículos de motor.

Contaminación de luz que proviene de terrenos cercanos a la bahía, no permite que se aprecie la bioluminiscencia.



Conservación de la Bahía Bioluminiscente



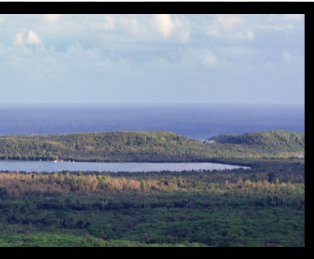
Estudiantes del programa educativo MANTA realizando muestreo en la BBPM

- Programas educativos
- Monitoreo constante
- Buenas prácticas turísticas y de pesca
- Promover investigaciones científicas que ayuden a su manejo
- Leyes o Reglamentos para su protección
- Reforestación
- Trabajo voluntario
- Vigilancia y mantenimiento de sus alrededores
- Control de luces artificiales



Estudiantes del programa educativo MANTA realizando muestreo en la BBPM

For obtaining more information
 about Bioluminescent Bay and how
 to preserve this natural wonder,
 contact the Vieques Conservation and Historical



Mark Martin and Elda L. Guadalupe
 L. Guadalupe Carrasquillo

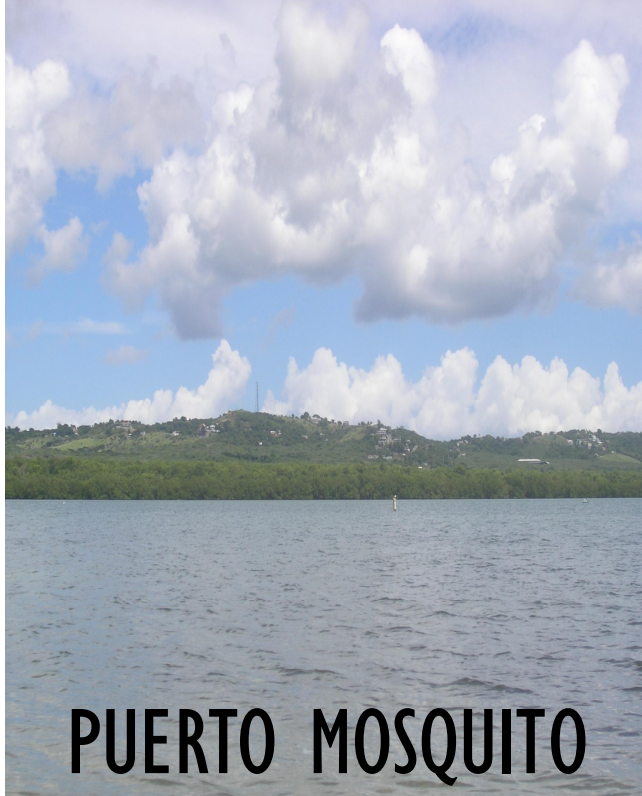


Thanks to a collaboration agreement for the
 development of the Master's Degree in Arts of the
 Center of Masters Degree in Arts of the School of Environmental Affairs
 (EAA) of the Universidad Metropolitana with the Vieques Conservation and
 Historical Trust.

For education purposes with the
 Vieques Conservation and Historical
 Trust.



Phone: (787) 741-8850
 (787) 741-2844
 P.O. Box 138
 Vieques, P.R. 00765
 Website: <http://vcht.com>
 Email: vcht@hughes.net



PUERTO MOSQUITO BIOLUMINESCENT BAY



Vieques, P.R.

Puerto Mosquito Bioluminescent Bay (Bio Bay)

The Puerto Mosquito Bioluminescent Bay is different from other bays, because it hosts one of the most impressive spectacles of nature. Each night we can appreciate at the bay a blue-green glow, that comes from tiny organisms. This phenomenon called bioluminescence can be observed at the bay, because it has some unique characteristics:



Puerto Mosquito Bioluminescent

- ◆ Shallow waters: average depth 1.46m / 4.79ft
- ◆ Surrounded by Mangrove trees that supply vitamins and nutrients needed to support high concentrations of *Pyrodinium bahamense*.
- ◆ High salinity: average of 36 ppm
- ◆ Relatively small area: an average superficial area of 647,497 m²
- ◆ Low amount of precipitation
- ◆ Tropical temperatures: average 29.1°C (84.4°F)
- ◆ Narrow canal that opens to the sea, that limits the flow of water, nutrients and organisms between the Caribbean Sea and the Bio Bay.

What makes Bio Bay glow?

The Bio Bay's glow is caused by organisms, called dinoflagellates. Hundreds of millions of them produce the scientific name of these dinoflagellates is *Pyrodinium bahamense* that means "glow from Bahamas".

- Kingdom: Protista
- Phylum: Dinoflagellata
- Class: Dynophyceae
- Order: Gonyaulacales
- Genus: *Pyrodinium*



These organisms have the following characteristics:

- ◆ Unicellular: formed by a single cell
- ◆ Protist: organisms that have characteristics of both plants and animals
- ◆ Asexual – they reproduce by binary fission
- ◆ Dinoflagellates: Organisms with two flagella ("tails") revolving around the cell
- ◆ Plankton – Aquatic microorganisms that do not navigate by themselves, they are distributed in the water by currents and current movements

Why does the Bio Bay glow?

- ◆ *Pyrodinium bahamense* produces light when stimulated by contact
- ◆ The Bio Bay has a high concentration of *Pyrodinium bahamense*, that makes the glow stable
- ◆ Each *Pyrodinium bahamense* cell can produce up to 10 hundreds of a second

that interact the Bio Bay

angroves

Help in the decomposition of organic material, that supply food to the organisms that inhabit the Bay. They function as filters, preventing large amounts of sediments from entering the Bay.

Grass Beds



Turtle Grass

al Reefs

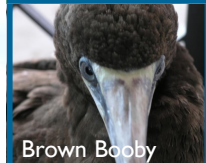
Limit the depth of the canal, to maintain a limited exchange of water between the bay and the Caribbean Sea.

Human Impacts on the Bio Bay

- Serves as refuge for atmospheric phenomenon
- Habitat for migratory species
- Provides a diverse source of foods



Southhorn Stingray



Brown Booby



Smooth Trunkfish



Osprey



Barber Pole Shrimp



Land Crab



Cushion Sea Star

- Shelters a great biodiversity of species
- Tourist recourse
- Serves as a nursery
- Shelters species in danger of extinction

Human Impacts on the Bio Bay



Garbage on the shore and under water.

Erosion and sedimentation caused by watershed that may bring excessive nutrients from nearby farm lands



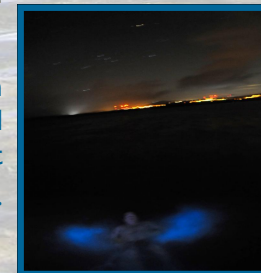
Non healthy tourist or fishing practices:

- Leakage of oil and combustibles from motors
- Use of insecticides in the water



Soil compaction caused by transit of motor vehicles near the bay.

Light contamination from nearby public and private artificial light features.



Bio Bay Cons



MANTA Summer education

- Educational program
- Constant monitoring
- Sustainable Eco tourism
- Promote scientific st management
- Laws and regulations
- Law enforcement and the area.
- Reforestation
- Volunteer work
- Control of artificial li



MANTA Summer education p
me



Actividades *sobre, desde y para* la
Bahía Bioluminiscente de
Puerto Mosquito



[Guía del
Maestro]

GUÍA DEL MAESTRO

ACTIVIDADES SOBRE, DESDE Y PARA LA BAHÍA BIOLUMINISCENTE DE PUERTO MOSQUITO

Elaboración y Diseño

Elda L. Guadalupe Carrasquillo

Editores

María Vilches Norat

Mark P. Martin Bras

Fotografías

Elda L. Guadalupe Carrasquillo

Salvi Colón

Esta publicación es posible gracias al acuerdo de colaboración para el establecimiento del Centro de Internado de la Maestría en Artes en Estudios Ambientales de la Escuela de Asuntos Ambientales (EAA) de la Universidad Metropolitana (UMET) en colaboración con El Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques (FCHV).

Se permite la reproducción para fines educativos con autorización de la EAA y el FCHV.

© 2009



Tabla de Contenido

Introducción.....	IV
La Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.....	V
Carta a un educador.....	VI
Primera parte del avalúo LQS.....	VII
Segunda parte de avaluo LQS.....	VIII
Actividad 1.....	1
Actividad 2.....	3
Actividad 3.....	5
Actividad 4.....	8
Actividad 5.....	10
Actividad 6.....	12
Actividad 7.....	14
Hojas de trabajo.....	16

Introducción

Esta guía de actividades es parte del esfuerzo del Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques (FCHV), para educar a la juventud escolar de Vieques *sobre, desde y para* (Palmer,1999) el tesoro natural que posee conocido como la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (BBPM). La guía contiene actividades diseñadas para el nivel intermedio e incluye ideas como éstas pueden adaptarse a nivel elemental y superior. Todas las actividades están alineadas a los estándares del programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico y los estándares de educación ambiental de la National Association for Environmental Education (NAEE).

El FCHV, ofrecerá apoyo a las actividades de la guía Puede comunicarse con el FCHV para obtener material informativo sobre la BBPM (en calidad de préstamo), material del laboratorio (en calidad de préstamo) y de ser necesario, el apoyo de un recurso disponible.

Cada una de las actividades contenidas en esta guía, incluye las hojas de trabajo necesarias para llevarlas a cabo. En el caso que utilice esta guía para educar sobre, desde otra bahía bioluminiscente, entonces deberá adaptar alguna de las hojas de trabajo, para la bahía específica que estará estudiando (Hoja de trabajo 1a y 3a).

La Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (conocida antes como Caño Hondo), adquiere su nombre por la presencia de cientos de millones de microorganismos conocidos como dinoflagelados, de la especie *Pyrodinium bahamense*, que producen bioluminiscencia al mezclar dos químicos que tienen presentes en sus cuerpos: Luciferina y Luciferaza.

La BBPM posee una serie de características que permiten la concentración adecuada de *Pyrodinium bahamense* entre las que se destacan: (a) la poca profundidad, (b) el que está bordeada de mangle, (c) una alta salinidad, (d) poca comunicación con el mar externo y (e) que recibe poca precipitación (J. González, C González & S Wiscovich, 2001).

La BBPM posee gran importancia ecológica, cultural y económica para la isla municipio de Vieques (Rivera, 2000). En años recientes, la BBPM se ha convertido en uno de los focos principales del turismo que llega a la isla, la utilización no sustentable de esta ecosistema puede llevar a su pérdida, dado el caso que es un ecosistema muy frágil.

Otra amenaza para la BBPM son los sedimentos arrastrados por las escorrentías, provenientes de tierras urbanizadas y agrícolas (E. Tainer, 2007). La sedimentación en la BBPM puede afectar la cantidad de nutrientes necesarios para sostener una concentración adecuada de *Pyrodinium bahamense*.

Según un informe del Servicio Nacional de Parques (Seiger, 2001), la BBPM se encuentra en un estado saludable. Este informe sugiere que se establezcan programas educativos que den a conocer las características únicas que posee la BBPM para sostener una concentración adecuada de *Pyrodinium bahamense* y las prácticas saludables para mantener estas condiciones.

Estimado/a Educador/a:

Gracias por interesarte en la conservación de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (BBPM). Este manual fue diseñado especialmente para el/la educador/a y los /las estudiantes de Vieques, pero puede utilizarse para otros lugares. Contiene actividades alineadas a los estándares del programa de Ciencias del Departamento de Educación (DE) de Puerto Rico (7mo-9no grado), y pueden ser integradas a otras materias y adaptadas a otros grados.

Algunas actividades deben realizarse desde la BBPM, el FCHV puede ayudar a coordinar este viaje, recuerde seguir el debido proceso del DE. En caso que lleve a cabo el viaje al campo recuerde a los y las estudiantes llevar ropa adecuada, bloqueador solar y agua para mantenerse hidratados.

Esta guía contiene actividades constructivistas, donde se espera que al final el estudiante pueda analizar sobre su aprendizaje y crear su propio trabajo para la BBPM. Los estudiantes aprenden más cuando el aprendizaje le es pertinente y con sentido como se pretende en esta guía.

Si cada estudiante pasa por esta experiencia creada *sobre, desde y para* la BBPM, eventualmente contaremos con una comunidad conciente y podemos asegurar que este recurso natural tan importante perdure por generaciones.

Sinceramente,

Elda L. Guadalupe Carrasquillo - Maestra de Ciencias Generales
Y el Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques

Avalúo: LQS

Antes de comenzar las actividades de esta guía, indique a cada estudiante que complete las dos columnas a continuación, de lo que sabe y lo que desea saber de la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito. Al finalizar las actividades, recuerde completar la segunda parte de este avalúo.

Lo que sé...

Lo que quiero saber...

Continuación Avalúo: LQS

Luego de completar las actividades de esta guía, indique a cada estudiante que complete la dos columna a continuación, sobre lo que aprendió Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito.



Lo que aprendí...

Actividad: 1**Duración:** una hora**Nivel:** Intermedio**Materias Integradas:***Ciencia, Estudios Sociales y Matemáticas***Objetivos:**

- Crear una lista de los componentes bióticos y abióticos que pueden encontrarse en la RNBBPM
- Construir un mapa de la RNBBPM donde puedan ubicar aquellos aspectos que mencionaron en su lista

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes construirán un mapa de la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente, ubicando los aspectos más importantes de la misma. Los estudiantes utilizarán las experiencias y conocimientos previos que tienen de la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito para completar esta actividad.

¿Qué es la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito?

Materiales:

- Hoja de trabajo 1a
- Hoja de trabajo 1b
- Lápices de colores
- Fotos de la RNBBPM
- Mapa de la RNBBPM

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Repasar los conceptos abiótico y biótico.
2. Repasar los componentes de un mapa.

El día de la actividad:

1. Pregunte a la clase ¿Quién ha visitado la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente? (Si desea puede hacer una representación grafica de la contestación). Puede añadir si desea; los que han visitado de día, los que han visitado de noche y los que han visitado de día y de noche.
2. Converse con los estudiantes sobre las observaciones que hicieron en la bahía, enfatizando los factores bióticos y abióticos.
3. Dígame a cada estudiante que escoja una pareja para trabajar la actividad. Asegúrese de que cada pareja cuente con una persona que haya visitado la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.
4. Indique a los estudiantes que identifiquen la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito en el mapa de Vieques (Hoja de trabajo 1a).
5. Pida a los estudiantes que creen un mapa de la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito (hoja de trabajo 1b). Indique que deben utilizar diferentes colores y símbolos para identificar los factores abióticos y bióticos más importantes de la reserva.
6. Pida a cada grupo que presente su mapa al resto de la clase.
7. Presente un mapa de la RNBBPM y discuta los factores como: manglares, caminos, veredas, la salina, la dirección del viento, la apertura de la bahía al mar, entre otros.

Estándar de Ciencia:**Los sistemas y modelos:**

El estudiante es capaz de conocer lo que son sistemas, sus interacciones, sus funciones y los componentes de los mismos. Asimismo, diseñará y construirá modelos y representará situaciones por medio de modelos físicos, utilizando recursos tecnológicos.

SM.7.2 Analiza los componentes y características de los diferentes ecosistemas.

Estándar de Educación**Ambiental:**

1. Destrezas de preguntar o inquirir y análisis

E) Organizar la información

Los estudiantes son capaces de clasificar, organizar y desplegar los datos de maneras que ayudan a su análisis e interpretación.

Presentar los datos ambientales en una variedad de formatos incluyendo tablas, diagramas, gráficos, mapas, y organigramas. Por ejemplo, ilustrar el flujo de la corriente, crear un mapa de los negocios locales que requieren permisos de la calidad del aire, u organizar los resultados de encuestas en una tabla.

Profundidad:

Pida a los grupos que preparen una lista con los componentes bióticos y abióticos presentes en la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito que no incluyeron en su mapa. Motívelos a buscar estos componentes en su próxima visita a la RNBBPM.

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto grado):

1. Explique a los estudiantes lo que es la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.
2. Haga el mapa en un papel de estraza en el piso del salón.
3. Pida a cada estudiante que incluya un componente biótico (con vida) o abiótico (sin vida) en el mismo.
4. Demuestre cómo se utilizan los símbolos y las leyendas en un mapa, a medida que añade componentes a la RNBBPM.
5. Luego pida a las y los estudiantes que discutan la diferencia entre el mapa que construyó la clase y el real.

Adaptación a nivel superior (décimo a duodécimo grado):

1. Pida a los estudiantes que incluyan en su mapa factores como cuencas hidrológicas cercanas, dirección del viento, lugares de mayor densidad de fauna, entre otros factores.



Fotografía por Salvi Colon

Actividad: 2**Duración:** una hora**Nivel:** Intermedio**Materias Integradas:**

Ciencia y Artes Visuales

Objetivos:

- Comprender la función de barrera filtradora entre la bahía y las tierras adyacentes, que poseen los humedales
- Identificar los componentes de la RNBBPM en un modelo
- explicar la importancia que tienen los mangles en la RNBBPM.

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes trabajarán en grupos para construir un modelo de un humedal, como lo es la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito. Identificarán sus partes y realizarán una prueba para ver la efectividad que tienen para atrapar sedimentos y controlar inundaciones.

Modelo del humedal de la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

Materiales:

- Bandeja grande y llana
- Plasticina
- Gomaespuma de floristería (oasis) o esponjas grandes
- Tierra suelta
- Agua
- Vaso de laboratorio
- Papel blanco
- Fotos de la BBPM

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Asigne grupos de cinco o seis estudiantes cada uno y pida a los estudiantes que traigan los materiales necesarios.
2. Asigne a los estudiantes una lectura sobre la importancia de los humedales.

El día de la actividad:

1. Explique a las y los estudiantes que los humedales o los manglares en la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito tienen funciones importantes para preservar las condiciones necesarias en la bahía bioluminiscente que permiten la concentración adecuada del dinoflagelado *Pyrodinium bahamense*.
2. Reparta las instrucciones para construir el modelo a cada grupo (Hoja de trabajo 2a).
3. Bríndele al menos 30– 45 minutos a los estudiantes para que completen el modelo.
4. Solicite a los estudiantes que discutan sus observaciones en el grupo de trabajo y que identifiquen qué parte del modelo representa la bahía, manglar y las tierras adyacentes al mismo.
5. Discuta y explique las importancias que tiene el manglar en la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito para la reducción y filtración de sedimentos y qué podría suceder en la bahía bioluminiscente si los manglares fueran eliminados parcial o totalmente.

Estándares de Ciencia:**Las interacciones:**

El estudiante es capaz de identificar, describir y analizar la interacción entre la materia y la energía, entre los seres vivos y la de éstos con su ambiente. De igual forma, describirá la relación entre la fuerza y el movimiento, las interacciones básicas de la naturaleza y el continuo cambio en la superficie de la Tierra.

1.7.1 Analiza las diferentes relaciones que existen entre los organismos en un ecosistema.

1.7.1.3 Reconoce la diversidad de relaciones que se establece entre las plantas, los animales, los humanos y otras especies.

Estándares de Educación**Ambiental:****G) Llegar a conclusiones y desarrollar explicaciones**

Los estudiantes son capaces de sintetizar sus observaciones y resultados en explicaciones coherentes. Proponer explicaciones basadas en lo que observaron o aprendieron con la investigación, seleccionando la evidencia que utilizarán y explicar las discrepancias. Sintetizar e interpretar la información de una gama de fuentes.

Profundidad:

Solicite a las y los estudiantes que hagan una tabla que incluya las actividades antropogénicas (humanas) que ellos conocen que se llevan a cabo en la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito y el posible efecto (si alguno) que estas pueden tener sobre el humedal. Luego discuta los resultados con la clase.

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto):

1. Discuta con los estudiantes los conceptos: sedimentación, humedal, mangles, bahía bioluminiscente, y cualquier otro que considere necesario.
2. Puede realizar una demostración en vez de un modelo, para toda la clase.
3. Realice la demostración, utilizando las instrucciones para construir el modelo (Hoja de trabajo 2a).
4. Pida a los estudiantes que identifiquen los componentes del modelo o la demostración.
5. Discuta con los estudiantes las observaciones que hicieron. Enfatique la importancia de los mangles y la función de estos en la RNBBPM.

Adaptación a nivel elemental (nivel secundario):

1. Pida a las y los estudiantes que busquen información sobre el uso de los terrenos cerca a la RNBBPM.
2. Discuta con ellas y ellos que tipo de material puede ser arrastrado hasta la RNBBPM por escorrentías ocasionadas por las lluvias fuertes.



Fotografía tomada por Elda L. Guadalupe Carrasquillo

Actividad: 3**Duración:** dos horas**Nivel:** Intermedio**Materias Integradas:**

Ciencia, teatro y español

Objetivos:

- Extraer información relevante de un tema estudiado.

- Comprender la importancia de los *Pirodinium bahamense* para la Bahía Bioluminiscente Puerto Mosquito y los aspectos que pueden afectarlos.

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes simularán una conferencia de prensa de los *Pirodinium bahamense*. Se dividirá el total de estudiantes en tres grupos 1. Población de *pirodynium bahamense*, 2. Una serie de reporteros y 3. Un grupo de escritores; de acuerdo con los intereses de cada uno de ellos y ellas. Se discutirán la importancia de estos organismos en la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito y la fragilidad de los mismos.

¡Un aplauso para nuestros invitados especiales!

Materiales:

- Hoja de trabajo 3a
- Hoja de trabajo 3b
- Hoja de trabajo 3c
- Fotos de *p bahamense*.
- libros de referencia

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Divida el salón en tres grupos. El primer grupo serán los invitados especiales, los dinoflagelados *Pirodinium bahamense*, el segundo serán los reporteros y el tercero los escritores. No le mencione aún a cada grupo cual es su rol.

2. Asigne una búsqueda de información (puede dejar una serie de documentos reservados en la biblioteca escolar) a las y los estudiantes sobre los dinoflagelados *Pirodinium bahamense*.

El primer día de la actividad:

1. Converse con los estudiantes sobre los aspectos especiales que tiene la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito. Asegúrese de que mencionen “el brillo”, “la fluorescencia” o los dinoflagelados entre los aspectos especiales.

2. Explore entre los estudiantes cuánto conocen sobre estos aspectos (“el brillo”, “la fluorescencia” o los dinoflagelados).

3 Solicite a los estudiantes que se dividan en los grupos que ya fueron creados.

4. Explique al grupo que en la próxima clase se va a llevar a cabo una simulación de una conferencia de prensa. Explique que cada grupo tiene un rol en la programa y asigne los roles en este momento. Los Roles son: 1. población de *pirodynium bahamense*, 2. una serie de reporteros y 3. un grupo de escritores.

5. El grupo que representa una población de *pirodynium bahamense* deberá buscar información sobre este organismo y hacer las anotaciones de aspectos que consideren importantes. El grupo de reporteros deberá redactar las preguntas que hará a los *pirodynium bahamense*. Y el grupo de escritores tendrá a cargo un resumen de la conferencia de prensa.

Estándar de Ciencia:**Las Interacciones:**

El estudiante es capaz de identificar, describir y analizar la interacción entre la materia y la energía, entre los seres vivos y la de éstos con su ambiente. De igual forma, describirá la relación entre la fuerza y el movimiento, las interacciones básicas de la naturaleza y el continuo cambio en la superficie de la Tierra.

1.7.2 Reconoce que algunos microorganismos y virus pueden ser beneficiosos para el ser humano y su ambiente.

Estándar de Educación Ambiental:**2.2. El ambiente viviente****A) Organismos, poblaciones, y comunidades**

Los principiantes entienden que las comunidades bióticas se componen de plantas y animales que están adaptadas a vivir en ambientes particulares. Vincular las características de la anatomía interna y externa con la capacidad de organismos de hacer o de encontrar alimento y de reproducirse en ambientes particulares.

Importante:

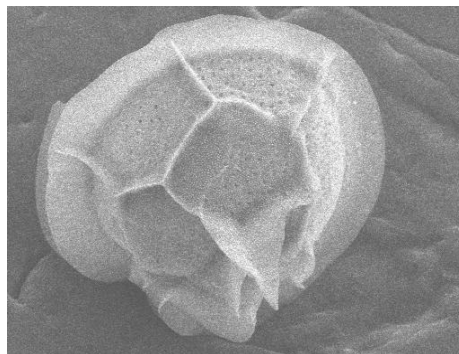
Cada grupo debe estar claro en su tarea para que la siguiente parte de la actividad pueda fluir con facilidad. Puede asignar a cada reportero una cantidad específica de preguntas que realizará y/o un tema específico para que pueda dirigir sus preguntas, por ej., la estructura del *p. bahamense*, o quienes son sus depredadores. Los escritores deben conocer el formato que utilizarán para escribir su “artículo”. Y aquellos que representan la población de *p. bahamense* deben dividir los temas que cada uno contestará en la conferencia de prensa.

El segundo día de la actividad:

1. Acomode el salón, de manera que se pueda llevar a cabo la conferencia de prensa. Un panel para los conferenciantes (*p. bahamense*), una área para los reporteros y un área donde se acomode la audiencia, que serán los escritores.
2. Aclare las dudas en cuanto al proceso:
 - a. Establece un orden de preguntas, si es necesario.
 - b. Recuérdales a los escritores que deben tomar notas del proceso.
3. Comience la conferencia de prensa, intente que no se extienda por más de 20 minutos.

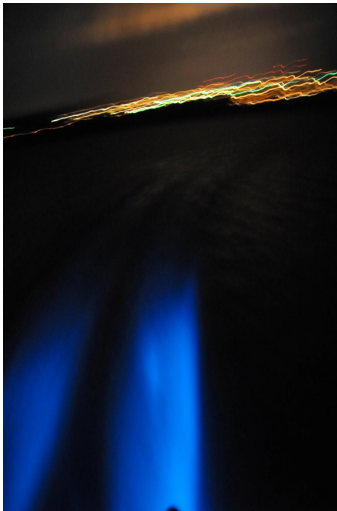
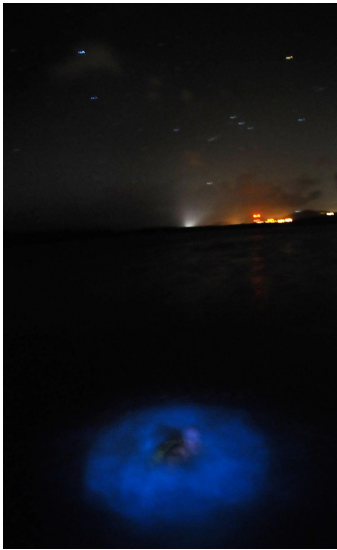
Profundidad:

1. Pida a los estudiantes que anoten una lista de interrogantes que le puedan haber surgido a partir de lo que aprendió durante esta actividad.
2. Pregunte a los estudiantes que otro organismo le gustaría conocer a profundidad, crea una lista y observe cual de ellos fue mencionado en mas ocasiones.



Fotografía cortesía del Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques

Fotografías que muestran la bioluminiscencia producida por los dinoflagelados *pyrodinium bahamense*.



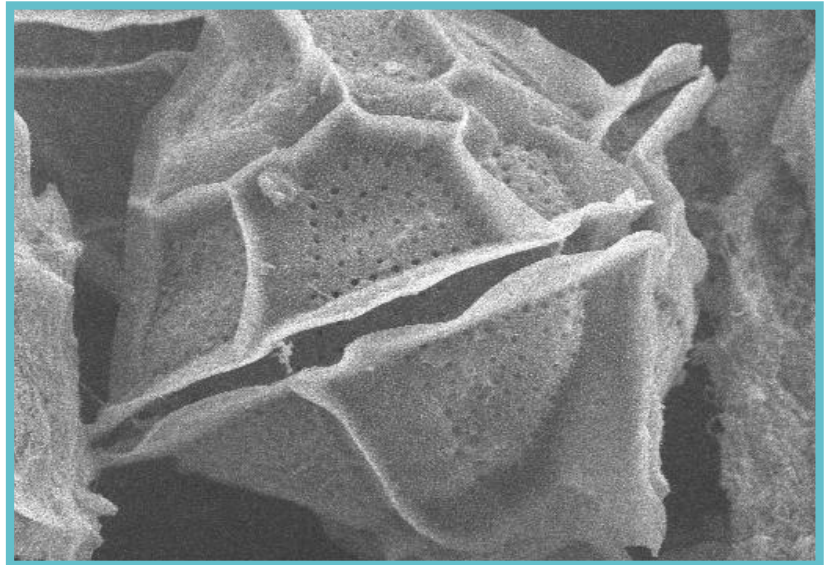
Fotografías por Salvi Colón

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto grado):

1. Seleccione una serie de datos sobre los *p. bahamense* que crea necesarios incluir en la actividad. Anote los en tarjetitas 3 1/2" x 5". Haga lo mismo con las preguntas que considera necesarias.
2. Divida el grupo en parejas, donde uno será el *p. bahamense* y el otro será el reportero. Entregue a cada pareja el material que ha preparado.
3. Pida a cada pareja que prepare una presentación de una entrevista con la información asignada. Esta no debe extenderse más de dos minutos.
4. Luego de escuchar todas las "entrevistas" pida a los y las estudiantes que escriban un párrafo en forma de resumen sobre la información que les fue presentada.

Adaptación a nivel superior (decimo a undécimo grado):

1. Pida a los estudiantes que escriban sobre la importancia y la necesidad que existe en comunicar a la comunidad en general los aspectos discutidos durante esta actividad.



Fotografía cortesía del Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques

Actividad: 4**Duración:** dos horas**Nivel:** Intermedio**Materias Integradas:**

Ciencias y español

Objetivos:

- Experimentar el contacto directo con la naturaleza, visitando la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.
- Practicar destrezas de observación.
- Desarrollar vocabulario para comunicar observaciones.
- Desarrollar aprecio por la naturaleza, mediante el contacto con ella.

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes visitarán la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito y realizarán una serie de observaciones. Utilizarán los cinco sentidos para esta actividad. Luego comunicarán las observaciones que más le impactaron.

¡Mira,
olfatea,
escucha,
siente y
saborea!

Materiales:

- Copia del cuaderno de observaciones cualitativas (hojas de trabajo 4a – 4d)
- lápiz

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Realice las gestiones necesarias para llevar a cabo el viaje de campo a la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.
2. Discuta con los y las estudiantes la importancia de realizar observaciones constantes en ecosistemas como el de la Bahía Bioluminiscente.
3. Aclare las dudas que puedan existir sobre la diferencia entre observar e inferir.
4. Duplique la hoja de trabajo para esta actividad y cree un folleto de observaciones para cada estudiante.

El día de la actividad:

1. Reúne a los y las estudiantes en un área amplia de la Bahía Bioluminiscente.
2. Explique que harán las observaciones del ecosistema de manera individual. Entregue un folleto de observaciones a cada uno (a).
3. Solicite a los y las estudiantes que se mantengan en silencio por la duración de la actividad.
4. Establece un perímetro donde los y las estudiantes puedan hacer sus observaciones a la vez que pasean por los alrededores de la bahía.



Fotografía por Elda L. Guadalupe Carrasquillo

Estándares de Ciencia:

La Naturaleza de la Ciencia:

El estudiante es capaz de conocer que la ciencia es de naturaleza dinámica, inquisitiva e integradora. Puede formular preguntas e hipótesis, diseñar experimentos y recopilar datos para llegar a conclusiones utilizando la metodología científica de forma crítica y colaborativa. De igual manera el estudiante reconocerá el impacto de la ciencia, la economía y la tecnología sobre la sociedad para tomar decisiones sobre la responsabilidad ciudadana ante los avances científicos y tecnológicos.

NC.7.1.2 Realiza observaciones cuantitativas y cualitativas.

Estándares de Educación Ambiental:

C) Recopilar la información—

Los estudiantes son capaces de encontrar y recopilar la información confiable sobre el ambiente o los asuntos ambientales usando una variedad de métodos y de fuentes.

- Observar sistemáticamente

Profundidad:

Realice esta actividad en otro ecosistema (como una playa de arena, o un bosque húmedo) y luego pida a los estudiantes que comparen y contrasten las observaciones realizadas en cada uno de ellos.

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto):

1. Discuta con los estudiantes la manera correcta de realizar observaciones cualitativas.
2. Realice esta actividad en grupos de tres estudiantes.
3. Realice las actividades del cuaderno una a una, discutiendo las instrucciones antes de realizar cada una de ellas.

Adaptación a nivel secundario (décimo a duodécimo grado):

1. Realice esta actividad en coordinación con el /la maestro(a) de inglés, indique a los estudiantes que realicen las partes escritas en inglés.
2. Solicite a los estudiantes que comuniquen sus observaciones oralmente (en inglés) frente al grupo.



Fotografía de Elda L. Guadalupe Carrasquillo

Actividad: 5

Duración: dos a tres horas

Nivel: Intermedio

Materias Integradas:

Ciencias y matemáticas

Objetivos:

- Desarrollar y refinar las destrezas de tomar medidas.
- Comprender la utilidad de tomar y documentar medidas precisas.
- Utilizar el método de transepto lineal para llevar a cabo las observaciones.
- analizar las medidas tomadas por los distintos grupos y formular conclusiones.

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes realizarán un transepto lineal en la BBPM, donde llevarán a cabo medidas y observaciones de la vegetación que se encuentran en ella. Luego compartirán los resultados obtenidos.

A tomar medidas en la Bahía Bioluminiscente

Materiales:

- Hoja de trabajo 5a y 5b
- Lápiz
- Termómetro
- Cinta métrica
- Medidor de pH

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Realice esta actividad en el viaje de campo a la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.
2. Discuta con los y las estudiantes la importancia de realizar observaciones cuantitativas en ecosistemas como el de la Bahía Bioluminiscente.
3. Explique y discuta con las y los estudiantes el método de transepto lineal.
4. Duplique las hojas de trabajo para esta actividad.

El día de la actividad:

1. Realice preferiblemente esta actividad luego de la Actividad #4.
2. Explique que harán las observaciones cuantitativas del ecosistema, y que trabajaran en grupo para llevarlas a cabo.
3. Divida los grupos de trabajo y entregue un folleto de observaciones cuantitativas a cada uno (a).
4. Permita que los grupos seleccionen un área de la orilla de la BBPM donde realizarán el transepto lineal, asegúrese de que cada grupo tenga una distancia horizontal de al menos cinco metros.
5. Aclare dudas que surjan sobre las hojas de trabajo. Entregue a cada grupo una cinta métrica, un termómetro y un medidor de pH.
6. Indique que pueden comenzar.

Estándares de Ciencia:***La Naturaleza de la Ciencia:***

El estudiante es capaz de conocer que la ciencia es de naturaleza dinámica, inquisitiva e integradora. Puede formular preguntas e hipótesis, diseñar experimentos y recopilar datos para llegar a conclusiones utilizando la metodología científica de forma crítica y colaborativa. De igual manera el estudiante reconocerá el impacto de la ciencia, la economía y la tecnología sobre la sociedad para tomar decisiones sobre la responsabilidad ciudadana ante los avances científicos y tecnológicos.

NC.7.1.2 Realiza observaciones cuantitativas

NC.7.3 Reconoce que el Sistema Internacional de Medidas (SI) es el utilizado por la comunidad científica y utiliza instrumentos de medición para obtener información y expresa medidas en este sistema.

Estándares de Educación**Ambiental:*****C) Recopilar la***

información— Los estudiantes son capaces de encontrar y recopilar la información confiable sobre el ambiente o los asuntos ambientales usando una variedad de métodos y de fuentes.

Medir exactamente y mantener expedientes cuidadosos y exactos.

Profundidad:

Solicite a los estudiantes que realicen un listado de diferentes medidas que se pueden tomar en la Bahía Bioluminiscente y que indiquen que utilidad le pueden dar los científicos a estas. Discuta otras medidas como el conteo de *p. bahamense*.

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto):

1. Fotocopie una hoja de observaciones cuantitativas para cada uno, pero trabaje la actividad con dos grupos.
2. Solicite a dos o tres estudiantes que realicen cada medida.
3. Realice dos transeptos lineales para llevar a cabo la actividad.

Adaptación a nivel secundario (décimo a duodécimo grado):

1. Pida a los estudiantes que realicen conversiones utilizando el SI.
2. Solicite a los y las estudiantes, que ubiquen cada uno de los transeptos lineales en un mapa de la BBPM (utilizando una brújula o un GPS) y lo analicen tomando en cuenta los espacios donde no hay vegetación presente.



Fotografía de Elda L Guadalupe Carrasquillo

Actividad: 6**Duración:** una hora**Nivel:** Intermedio**Materias Integradas:**
Ciencia y español**Objetivos:**

- buscar información sobre la contaminación lumínica
- identificar alternativas para evitar la luz artificial excesiva
- comprender como la luz artificial puede ser un contaminante en la BBPM
- observar la contaminación lumínica desde la bahía.

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes realizaran una búsqueda de información sobre la contaminación lumínica, la discutirán en grupos para luego contestar una serie de preguntas. Luego visitaran la BBPM de noche para observar el fenómeno de contaminación lumínica.

La contaminación lumínica, ¿Afectará a la Bahía Bioluminiscente?

Materiales:

- Información sobre contaminación lumínica
- Hoja de trabajo 6a

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Asigne grupos de cinco o seis estudiantes cada uno y pida a los estudiantes que traigan información de contaminación lumínica. Puede sugerir la búsqueda cibernética en las paginas de El Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico y La Nacional Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), entre otras
2. Utilice estas preguntas guías:
 - a. ¿Qué es la contaminación lumínica?
 - b. ¿Qué causa la contaminación lumínica?
 - c. ¿Qué efectos puede tener la contaminación lumínica en los seres vivos?
 - d. ¿Cómo impide la contaminación lumínica apreciar los cielos y la bioluminiscencia?
 - e. ¿Qué alternativas existen para disminuir la contaminación lumínica?

El día de la actividad:

1. Explique a las y los estudiantes que la tecnología, es necesaria y útil, pero que el exceso o el abuso de ella puede causar danos.
2. Converse con los estudiantes sobre la información que trajeron.
3. Divida a los y las estudiantes en sus grupos de trabajo, solicite que lean y discutan sobre el tema utilizando las preguntas guías.

Estándares de Ciencia:**LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS:**

El estudiante es capaz de conocer lo que son sistemas, sus interacciones, sus funciones y los componentes de los mismos. Asimismo, diseñará y construirá modelos y representará situaciones por medio de modelos físicos, utilizando recursos tecnológicos.

SM.7.5 *Analiza y evalúa cómo el progreso ha contribuido en la contaminación de los sistemas.*

Estándares de Educación**Ambiental:**

C) Recopilar la información-- Los estudiantes son capaces de encontrar y recopilar la información confiable sobre el ambiente o los asuntos ambientales usando una variedad de métodos y de fuentes. Determinar, elegir, y sintetizar los materiales de recursos tales como fotografías aéreas, mapas topográficos, e imágenes basadas en los satélites; colecciones de la biblioteca y del museo, documentos históricos, testimonios de testigos presencial; bases de datos y hojas de balance; el Internet; y expedientes del gobierno.

Viaje a la BBPM de noche:

1. Coordine una visita nocturna a la BBPM.
2. Solicite a las y los estudiantes que realicen observaciones en el transcurso del viaje.

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto):

1. Discuta con los estudiantes los conceptos: luz y contaminación de luz.
 2. Puede realizar la siguiente demostración:
 - i. Apague la luz (cierre las ventanas) del salón.
 - ii. Encienda una linterna.
 - iii. Encienda la luz y abra las ventanas.
 - iv. Encienda nuevamente las ventanas.
3. Pregunte a los estudiantes la diferencia de la luz de la linterna.
4. Pregunte a los estudiantes que comparen la bioluminiscencia con la linterna. Y como se afecta la bioluminiscencia cuando hay mucha luz presente.

Adaptación a nivel elemental (nivel secundario):

2. Pida a las y los estudiantes que identifiquen en un mapa de Vieques los lugares que probablemente contaminen con su exceso de luz la BBPM.
3. Discuta con ellas y ellos que tipo alumbrado debería utilizarse en lugares cercanos a la BBPM.



Fotografía de Salvi Colón

Actividad: 7

Duración: dos o tres horas

Nivel: Intermedio

Materias Integradas:
Ciencia, arte y español

Objetivos:

- realizar trabajo colaborativo
- diseñar propaganda para la protección y conservación de la Bahía Bioluminiscente

Resumen de la actividad:

En esta actividad las y los estudiantes diseñarán una campaña para la protección y la conservación de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito. Se dividirán en grupos de trabajos, según su área de interés creativo.



Fotografía Cortesía de
Elda L. Guadalupe

Vamos a ayudar a la Bahía Bioluminiscente

Materiales:

- Hoja de trabajo 7a
- cartulina, papel de construcción, papel de estraza, etc.

PROCEDIMIENTO:**Antes del día de la actividad:**

1. Discuta con los estudiantes las características de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito.
2. Dialogue con los estudiantes sobre campañas de protección ambiental, como Puerto Rico Brilla Naturalmente del Fideicomiso de Puerto Rico y Yo Limpio a Puerto Rico, entre otras.

El día de la actividad:

1. Permita que los estudiantes formen sus grupos de acuerdo a sus intereses. Asegurese que haya una diversidad de trabajos, algunas sugerencias son:
 - a. Cartelones
 - b. Opúsculos
 - c. Obras/ Anuncios de TV
 - d. Talleres para estudiantes de pre-kinder y Zinder
 - e. Canciones/ poemas
 - f. Letreros
2. Pida a los estudiantes que se reúnan para diseñar la campaña educativa (hoja de trabajo 7a),
3. Coteje los diseños de las campanas.
4. Permita uno o dos periodos de clase para que los estudiantes realcen los trabajos.
5. Cada grupo presentara su campana educativa para la BBPM, frente a la clase.

Estándar de Ciencia:**Las Interacciones:**

El estudiante es capaz de identificar, describir y analizar la interacción entre la materia y la energía, entre los seres vivos y la de éstos con su ambiente. De igual forma, describirá la relación entre la fuerza y el movimiento, las interacciones básicas de la naturaleza y el continuo cambio en la superficie de la Tierra.

1.7.7 Propone alternativas que contribuyan a la solución de problemas ambientales causados por el ser humano

Estándar de Educación**Ambiental:****C) Planificar y tomar acción**

Los estudiantes comienzan a verse como ciudadanos que toman papeles activos en sus comunidades, son capaces de planificar para la acción ciudadano e implicarse en acciones ciudadanas en niveles que son apropiados con su madurez y preparación. Desarrollar los planes de acción que pueden realizar individualmente, en grupos pequeños, o con una clase, un club, o una organización más grande. Incluir razones y metas claras para la acción. Basar estos planes en el conocimiento de una gama de estrategias de acción ciudadana y en los resultados de sus investigaciones ambientales acerca de los issues.

Profundidad:

Pida a los grupos que lleven a cabo su campana en otras escuelas y/o lugares públicos.

Adaptación a nivel elemental (cuarto a sexto grado):

1. Explique a los estudiantes la importancia de preservar la BBPM.
2. Discuta con ellos como se puede llevar el mensaje de conservación a otros.
3. Preparen entre todos un acróstico para la conservación de la BBPM.

Adaptación a nivel superior (decimo a undécimo grado):

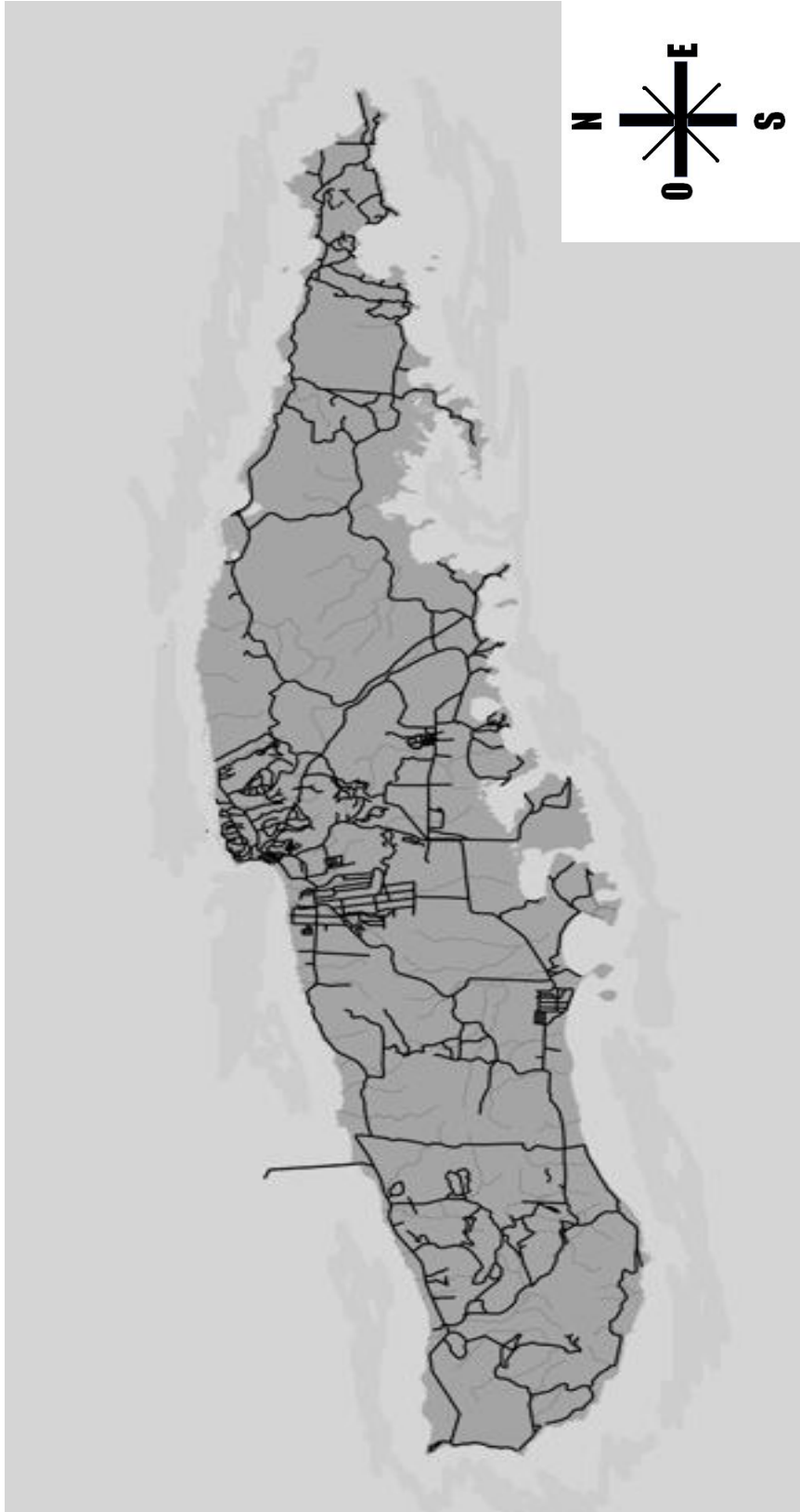
1. Pida a los estudiantes que redacten cartas a las agencias pertinentes sobre la necesidad de programas de conservación para la BBPM.



Fotografía Elda L. Guadalupe Carrasquillo

Ubica la BBPM en este mapa de Vieques, P.R.

1a



Mapa de la Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

1b

LEYENDA

Construir un modelo de:

LA BAHÍA BIOLUMINISCENTE DE PUERTO MOSQUITO

Lee cuidadosamente el siguiente procedimiento para construir el modelo.

1. Haz una capa fina de plastilina en la mitad de la bandeja.
2. Moldea la plastilina de tal forma que cree una pendiente con la parte vacía de la bandeja. Corta uno o varios pedazos de gomaespuma de floristería (oasis) o esponja, suficiente para llenar el espacio vacío frente a la plastilina. Inserte los pedazos de plantas en la gomaespuma o esponja.
3. Mezcla dos o tres cucharaditas de tierra suelta en aproximadamente 1 ½ tazas de agua.
4. Vierte lentamente el agua fangosa sobre la parte superior de la plastilina.
5. Anote sus observaciones.
6. Remueva con cuidado la pieza de gomaespuma o la esponja del modelo.
7. Mezcla dos o tres cucharaditas de tierra suelta en aproximadamente 1 ½ tazas de agua.
8. Vierte lentamente el agua fangosa sobre la parte superior de la plastilina.
9. Anote sus observaciones

Anota tus observaciones en la siguiente tabla:

Con la gomaespuma o esponja	Sin la gomaespuma o esponja

Contesta las siguientes preguntas:

1. ¿Qué actividades piensas puede afectar el estado óptimo de los humedales, o manglares en la RNBBPM?

2. ¿Qué otra función piensas que puedan tener los manglares dentro de la RNBBPM?

3. ¿Qué otros materiales puede contener al agua arrastrada a los manglares?

Yo _____ represento un *Pyrodinium bahamense*
Nombre de estudiante

La (s) fuente(s) de información que utilice para completar esta actividad es (son):

Autor(es)	año de publicación	Título o pagina de internet

Tema: _____

Datos importantes sobre los *Pyrodinium bahamense*:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Yo _____ represento un reportero de noticias.
Nombre de estudiante

Recorta la identificación de PRENSA y completa la información.

PRENSA

Nombre _____

Actividad _____

Lugar de trabajo: _____

Tema: _____
 Preguntas importantes para realizarle a los
Pyrodicticum bahamense:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

Yo _____ represento un escritor de noticias.

Nombre de estudiante

Luego de escuchar la conferencia de prensa. Escribe un articulo informativo sobre los que se discutió en el transcurso de la actividad.

Titulo del Artículo: _____

Realizado por: _____

Multiple horizontal lines for writing the article.

Observaciones cualitativas hechas en el ecosistema de:

REALIZADAS POR:

Fecha:

El Clima

Marca uno de los siguientes, según aplique.

Se Sienteí

caliente
húmedo
fresco
frío

Viento

calmado
soplado
ventoso
tormentoso

Precipitación

despejado
llovizna
lluvia
chubasco

Claridad

soleado
parcialmente nublado
nublado

¿Te gusta el clima que sientes? _____ ¿Por qué? _____

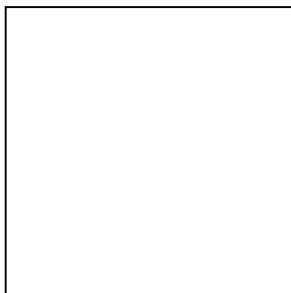
Observación Dibujada

Selecciona una òvista ò de los alrededores de la bahía y realiza un dibujo de ella.

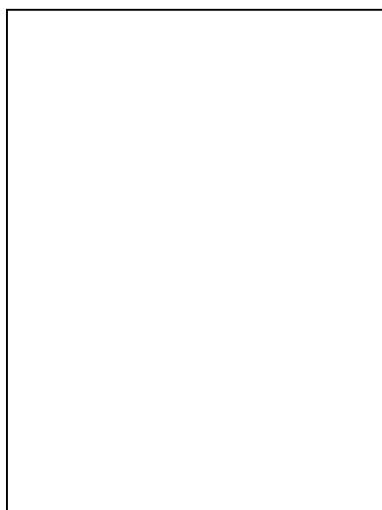


Detalles

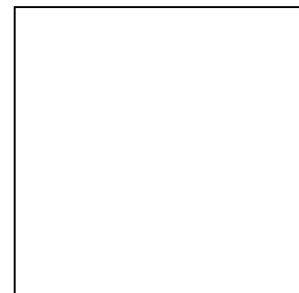
Selecciona los siguientes detalles de la òvista ò que dibujaste.



Dibuja lo más pequeño
que observaste



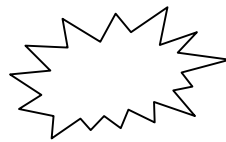
Dibuja lo más grande que observaste.



Dibuja lo más que te
gusto.

Mapa auditivo

Selecciona un lugar y siéntate cómodamente. Luego cierra los ojos y escucha atentamente a tu alrededor. Anota los sonidos que escuchas de acuerdo a la dirección de donde provienen, ubícate en el centro del mapa.



Se sienteí

Utiliza el tacto para encontrar tres cosas que se sientaní

<u>suave</u>	<u>áspero</u>	<u>liso</u>	<u>rugoso</u>	<u>granulado</u>	<u>ceroso</u>

A qué hueleí

Selecciona tres lugares distintos. Siéntate cómodamente en cada uno. Luego cierra los ojos y anota los olores que percibes. Utiliza la cantidad de adjetivos que entiendas necesarios para describir el olor que percibes.

Lugar: _____
Olores percibidos: _____ _____ _____ _____ _____ _____
1

Lugar: _____
Olores percibidos: _____ _____ _____ _____ _____ _____
2

Lugar: _____
Olores percibidos: _____ _____ _____ _____ _____ _____
3

¿Salado?

Prueba*í* si te atreves (saborea pero no ingieras) los siguientes componentes de la bahía. Luego escribe en orden de más a menos salados.

- Un poco de agua de la bahía
- Una hoja de mangle rojo
- Una hoja de algún arbusto retirado de la orilla de la bahía
- Un poco de arena

- _____
- _____
- _____
- _____

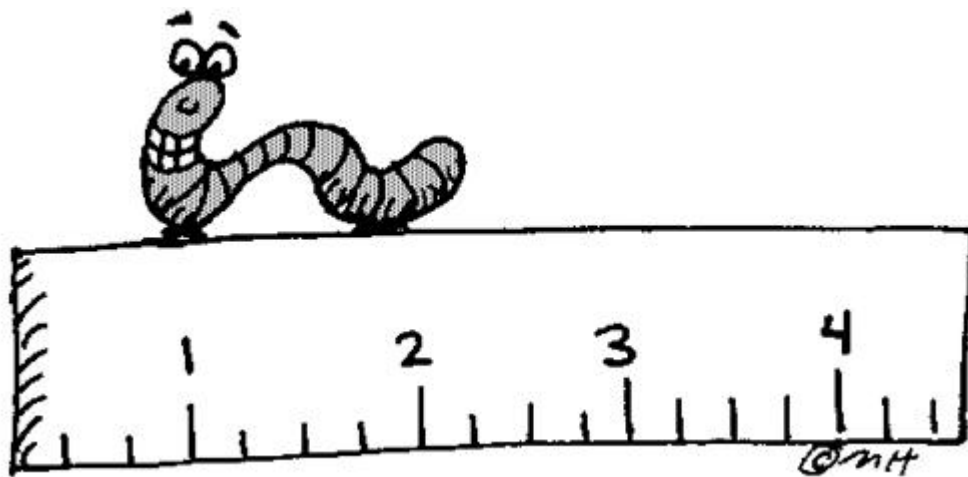
Transecto Lineal: (unidimensional). Útil para el muestro de árboles y arbustos. Consiste en tomar observaciones en una línea o líneas situadas al azar o sistemáticamente sobre un área.

Procedimiento para llevar a cabo un transecto lineal:

1. Selecciona con el grupo un espacio en la orilla de la BBPM, asegúrense de estar al menos cinco metros de distancia horizontal con respecto a los otros grupos.
2. Reúne los materiales necesarios para la actividad: cinta métrica, termómetro, dos estacas de tres pies, hilo grueso o sogas finas y un medidor de pH.
3. Comienza a medir un metro dentro del agua (de la orilla hacia adentro un metro), coloca la primera estaca en este lugar.
4. Luego mide 25 metros con la cinta métrica, es importante mantener una línea recta (perpendicular a la orilla) desde la estaca que está en el agua hasta el final de los 25 metros.
5. Amarra la cinta, hilo o sogas de una estaca a la otra.
6. Subdivide la línea en intervalos de 5m, marcando el hilo de cada cinco metros.
7. Muévete por la línea y por cada uno de los intervalos a la vez. Considere solo las plantas que tocan la línea, las de abajo y arriba de esta. Divida la vegetación en estratos: a) grama y plantas pequeñas (pegadas al piso, por debajo de la cinta), b) arbustos y c) árboles. Trate cada estrato por separado.
8. Comenzando por el estrato A de grama y plantas pequeñas en este estrato incluya el metro de agua. Identifique las especies por números (escriba una pequeña descripción para cada una) Por ejemplo: Estrato A: Planta I es una grama verde y larga. Planta II es una planta pequeña que parece grama con las hojas verdes y marrones, etc. Recuerda trabajar de intervalo en intervalo. Anota tus observaciones en la hoja correspondiente al estrato A. Mida la distancia que cubre cada especie a lo largo del intervalo.

Cont. Del procedimiento para llevar a cabo un transepto lineal:

9. Completa los cinco intervalos para el estrato A. En este estrato mida la distancia que cubre cada especie identificada a nivel de suelo. Si no hay vegetación presente en partes de la línea, entonces anota la distancia sin vegetación en la hoja de observaciones.
10. Completa la hoja de observaciones para el estrato A antes de continuar con los próximos estratos.
11. Repita los pasos ocho y nueve para los estratos B (arbustos). En este estrato mida el área cubierta por cada especie de arbusto.
12. Repita los pasos ocho y nueve para el estrato C (árboles). Para este estrato mida la sombra o la distancia cubierta por el follaje (hojas, ramas y ganchos).
13. Luego de completar todos los intervalos de los estratos A, B y C, Tome la temperatura del suelo a los 0m (en el agua), 5m, 10m, 15m, 20m y 25 metros. Anote las medidas en la hoja de observaciones.
14. Mida el pH del agua a los 0m del transepto lineal. Anote las medidas en la hoja de observaciones.



Transecto lineal

Tablas para identificar especies de plantas

Estrato A: gramas y plantas pequeñas

Especie	Descripción de la hoja	Color asignado
1		
2		
3		
4		

Estrato B: arbustos

Especie	Descripción de la hoja	Color asignado
1		
2		
3		
4		

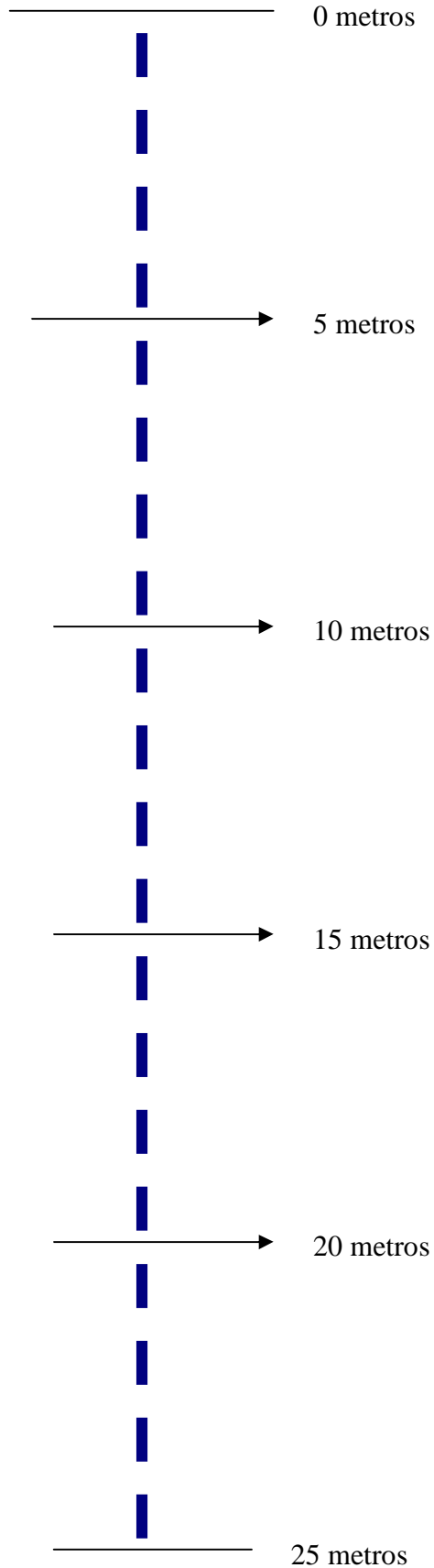
Estrato C: árboles

Especie	Descripción de la hoja	Color asignado
1		
2		
3		
4		

Transecto lineal

Estrato A:
gramas y plantas pequeñas

Colorea (según la leyenda) en cada intervalo el espacio que cubre cada una de las especies identificadas. Recuerda incluir el agua y las áreas que no tienen vegetación, asígnale un color a estas y añádelas en la leyenda.

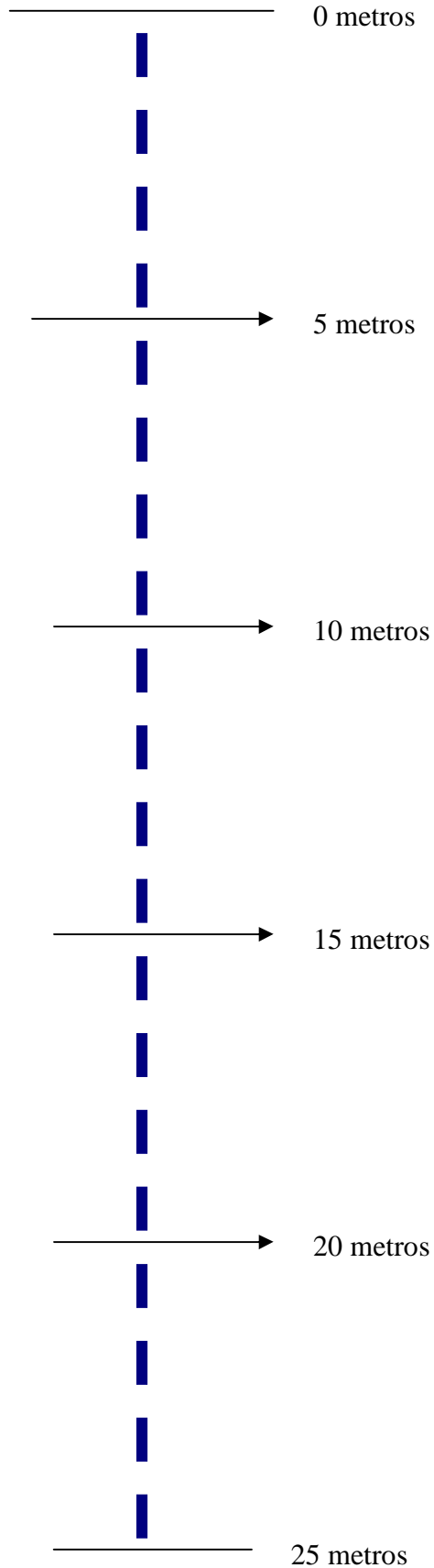


Transecto lineal

Estrato B:

Arbustos y/o árboles pequeños

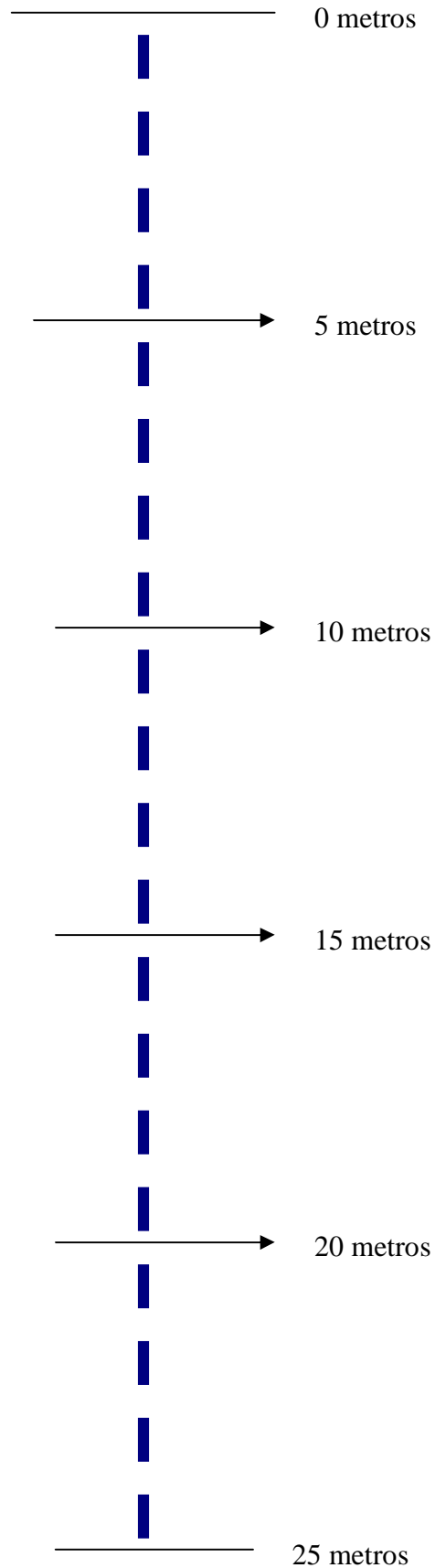
Colorea (según la leyenda) en cada intervalo el espacio que cubre cada una de las especies identificadas. Recuerda incluir aquellas plantas que toquen la línea del intercepto solamente. Si hay espacios vacíos en este estrato, asígnale color y añádelos en la leyenda.



Transecto lineal

Estrato C: árboles

Colorea (según la leyenda) en cada intervalo el espacio que cubre cada una de las especies identificadas. Recuerda incluir toda el area que cubre el follaje del arbol (hojas y ramas). Si hay espacios vacíos en este estrato (areas donde ves claramente el cielo), asígnale color y añádelos en la leyenda.



Anota la temperatura que obtuviste en cada intervalo:

0m: _____ 5m: _____ 10m: _____ 15m: _____ 20m: _____ 25m: _____

Anota el pH del agua: _____

Contesta:

1. ¿Cuál de los estratos tiene mayor vegetación? A, B o C _____

2. ¿Por qué piensas que este estrato tiene mayor vegetación?

3. ¿Qué especie predominó en el transepto lineal? _____

4. Compara y contrasta tu transepto lineal con los de otros grupos. ¿Qué transepto tuvo mayor vegetación?

5. ¿Qué grupo tuvo más áreas sin vegetación?

6. ¿Piensas que debe haber más vegetación en esta área? ¿Qué crees pueda suceder si la vegetación disminuye?

7. ¿Qué alternativas puedes mencionar para aumentar la vegetación de la BBPM?

Contaminación Lumínica

6a

Integrantes del grupo	Fuente de la información

Contesta las siguientes preguntas con la información que discutieron:

1. ¿Qué es la contaminación lumínica?

2. ¿Qué efecto puede tener la contaminación lumínica en los seres vivos?

3. ¿Qué efecto tiene la contaminación lumínica en la observación de los cuerpos celestes?

4. ¿Cómo podríamos controlar la contaminación lumínica?

Una campaña para la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

La idea que tenemos para una campaña para la protección de la BBPM es:

Esta campaña va a ayudar a la BBPM en:

Nuestra campaña esta dirigida al sector de _____.

Nuestra Meta para la campaña es:

Estos son los pasos que vamos a seguir para la campana:

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Al finalizar esta investigación y la elaboración de los productos, concluimos que la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito requiere de una gran variedad de esfuerzos como educación, monitoreo (análisis constantes), vigilancia, y creación de instalaciones (como veredas interpretativas y la instalación de un área de abordaje) para conservarla en un buen estado. Determinamos que la educación debe dirigirse a las diferentes poblaciones que visitan la BBPM, incluyendo a los concesionarios, a los pescadores, grupos de turistas, grupos estudiantiles y otro público en general. El esfuerzo realizado por el FCHV ha educado a una gran cantidad de visitantes entre ellos cientos de jóvenes viequenses, de los cuales esta bahía dependerá en un futuro. Los esfuerzos del FCHHV, deben unirse con los del DRNA, los realizados por el municipio (como resoluciones y ordenanzas), otras agencias y grupos comunitarios interesados para la creación y implantación de programas educativos exitosos en la BBPM.

Determinamos que se debe coordinar, a la vez que se realizan las actividades educativas para la bahía, una visita nocturna y una visita de día a la BBPM para que el/la estudiante pueda experimentar de primera mano lo que se pretende conservar y proteger (Broda, 2007). Concluimos también que dado la condición geográfica y demográfica de la isla municipio de Vieques, se puede impactar a la gran mayoría de la totalidad de los estudiantes viequenses a nivel secundario con este tema.

Recomendaciones

Fideicomiso de Conservación e Historia de Vieques

- Llevar a cabo una serie de talleres de adiestramiento a las y los maestros de Vieques, con el fin de utilizar el material educativo de la guía.
- Implantar un programa de educación popular (de EA) para llegar a las comunidades que comúnmente no llegan al FCHV y adaptar algunas de las actividades de la guía para esto.
- Colaborar con el DRNA para establecer un programa de voluntarios de la BBPM.
- Reproducir el opúsculo elaborado sobre la BBPM, para ser distribuido en el Cuarto de Luces/ Bio-room.

Municipio de Vieques

- Crear, estudiar y Aprobar resoluciones y/o ordenanzas para la protección de la BBPM. Como establecer una zona de amortiguación y un reglamento para regular las luces en los alrededores de la reserva.
- Crear propaganda alusiva a la protección de la BBPM y ubicarla en lugares estratégicos, como el terminal de lanchas y el aeropuerto, lugar donde la gran mayoría de los visitantes llegan a la isla.
- Colaborar con DRNA, para reforzar la vigilancia nocturna de la BBPM.

- Crear controles en cuanto a precio de los viajes ofrecidos por los concesionarios y la accesibilidad que puedan tener los residentes de bajos recursos económicos de disfrutar de la BBPM.

Departamento de Educación

- Incluir el tema de la BBPM en el currículo de educación del Distrito Escolar de Vieques, esto se puede hacer utilizando un mapa curricular, donde se presente el tema de manera transversal y se alinea con los estándares y expectativas por materia y grado.
- Proveer al estudiante la oportunidad de visitar la BBPM, de día y de noche, en colaboración con concesionarios que proveen el servicio.

DRNA – Reserva Natural de la Bahía Bioluminiscente de Puerto Mosquito

- Incluir en la RNBBPM, veredas interpretativas donde se enfatice la flora y fauna de la reserva.
- Examinar la posibilidad de compartir el manejo de la BBPM con otras agencias y/o grupos comunitarios.
- Crear más letreros interpretativos.
- Revisar y actualizar el plan de manejo de la RNBBPM, y exigir que sea implantado.

Limitaciones

Al realizar esta investigación nos encontramos con escasa literatura educativa sobre los ecosistemas bioluminiscentes, como la BBPM. Durante la culminación de esta investigación se celebró en Vieques el Primer Simposio de Bioluminiscencia (2009), en el cual se presentaron investigaciones asociadas a la bioluminiscencia y se establecieron recomendaciones para el manejo adecuado de la misma. Las agencias pertinentes y la comunidad en general mostraron interés genuino por la conservación de la BBPM. El producto de esta investigación ayudara a que la comunidad escolar de la isla pueda conocer, disfrutar y proteger este preciado recurso.

LITERATURA CITADA

- 2ndo Congreso Iberoamericano de Educacion ambiental (Guadalajara, Mexico). (1977). Recuperado el 20 de octubre de 2009 de <http://anea.org.mx/eventos/IICongIberoEdAmb/Conclusiones.pdf>
- Armstrong, H. G. (2005) Environmental education in Tobago's primary schools: a case study of coral reef education. *Tropical Biology*, 53(1), 229-238.
- Arroyo Berríos, Gloria I.; Cardona Ruiz, Brenda N.; Cordero Hilerio, Nancy (2009). Guía de Educación Ambiental para la Reserva Marina Tres Palmas de Rincón, Puerto Rico. Disertación de maestría no publicada. Universidad Metropolitana de Puerto Rico: San Juan, Puerto Rico.
- Bauer, L.J.; Menza, C.; Foley, K.A. & Kendall, M.S. (2008). An ecological characterization of the marine resources of Vieques, Puerto Rico Part I Historical data synthesis. Prepared by National Centers for Coastal Ocean Science Biogeography Branch in cooperation with the office of Response and Restoration. Silver Spring, MD. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 86. 121pp.
- Bernache-Baker, B.(1995). The bioluminescent bays of Vieques. Recuperado el 16 de marzo de 2009 de <http://www.biobay.com/cd/articles/barbl.html>
- Borges, B.(2003). El constructivismo: una alternativa para el proceso de enseñanza y aprendizaje. *Revista Cayey*, vol 80:41-54
- Cintrón, G. and Maddux, W. (1972). *Bahías Bioluminiscentes*, Junta de Calidad Ambiental, Oficina del Gobernador.
- Chepesuik, R.(2009). Light Pollution. *Environmental Health Perspectives*, 7(1): 20-27.
- Declaracion de la Conferencia Intergubernamental de Tbilisi sobre la Educación Ambiental. (1977). Recuperado el 21 de febrero de 2009 de <http://www.anea.org.mx>
- Delgado, C.A.; Novelo, R.A.; & Pérez, B. (2007). *Primer Reporte de pyrodinium bahamense, Dinoflagelado Toxico, en la Bahía de Campeche, México*. Recursos y Medio Ambiente. XVI Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología del Mar.
- Departamento de Recursos Naturales y Ambientales, Division de Recursos Naturales y Refugios de Vida Silvestre. (2006) *Borrador Final: Plan de Manejo Bahía Bioluminiscente de Vieques*.
- Ecotourism. (2001). Recuperado el 14 de abril de 2008 de <http://www.ecotourism.org/site>.

- Fideicomiso de Conservacion e Historia de Vieques. (2008). *Flora y fauna común en las costas de Vieques*. Anaconda Press, Inc., USA
- Florentine, C. (2007). *Stable Isotope of Sedimentary Organic Mater From Bays in Vieques, P.R., as an Indicator of link Between Mangroves and Bioluminiscense*. Disertacion de maestria no publicada. Wesleyan: Colorado Collage.
- Freire, P; (1985). Pedagogía de la pregunta. Revista TAREAS. Lima, Perú.
- Freire, P.(1990). La naturaleza política de la educación: cultura, poder y liberación. Espana: Ediciones Paidos.
- Hernández, R.; Fernández, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- González Carmona, A. (2009). Practicas deBiologia para realizar con el alumnado. Revista digital Innovación y experiencias educativas, num. 19, Recuperado el 21 de febrero de 2009, de http://www.csi-csif.es/andalucia/mod_ense-csifrevistad_6.html
- Grupo de Apoyo Técnico y Profesional para el Desarrollo Sustentable de Vieques. (2002) *Guías para el desarrollo sustentable de Vieques*. Colombia: Publicaciones Gaviota.
- Grupo de trabajo de la Yaguaza de la sociedad para la conservación y el estudio de las aves del Caribe. (2003). *Los maravillosos humedales del acríbe insular*. Editora Corripio C. Por A.
- Holt Ciencias y Tecnología. (2008). *Introduccion a la Biología*. Holt, Rinehart and Winston A Harcourt Education Company. Austin, TX.
- Integración de la Educación Ambiental K-6to*; Guía curricular para los maestros de Puerto Rico, (2003). San Juan, P.R.: Departamento de Educación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.
- Jurin, R.R.; Roush. D. & Danter, J. (2000). *Environmental Communication. Skills and principles for Natural Resource Managers, Scentists, and Engineers*. Springer.
- La carta de la Tierra*. (2002). Recuperado el 12 de octubre de 2008, de <http://www.anea.org.mx>
- Latz, M. L.; Bovard, M; Vandelinder, V.; Segre, E.; Rohr, J. & Groisman, A. (2008). Bioluminiscent response of individual dinoflagellate cells to hydrodynamic stress measured with millisecond resolution in a microfluid device, *The Journal of Experimental Biology* 21(1): 2865-2875.

- Lewis, R.R.; Lombardo,R.; Sorrie, B.; D Alusio-Gerrieri, G.; Callaha N, R. (1981).*Mangrove forests of Vieques*, Puerto Rico, vol I, Managment Report, and vol II, Data Report.
- López, T. & Villanueva, N. (2006). *Atlas Ambiental de Puerto Rico*. San Juan, P.R.: la Editorial Universidad de Puerto Rico.
- Manual educación del medio ambiente. (2009). Recuperado el 15 de mayo del 2009, de <http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/fundamentos2.html>
- Marco Curricular de Ciencias*. (2003). San Juan, Puerto Rico.: Departamento de Educación del Estado Libre Asociado de Puerto Rico
- Margulis, L. & Sagan, D. (1998). *The Microcosmos Coloring Book*. Harcourt Brace Jovanovich, Inc. Orlando, Florida
- Munoz, M.(2009). El plankton: el futuro de nuestras especies a la deriva. *Revista ambiental Marejada*, vol 3(1), 34-36.
- North American Association for Environmental Education. (1996). *Materiales de Educación Ambiental: Pautas para la Excelencia*.
- North American Association for Environmental Education. (2004). *Excelencia en la Educación ambiental: Guías o Estándares para la Escuela Superior*.
- Padilla, E. & Robles, L. (2002). *Bioluminiscencia... mares en fuego*. Fideicomiso de Conservación de Puerto Rico: Tomo1 Número 6.
- Palmer, Joy. (1998). *Environmental Education in the 21st Century: Theory, Practice, Progress and Promise*. Routledge, Falmer, Taylor & Francis Group. New York.
- Puerto Rico Sea Grant Program y el Servicio de Extensión Agrícola. (2008). *Encuentro con el mar*. (UPRSG-E-78). P 17-19
- Puerto Rico Educa Sabio Currículo para la celebración del mes del planeta Tierra*. (2003). San Juan, P.R.: Departamento de Educación de Puerto Rico.
- Proctor, G. (1994). *Vieques mangrove forest manual*. Departamento de Recursos Naturales. San Juan, Puerto Rico.
- Rentería, Y.S. (2008). Estrategias de Educación Ambiental de institutos descentralizados en el sistema educativo colombiano en Medellín. *Revista Facultad Nacional de Salud Publica*, 26(1), 91-98
- Rich, C.; Longeore, T.; Beber, P.; Rydell J.; Gautherax, S.A.; Belser, C. et al. (2003). *Ecological consequences of Artificial Night Lighting*.

- Rivera Santana, J.E.; Gloceiwicz, J.; González, A. (1998). *Fisiografías de las cuencas y recomendaciones de reforestación*. En Guías de reforestación para las cuencas hidrográficas de Puerto Rico. Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. San Juan, Puerto Rico.
- Saliva, J. E. (1994). *Vieques y su fauna*. Boquerón, P.R.: U.S. Fish & Wildlife.
- Seliger, H. H. (2001). Bioluminescence In Puerto Mosquito And Conditions For Its Preservation As A Bioluminescent Bay. Unpublished final report to the National Park Service. National Park Service Order P5017000339.
- Silberman, M.(1996). *Aprendizaje Activo: 101 estrategias para enseñar cualquier materia*. Argentina: Editorial Troquel
- Sistema Universitario Ana G. Mendaz. (2009). *Lecciones ambientales para maestros de secundaria*. Programa de Ciencias y Educación Ambiental.
- Soler Figueroa, B. (2008). Comparación temporal y espacial de factores bióticos y abióticos en la Bahía Bioluminiscente de la Parguera y Puerto Mosquito en Vieques. Disertación de maestría no publicada. Universidad de Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico.
- Tainer, F. (2007). A GIS análisis of three bioluminescent bays, Vieques, P.R.. 20th Annual Keck Symposium. Recuperado el 9 de marzo de 2008 de <http://keckwooster.edu/publications>.
- Zayas, R. (2006). *Atractivos Naturales de Vieques*. Horizonte, 24-30 de mayo, 20.