BOSQUE ESCUELA LA OLIMPIA
"Ariel Massol Deyá"

Retos para una educación que humaniza

"Formar hombres y mujeres integrales, portadoras de los más elevados valores humanos, competentes para vivir en un mundo marcado por procesos que globalizan las interacciones entre los individuos, en medio de una revolución científica/técnica y que va definida en tiempos de grandes problemas planetarios que requieren contestaciones que nacen de la base comunitaria".

CASA PUEBLO
Adjuntas, PUERTO RICO
- 2016 -

Tabla de contenido

Sobre el Bosque Escuela **4**

Origen **4**

Misión, visión y perfil del egresado **4**

Marco curricular y filosofía educativa **5**

Cobertura forestal

Plan educativo **8**

Guía para el maestro **18**

Hongos y descomposición

Plan educativo **21**

Guía para el maestro **31**

Calidad de agua

Plan educativo **34**

Guía para el maestro **41**

Artrópodos del bosque

Plan educativo **46**

Guía para el maestro **52**

Clave dicotómica de identificación de artrópodos **54**

Clave dicotómica de identificación de insectos **55**

Clave dicotómica de identificación de arácnidos **62**

Ecoagricultura

Guía para el maestro **63**

Avifauna

Plan educativo **65**

Guía para el maestro **73**

Biodiversidad del bosque

Plan educativo **75**

Guía para el maestro **82**

Cuenca hidrográfica

Plan educativo **84**

Guía para el maestro **94**

Energía renovable **97**

Energía hidráulica

Plan educativo **98**

Guía para el maestro **105**

Energía eléctrica

Plan educativo **114**

Guía para el maestro **125**

Sobre el Bosque Escuela

Además del BOSQUE producir nuestras aguas, purificar el aire, producir oxígeno y albergar biodiversidad, ahora se añade un nuevo servicio ambiental: **educación que humaniza**.

El Bosque Escuela consiste de instalaciones y planta física en el entorno natural con contenido curricular. La escuela incluye instalaciones de aprendizaje no tradicional con salones al aire libre y una experiencia curricular con énfasis en las ciencias, las matemáticas, agricultura y las artes.

Aquí se presentan experiencias que se fundamentan en la observación, generación de hipótesis, levantamiento de datos, análisis e interpretación. La iniciativa está dirigida a mejorar el aprovechamiento académico con experiencias formales de educación liberadora, valorando la diversidad mientras se fomenta un ambiente de inclusión. Las experiencias están dirigidas a la reinserción de jóvenes asediados por las tecnologías de uso individual a su entorno natural a través de vivencias profundas y divertidas.

Ariel Massol Deyá (1969-2009), nombre con el que se bautizó el Bosque Escuela, fue habitante de La Olimpia al igual que el Julián Chiví, también gestor e inspiración para la creación de este bosque. Hoy le honramos con acciones de infinita esperanza, con un proyecto vivo, creciente, que ofrecemos a este nuestro Puerto Rico.

Origen

En el 2003, Casa Pueblo adquirió con esfuerzo propio 150 cuerdas de terreno para fundar el Bosque Escuela en el lugar donde nace el Río Grande de Arecibo que suple agua potable a más de un millón de habitantes desde Adjuntas, pasando por Arecibo y hasta la zona metropolitana. Su manejo comunitario incluye conservación de las áreas de bosque maduro, hábitat del Guaraguao de Bosque y el Falcón de Sierra, ambos en peligro de extinción. Tras un manejo comunitario exitoso, el 17 de agosto de 2013 inició formalmente un nuevo servicio ecosistémico al servicio del País: el Bosque Escuela La Olimpia Ariel Massol Deyá.

Misión, visión y perfil del egresado

El Bosque Escuela La Olimpia Ariel Massol Deyá constituye un espacio científico/comunitario para educar hacia la protección de nuestros recursos naturales y el desarrollo sostenible de la región.

Nuestro currículo está cimentado en la 'planta física' de la Escuela. Es decir, el bosque dicta las experiencias educativas de exploración, conceptualización y aplicación. Mediante esta estrategia de enseñanza-aprendizaje los estudiantes exploran áreas nuevas de conocimiento y retan mitos y conceptos previos sobre el bosque, la Ecología, la Biodiversidad, la Ciencia y la naturaleza en general. Igualmente, aprenden nuevos conceptos y re-evalúan otros conocidos. La meta siempre es alcanzar la fase de aplicación donde el estudiantado pone en acción las ideas exploradas y los conceptos aprendidos.

Se exploran conceptos ecológicos y se buscan soluciones científicas y comunitarias a problemas económicos, sociales y culturales. Los alumnos ny alumnas utilizan el método científico como herramienta que promueve pensamiento crítico. De la observación, desarrollan hipótesis mientras trabajan el proceso de diseño experimental. Finalmente, analizarán y compartirán data y resultados para llegar a conclusiones originales fundamentadas en la observación científica. La metodología del currículo del Bosque Escuela se basa en los métodos de inquirir, inductivos y deductivos, guiados y en ocasiones no guiados. Esto permitirá que el estudiante se desarrolle en su máxima capacidad, que pase por el proceso metacognitivo del aprendizaje y descubra qué y cómo está aprendiendo y cómo ese conocimiento es pertinente a la vida cotidiana.

El currículo es amplio, adaptable, e interdisciplinario. Los temas son de valor científico en contexto con nuestros valores culturales, sociales, y comunitarios. El currículo estimula la curiosidad natural científica de descubrir lo que no se sabe mientras fortalece en ellas y ellos sentimientos de confianza y autoestima positiva. A largo plazo, nuestro currículo busca crear individuos con la disciplina necesaria para actuar de manera vertical, aún ante la adversidad, por medio de la autogestión y la acción comunitaria. Además, el Bosque Escuela promueve entre los estudiantes que lo visitan el desarrollo de estrategias para el buen uso y manejo de recursos naturales, de manera responsable y sustentable.

Marco curricular y filosofía educativa

Con el apoyo de un voluntariado de madres, padres, facultad universitaria, científicos y científicas, artistas y la participación de nuestros estudiantes como protagonistas de este proceso, se establece el comienzo de una nueva etapa de comprensión, de lucha, de educación y de expansión de la conciencia para los fines de educar hacia la conservación de esa plataforma geológica donde se asienta el País para nosotros y las generaciones futuras. Con ese sentido de responsabilidad social, ambiental, política e histórica, nace el Bosque Escuela La Olimpia 'Ariel Massol Deyá'.

Aquí se fomenta la investigación como alternativa real al aprendizaje, ya que la enseñanza tradicional presume que (i) los y las estudiantes no saben y vienen a aprender, (ii) el maestro o maestra sabe y viene a enseñar a quien no sabe y (iii) la inteligencia se alcanza

progresivamente por la acumulación y repetición de conocimientos. La escuela transmisiva o la escuela mecánica repite las vivencias externas en un estado de inconsciencia. ¿Enseñar, aprender o experimentar? En nuestra *escuela comunitaria* se mantiene una búsqueda continua del conocimiento a través de la gestión individual, de la autogestión colectiva, utilizando la investigación como método para lograr el éxito de estas tareas. La *escuela comunitaria* será la síntesis de la suma de los momentos de análisis de la realidad siendo la investigación el medio para realizar estos análisis. Los participantes del proceso: estudiantes, facultad, voluntariado de la comunidad, estarán en posesión de la gestión de su propio conocimiento utilizando todas sus capacidades. Nos involucraremos en el proceso de una re-alfabetización creadora. La diferencia entre la alfabetización mecánica y la alfabetización creadora es que la alfabetización creadora está acompañada de una experiencia inmediata que activa el conocimiento y la memoria por medio de los sentidos. Entonces, la palabra o aprendizaje, producirá una resonancia en la consciencia. La resonancia es el sonido producido por reflexión o sonido elemental de los que acompañan a una nota musical. Así que la alfabetización mecánica es superficial, no tiene eco en el intelecto porque no hay reflexión. No se produce resonancia. Por tanto, no permitirá una expansión de la consciencia que es lo que perseguimos como ideal educativo.

En el Bosque Escuela, el participante es un todo o un microuniverso que domina su medioambiente.

El Bosque Escuela es un proyecto modelo institucional que se rige por un protocolo dentro del siguiente marco conceptual:

Confrontar el desarraigo y la alfabetización mecanizada por un proceso de realfabetización creadora. El estudiante se reeduca y retoma el verdadero significado de las palabras. Por ejemplo, cuando se refiere al bosque, al árbol, a la hoja, puede experimentar, palpar y sentir sus venas. Es decir, salir de la información sin resonancia.

1. La incorporación de un diario al currículo cumple dos funciones: una prueba diagnóstica sobre el progreso educativo y una muestra del progreso en el proceso de realfabetización creadora.
2. Aumentar el vocabulario de términos científicos del que muchos estudiantes han sido privados, y aumentar así su trasfondo cultural.
3. Practicar la teoría de los pequeños profesores donde los estudiantes adquirirán por la práctica y experimentación científica una capacidad para comunicar y educar a otros sectores de la comunidad tales como sus maestras, maestros o mentores, padres y madres, visitantes y amistades.
4. El ágora era la plaza donde se reunían las asambleas públicas en la antigua Grecia. El Bosque Escuela debe representar en estos tiempos ese foro de reaprendizaje y discusión de los elementos de la naturaleza y de la vida misma para lograr procesar la realidad de

una forma más ecléctica, integrada y universal, según nos señala el maestro Eugenio María de Hostos en su obra ***Madre Isla***.

5. El cambio al que se aspira es salirnos de un estado de inconsciencia a uno de atención concentrada sobre lo que somos y lo que nos rodea, ya que la conciencia va descubriendo la esencia y es, precisamente, la expansión de esa conciencia colectiva la que permitirá que la sociedad civil eleve entre sus prioridades la conservación del suelo patrio en torno a la integridad de nuestro ambiente, la cultura y las luchas como nación.
6. La visión no es excluyente de ningún sector de la comunidad. La educación será un proceso recíproco de transmisión de conocimientos desde las comunidades hacia nosotros y desde nosotros hacia ellas.

El Bosque Escuela fomentará valores de nuestra identidad mediante el reaprendizaje, una formación donde el estudiante conozca primero quién es como ser humano y qué es lo que le rodea. Además de aprender directamente la matemática, es preciso que primero aprenda que él o ella es naturaleza y vive bajo los impulsos de los elementos naturales, que la naturaleza es parte integral de nuestro ser, que respondemos a ella y, por supuesto, es necesario conocerla e identificarse con ella.

Política de acomodos razonables: uso de letra agrandada y de molde en los documentos entregados y en la pizarra, uso de imágenes cuando sea necesario, ubicación de estudiantes en los salones, y cualquier otro acomodo razonable requerido debe ser informado por los maestros de las escuelas previo a la visita al Bosque Escuela “Ariel Massol Deyá”.

Cobertura forestal

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: ROL DE LA COBERTURA FORESTAL EN LA TEMPERATURA AMBIENTAL

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, laboratorio, trabajo en equipo, análisis y de discusión resultados

V. Integración: matemáticas, ciencias ambientales, estadísticas

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de los Programas de Matemáticas y Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Matemáticas
Décimo grado

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 4: MEDICIÓN

El estudiante es capaz de utilizar sistemas, herramientas y técnicas de medición para establecer conexiones entre conceptos espaciales y numéricos.

13.0 Toma decisiones sobre las unidades y escalas que son apropiadas para una situación de problema que involucra medición.

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 5: ANÁLISIS DE DATOS Y PROBABILIDAD

El estudiante es capaz de utilizar diferentes métodos de recopilar, organizar, interpretar y presentar datos para hacer inferencias y conclusiones.

15.0 Identifica problemas que pueden ser atendidos a través de la recopilación y análisis de datos experimentales, diseña e implementa experimentos comparativos simples, y extrae conclusiones apropiadas de los datos recopilados.

E.IP.10.15.1 Describe cómo experimentos bien diseñados utilizan asignación aleatoria para balancear la variación de

algunos factores con el fin de aislar los efectos de un tratamiento.

E.RD.10.15.2 Diseña un experimento comparativo simple para contestar una pregunta: determina tratamientos, identifica métodos de medición.

17.0 Comprende que los resultados pueden variar de muestra a población y de muestra a muestra. Analiza, resume y compara resultados de muestras al azar (aleatorias) con resultados de muestras no aleatorias, y con censos, utilizando una gran variedad de gráficas para presentar y comunicar los resultados.

E.PR.10.17.2 Reconoce que la media de la muestra tiende a acercarse a la media de la población a medida que el tamaño de la muestra aumenta.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICAS

1.0 Recopila y representa los datos e interpretar las medidas de tendencia central y variabilidad. Crea, compara y evalúa las diferentes representaciones gráficas de los mismos datos, usando histogramas, polígonos de frecuencias, funciones de distribución de frecuencias acumulativa, gráficas de pastel, diagramas de dispersión, diagramas de tallo y hojas y diagramas de caja y bigotes. Calcula y usa la media, mediana, moda, media ponderada, media geométrica, media armónica, extensión, cuartiles, variación y desviación estándar.

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.2 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas. (Biología 1.3)

NC.11.3 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida. (Física 1.7)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.11.6 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras. (Ciencias Ambientales 6.1)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

- **NC.B.1.2** Participa en grupos de discusión sobre temas y controversias de índole científica asumiendo posturas y justificando sus argumentaciones.
- **NC.B.1.4** Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.3 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas.

- **NC.B.3.1** Organiza datos utilizando gráficas, tablas y diagramas durante los procesos de investigación y experimentación.
- **NC.B.3.2** Utiliza unidades del Sistema Internacional de Medidas para expresar medidas de parámetros estudiados en experimentos e investigaciones.
- **NC.B.3.4** Argumenta sobre cómo se relacionan la ciencia y la tecnología y cómo impactan a la sociedad.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

- **NC.B.6.4** Organiza y participa en actividades que promuevan el respeto por la vida.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.1 Aplica destrezas matemáticas y los procesos de la ciencia en el uso de la metodología científica.

- **NC.A.1.1** Utiliza unidades estándar del Sistema Internacional de Medidas para representar y describir parámetros ambientales.
- **NC.A.1.2** Aplica las destrezas de medición y los procesos para recopilar e interpretar parámetros ambientales y considera las posibles fuentes de error.
- **NC.A.1.5** Reconoce que las hipótesis científicas deben someterse a confirmación empírica para ser aceptadas o rechazadas.

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

- **NC.A.2.3** Discute las implicaciones socioculturales y ambientales del desarrollo socioeconómico debido al cambio de una sociedad agrícola a una industrial, tecnológico y de conocimiento.
- **NC.A.2.4** Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

NC.A.5 Demuestra con acciones específicas que valora la conservación del ambiente para todas las especies de organismos.

- **NC.A.5.3** Muestra creatividad y colabora en el trabajo de grupo al seleccionar responsablemente alternativas que promuevan soluciones a situaciones ambientales en la comunidad.

LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS

SM.A.1 Identifica y establece modelos para demostrar las relaciones entre los componentes de un ecosistema en cuanto a la transferencia de masa y de energía.

- **SM.A.1.6** Diseña planes de desarrollo urbano aplicando criterios ambientales para la comunidad donde vive.

LAS INTERACCIONES

I.A.2 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas.

I.A.2.3 Evalúa el impacto que tiene la deforestación de los bosques en la población.

I.A.2.6 Describe los problemas ambientales de las zonas rurales y urbanas de Puerto Rico.

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.A.1 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras.

C.A.1.7 Muestra aprecio y respeto por la biodiversidad como manifestación de la vida.

Física

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.F.1 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico.

NC.F.1.1 Reconoce que la ciencia no está confinada necesariamente a un laboratorio.

NC.F.1.2 Muestra disposición a modificar sus puntos de vista ante nueva evidencia y a que sus ideas sean cuestionadas por sus pares, además de respetar las ideas de otros.

NC.F.1.3 Comunica los valores de los datos medidos en forma de tablas y gráficas para analizarlos y hace predicciones y generalizaciones sobre los mismos.

NC.F.1.4 Describe el método de inquirir como forma de investigar.

NC.F.1.5 Utiliza el método de inquirir para proponer soluciones a problemas.

NC.F.1.6 Elabora conclusiones a base de los hallazgos de investigaciones.

Química

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.Q.5 Toma decisiones apropiadas y soluciona problemas usando la metodología científica.

NC.Q.5.2 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados, llegar a conclusiones y generalizaciones basadas en los resultados.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de Procesamiento

VIII. Palabras claves

- Temperatura, análisis estadístico, servicios ecosistémicos, cobertura forestal, método científico, hipótesis, diseño experimental, moda, media, mediana, variabilidad.

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- entender el método científico: establecer una hipótesis, diseño experimental, observaciones, análisis de resultados e implicaciones
- describir diferencias entre la temperatura ambiental en un lugar con cobertura forestal comparado con un lugar sin cobertura forestal
- analizar datos tomados en el Bosque
- comprender la importancia de la cobertura forestal como una de los reguladores de la temperatura ambiental
- extrapolar los resultados a áreas urbanas
- reconocer conceptos básicos de estadística tales como promedio, desviación estándar así como estrategias de representar datos como diseño de tablas y gráficas

X. Materiales y facilidades

- Termómetros (10)
- Hoja para anotar los datos

- Calculadoras (10)
- Estaciones ("tratamientos") de monitoría previamente establecidas (sujeto a cambio)

    → Campo abierto con 0% cobertura forestal

    → Área intermedia con 50% cobertura forestal

    → Estación con una cobertura forestal cercana al 100%

XI. Actividades

- Inicio - en el área del Auditorio

    i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".

    ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.

    iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.

    iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.

- Desarrollo

    i. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".

    ii. El recorrido hará énfasis en la importancia de la cobertura forestal vegetal en el bosque, en nuestras vidas y cómo podemos usar este recurso.

    iii. La discusión entre maestro y estudiante tendrá un enfoque científico y los estudiantes desarrollarán preguntas sobre la cobertura forestal y sus efectos en el microclima del bosque.

    iv. Una vez los estudiantes identifiquen la pregunta: ¿La cobertura forestal afectará la temperatura del bosque? ¿qué tal la humedad local?, el diálogo debe dirigirse hacia formular una hipótesis nula y alterna.

    v. Los estudiantes, junto con el maestro diseñarán un experimento.

    vi. Los estudiantes tomarán medidas de temperatura en áreas predeterminadas con diferentes porcentajes de cobertura forestal.

vii. Utilizando la data recopilada los estudiantes calcularán el promedio, la mediana, la moda y la desviación estándar. Generarán gráficas para presentar sus resultados.

En grupos más avanzados se pueden discutir conceptos como:

- ✓ pseudoreplicación
- ✓ diseño experimental
- ✓ estadística frecuentista (paramétrica y no paramétrica)
- ✓ Hacer un Kruskal-Wallis o un ANOVA para saber si hay diferencias entre los "tratamientos".

viii. Los estudiantes interpretarán los datos y contestarán las preguntas en la hoja de avalúo.

- Cierre

i. Los estudiantes discutirán las implicaciones sociales y ambientales de los resultados.

ii. Se discutirán las aplicaciones de este experimento fuera del contexto del bosque.

XII. Avalúo: *Efectos de la cobertura forestal en la temperatura ambiental*

Fecha: _____

Nombre: _____

Hipótesis nula:

Hipótesis alterna:

Recopilación de datos:

Estación	**Hora**	**Temperatura (°C)**
0% Bosque		
50% Bosque		
100% Bosque		

Análisis de los resultados:

¿Cuál es la temperatura promedio a 0%, 50% y 100% cobertura forestal?

¿Cuál es la media y la moda de la temperatura por estación?

Prepara una gráfica de columnas con la temperatura promediada por estación:

¿Existen diferencias en la temperatura promedio observadas en las estaciones con 0%, 50% y 100% cobertura forestal? ¿Dónde la temperatura en más alta? ¿Cuánto más alta?

¿La cobertura forestal afecta la temperatura ambiental? ¿Cómo lo afecta? ¿Acepta o rechaza la Hipótesis Nula y la Hipótesis Alterna? ¿Por qué?

¿Cuáles son las implicaciones de tus resultados? ¿Tendrá la vegetación un rol en las zonas urbanas? Controlar la temperatura en las viviendas en zonas urbanas depende principalmente de acondicionadores de aire. Con los altos costos energéticos, ¿será que la vegetación podría contribuir a reducir el costo de enfriamientos? Explique.

Cobertura forestal

Guía para el maestro

Tema: ROL DE LA COBERTURA FORESTAL EN LA TEMPERATURA AMBIENTAL

Sinopsis: Durante esta actividad los estudiantes aprenderán sobre el rol de la cobertura forestal en el microclima local incluyendo su efecto en la temperatura y humedad ambiental, sus consecuencias en la biodiversidad y sobre el método científico. El rol del maestro en esta actividad es servir de guía y facilitador para que los estudiantes formulen hipótesis y diseñen un experimento para medir el efecto de cobertura forestal en la temperatura. Los estudiantes serán provistos con termómetros y calculadoras. Luego de diseñar el experimento y tomar las medidas los estudiantes realizarán un análisis estadístico sobre su data. Se discutirá con los estudiantes el significado del valor promedio, le mediana, y la moda. Dependiendo del nivel que se atienda se pueden discutir y calcular la varianza y la desviación estándar. Al finalizar la actividad los estudiantes analizarán el significado de sus resultados y dialogarán sobre las implicaciones de los mismos en un ambiente más urbano.

Preparativos: Antes de recibir a los estudiantes se debe repasar en el bosque dónde estarán ubicadas las áreas de 0, 50 y 100% cobertura forestal. En el bosque ya deben estar los termómetros y las calculadoras listas. Se deben tener impresas las hojas de avalúo para los estudiantes. En estas hojas tomarán notas, recopilarán sus datos, realizarán cálculos y construirán una gráfica. En algún área del bosque se debe tener preparada una pizarra con marcadores para la discusión de resultados y cálculos.

Conceptos importantes:

Temperatura, análisis estadístico, cobertura forestal, método científico, hipótesis, diseño experimental, moda, media, mediana, variabilidad.

Cobertura forestal se refiera al área de cobertura de los árboles, en este caso en el bosque. Estudios han demostrado que 1ha de área boscosa en un ambiente urbano pueden bajar la temperatura promedio de las áreas no boscosas urbanas a su alrededor por 1°C. También se ha encontrado que el tipo de vegetación que más impacto puede tener sobre las temperaturas ambientales son los árboles. De acuerdo a un informe de la EPA la vegetación forestal y los árboles en particular ayudan a bajar la temperatura ambiental a través de la sombra que proveen y a través del proceso de evapotranspiración. Áreas de sombra pueden presentar temperaturas hasta 11-25 °C menos que lugares bajo sol directo.

En un ambiente urbano los árboles pueden representar una reducción en energía para los edificios cercanos, ya que baja la necesidad de consumo por acondicionadores de aire. La

reducción en consumo de energía, y la habilidad de la vegetación de secuestrar CO_2 del aire ayudan a mejorar la calidad del aire y a reducir las emisiones de gases de invernadero. La vegetación en zonas urbanas no sólo ayuda a regular la temperatura, sino que también funciona como aislantes de ruidos, provee hábitat para otros organismos, ayuda a reducir las consecuencias negativas de las escorrentías urbanas, entre otros. A estas conclusiones es que se espera lleguen los estudiantes, aunque esta actividad se enfocará mayormente en el efecto sobre la temperatura.

La temperatura es una medida de cuan frío o caliente se encuentra un cuerpo o una sustancia. Es una medida de energía térmica por partícula de radiación y se puede medir en diferentes escalas. Para convertir de °C a °F o de °F a °C use las siguientes ecuaciones:

$[°F] = [°C] \times {}^{9}/_{5} + 32$	$[°C] = ([°F] - 32) \times {}^{5}/_{9}$

Para esta actividad los estudiantes tendrán una introducción a lo que es el método científico. El maestro servirá de facilitador para presentarles el problema o la pregunta que deben contestar, y los estudiantes formularán dos hipótesis, una nula y una alterna. La hipótesis debe ser una posible contestación o explicación a la pregunta. La hipótesis nula debe ser la que quieren comprobar no es cierta, y la hipótesis alterna es la que creen cierta. Al finalizar el experimento los estudiantes deben decidir si alguna de sus hipótesis es aceptada o rechazada, y por qué.

El análisis estadístico se hace tomando datos de una muestra representativa de la variable bajo estudio. Se realiza un análisis estadístico para poder tomar una decisión o probar una hipótesis, porque nos brinda información sobre la ocurrencia de un evento. La estadística nos permite observar si el evento, en este caso la medida de temperatura, es algo ocasional y aleatorio o es algo condicional. En esta actividad la idea es encontrar que la temperatura en cada lugar está condicionada a la cobertura forestal. Dentro del análisis estadístico se calculará el promedio, la moda y la mediana. En grupos más avanzados se calculará varianza y desviación estándar.

*Promedio o media: $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{n}$ donde $\bar{x}$ es el promedio, a_i son los valores y n es el tamaño de muestra.

*La mediana se calcula, primero agrupando todos los valores, luego encontrando el valor que se encuentra en el medio o centro. Ese valor es la mediana.

*La moda es el valor que más se repite en el grupo de valores. Si no se repite algún valor, entonces no existe una moda.

*La varianza es una medida de cuánta variabilidad hay entre tus valores reales y el promedio calculado. $$S^2 = \frac{\sum_i (Xi - \bar{X})^2}{n}$$

*La desviación estándar es una medida de cuánto mis valores se alejan del valor real o el valor promedio. Y es la raíz cuadrada de la varianza.

Con el análisis estadístico los estudiantes determinarán la importancia de la cantidad de repeticiones y el tamaño de la muestra. También analizarán cuán confiables son sus resultados.

Experimento: En esta actividad estudiantes medirán la temperatura ambiental en tres áreas diferentes del bosque. Cada área tendrá una cobertura forestal diferente, 0%, 50% y 100%. Se tomarán un mínimo de 10 medidas en cada área. Luego los estudiantes realizarán un análisis estadístico sobre sus resultados y prepararán una gráfica representativa de las temperaturas promedio en cada área de muestreo.

Hongos y descomposición

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN EN EL BOSQUE

Subtema: LOS HONGOS

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, laboratorio, trabajo en equipo, análisis de datos y observaciones

V. Integración: ciencias ambientales, salud, microbiología, ecología, biología

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de el Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.11.4 Establece relaciones entre la estructura y la función en los organismos. (Biología 2.6)

LAS INTERACCIONES

I.11.1 Analiza cómo los organismos se relacionan entre sí a través del intercambio de materia y energía para poder crecer, mantenerse y adaptarse. (Biología 5.1)

I.11.4 Analiza las interacciones entre los organismos, el ambiente, la materia y la energía. (Ciencias Ambientales 5.1)

I.11.5 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas. (Ciencias Ambientales 5.2)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.2 Participa en grupos de discusión sobre temas y controversias de índole científica asumiendo posturas y justificando sus argumentaciones.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.B.6.4 Organiza y participa en actividades que promuevan el respeto por la vida.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.B.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización.

EM.B.3.4 Reconoce que la parte vital de un ecosistema radica en la estabilidad de sus productores y de sus descomponedores.

LA ENERGÍA

E.B.3 Analiza el flujo de energía y materia en un ecosistema.

E.B.3.1 Describe cómo los nutrientes son reciclados en la parte biótica y abiótica de la biosfera.

E.B.3.2 Identifica cómo fluye la energía en los ecosistemas.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

NC.A.2.3 Discute las implicaciones socioculturales y ambientales del desarrollo socioeconómico debido al cambio de una sociedad agrícola a una industrial, tecnológico y de conocimiento.

NC.A.2.4 Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

NC.A.5 Demuestra con acciones específicas que valora la conservación del ambiente para todas las especies de organismos.

NC.A.5.3 Muestra creatividad y colabora en el trabajo de grupo al seleccionar responsablemente alternativas que promuevan soluciones a situaciones ambientales en la comunidad.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.A.3 Describe la interacción entre los factores abióticos y bióticos en un ecosistema a base de sus características distintivas.

EM.A.3.1 Analiza el rol que desempeñan y establece conexiones entre los productores, los consumidores y los descomponedores en la cadena y en la red alimentaria de un ecosistema.

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.A.1 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras.

C.A.1.7 Muestra aprecio y respeto por la biodiversidad como manifestación de la vida.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de procesamiento

VIII. Palabras claves

- Descomposición, hongos, Reino Fungi, macroscópico, microscópico, sotobosque, materia orgánica, factores bióticos y factores abióticos

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- entender el método científico: establecer una hipótesis, diseño experimental, observaciones, análisis de resultados e implicaciones
- conocer ejemplos de algunos tipos de hongos que se encuentran en Puerto Rico
- entender el rol y la importancia de los descomponedores en un ecosistema
- aplicar el conocimiento sobre los descomponedores a otro contexto fuera del bosque

X. Materiales y facilidades

- Guías de campo: “Informe de hongos La Olimpia”(10)
- Lupas (10)
- Hoja para anotar los datos
- Lápiz o bolígrafo
- Salón de descomposición
    i. Pedazos de madera previamente colocados a diferentes intervalos de tiempo, que se encuentren a diferentes niveles de descomposición

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio
    i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela “Ariel Massol Deyá”.
    ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.
    iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.
    iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.
- Desarrollo
    i. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela “Ariel Massol Deyá”.
    ii. El recorrido hará énfasis en los procesos de descomposición en el bosque y en el rol y la importancia de los organismos descomponedores macroscópicos y microscópicos.
    iii. La discusión entre maestro y estudiante tendrá un enfoque científico.
    iv. Durante la caminata por la vereda se discutirá: qué es un hongo, cómo se alimenta, cuál es su rol en el bosque, por qué son importantes.

v. Con los guías de campo los estudiantes realizarán un censo de las especies de hongo que se observen durante la caminata hacia el Salón de descomposición, dentro del salón en los pedazos de madera, y en el resto de la vereda.

vi. Una vez en el Salón de descomposición los estudiantes hablarán sobre el rol de los hongos en la descomposición de materia orgánica en el bosque.

vii. Se explicará el experimento que se lleva a cabo continuamente con los pedazos de madera.

viii. Los estudiantes observarán, describirán y compararán los hongos presentes en cada pedazo de madera y el estado de descomposición de cada uno.

ix. Se discutirán los resultados y los estudiantes analizarán lo observado.

x. Al finalizar la discusión, los estudiantes prepararán un pedazo de madera para añadir al experimento.

- Cierre

i. Los estudiantes reflexionarán, al finalizar el recorrido y la clase, sobre el rol de los descomponedores dentro y fuera del bosque.

ii. Los estudiantes discutirán aplicaciones que podrían tener los descomponedores en sus hogares (por ejemplo preparando composta para un huerto casero, o en una finca)

XII. Avalúo: *Los hongos y el proceso de descomposición en el bosque*

Fecha: _____

Nombre: _____

Hipótesis nula:

Hipótesis alterna:

Recopilación de datos:

Anota todos los tipos de hongos que observes durante el recorrido. Usa tu guía de campo para identificarlos. Si ves el mismo hongo más de una vez, también lo debes de anotar.

Observa y describe los diferentes materiales bajo descomposición. ¿Qué tipo de hongos están creciendo? ¿Qué material es más biodegradable? ¿Menos biodegradable?

Fecha en que se colocó el pedazo de madera	**Observaciones y descripciones**

Ilustración científica: ¿Viste algo interesante, importante y/o curioso? Dibújalo aquí

Compara y contraste: ¿Cuál está más/menos descompuesto? ¿Qué tipo de hongo observas con mayor frecuencia?

Analiza: ¿Por qué crees que hay unos pedazos de madera más descompuestos que otros? ¿Qué factores bióticos y abióticos pueden afectar los resultados de este experimento?

¿Por qué es importante que se lleve a cabo el proceso de descomposición en el bosque?

¿Cuál es el producto de la descomposición en el bosque?

¿Cómo podríamos usar el proceso de descomposición en nuestros hogares?

Hongos y descomposición

Guía para el maestro

Tema: EL PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN EN EL BOSQUE

Subtema: LOS HONGOS

Sinopsis: Durante esta visita al Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá" los estudiantes aprenderán sobre el rol de los organismos descomponedores en el bosque. El recorrido y la actividad se enfocarán mayormente en el reino Fungi. Cada participante tendrá una guía de campo de los hongos macroscópicos que podemos encontrar en el Bosque la Olimpia. Durante el recorrido se dialogará sobre la importancia de los organismos descomponedores y se observarán e identificarán los hongos encontrados por las veredas. Los estudiantes formularán una hipótesis sobre los efectos de los hongos a través del tiempo sobre la materia orgánica en el bosque. En el Salón de Descomposición los estudiantes observarán los resultados del experimento que corre continuamente en el bosque. Observarán los estados de descomposición de pedazos de madera colocados en el bosque en diferentes fechas. Identificarán los hongos presentes en los pedazos de madera y compararán los tipos de hongos y la apariencia de los pedazos de madera. Se discutirán también los factores bióticos y abióticos que podrían afectar el proceso de descomposición en el experimento y en el bosque. Los estudiantes discutirán y analizarán los resultados del experimento mediante la discusión grupal y utilizando sus ejercicios de avalúo. Al finalizar la actividad los estudiantes contribuirán al experimento dejando un nuevo pedazo de madera debidamente marcado.

Preparativos: Antes de recibir al grupo deben estar preparados los guías de campo para cada estudiante con su lupa, una libreta para tomar notas y hacer el censo de hongos, y un lápiz. También deben estar preparadas las hojas de avalúo para cada estudiante. Se deben llevar también lápices de colorear. En el área del Salón de Descomposición ya debe estar el experimento preparado con pedazos de madera colocados en la hojarasca (se añadirá un pedazo de madera cada mes). Cada pedazo de madera debe estar marcado con la fecha, hora y nombre de la persona o grupo que la colocó, también se puede incluir la especie del árbol. Los pedazos de madera se pueden marcar con pedazos de aluminio donde se graba la información utilizando la punta de un bolígrafo. Estos marcadores se pueden clavar o amarar al pedazo de madera. Debe haber en el salón el pedazo de madera, con su marcador, que los estudiantes van a preparar.

Para hablar de esporas se puede preparar una huella de esporas el día antes o tener los materiales listos para hacerlo el mismo día de la clase: Para preparar la huella de esporas se

necesita un hongo basidiomiceto (los de sombrilla). Al hongo se le debe cortar el tallo o pie. Las esporas se encuentran por la parte inferior de la estructura del sombrero. Si las esporas son oscuras se puede utilizar un papel blanco, si las esporas son claras se puede utilizar un papel de color oscuro. El sombrero se coloca con las esporas hacia abajo, sobre el papel. Luego, se coloca un plato hondo sobre el hongo de manera que lo cubra completo. Se debe dejar varias horas de esta manera y el sombrero soltará las esporas. Al remover el plato hondo y el sombrero del hongo debe quedar una huella de esporas en el papel.

http://www.dnr.state.md.us/cin/mushroom_spore_activity.asp.

Conceptos importantes: reino Fungi, hifa, micelio, quitina, espora, heterótrofo, saprófito, micorrizas, tipos de hongos (y ejemplos de cada uno).

Los hongos son organismos del reino Fungi. Pueden ser microscópicos como las levaduras o macroscópicos como la oreja de palo, y existen hongos en todo tipo de ecosistema. Los hongos son organismos heterótrofos, por lo tanto no producen su propio alimento como las plantas. Reciben sus nutrientes por medio de la degradación de la materia orgánica. Organismos que hacen esto se llaman saprófitos. Los hongos pueden degradar la materia orgánica en un ecosistema como el bosque pero también pueden ser parasíticos y alimentarse de otros organismos, como en el caso del pie de atleta. En el bosque los hongos, junto a las bacterias, tienen un rol muy importante. Ellos se encargan de degradar la materia orgánica muerta. Son vitales para mantener el ecosistema saludable, pues reciclan los nutrientes y los hacen disponibles para ser utilizados por otros organismos, como las plantas. Los hongos también forman parte de algunas relaciones simbióticas importantes dentro del ecosistema, por ejemplo en los líquenes (hongo y algas) y en las micorrizas (hongos y raíces de plantas).

Una característica que distingue a los hongos de las plantas es que sus paredes celulares están formadas por el carbohidrato llamado quitina, presente también en el exoesqueleto de algunos insectos. Los hongos al igual que algunos animales también almacenan su energía en forma del carbohidrato llamado glucógeno. La reproducción de los hongos consiste de una etapa sexual y una etapa asexual; sin embargo existen hongos que sólo pasan por la etapa de reproducción asexual.

El reino Fungi se puede subdividir en cuatro grandes grupos, basado en sus estructuras moleculares y sus procesos de reproducción sexual. Estos son: quitridiomicetos, zigomicetos, ascomicetos y basidiomicetos.

Los quitridiomicetos se encuentran en todos lados y son considerados de las especies más antiguas en el planeta. Estos hongos son microscópicos y se reproducen por zooesporas. Las zooesporas son esporas flageladas. Los quitridiomicetos producen enzimas digestivas que

pueden degradar celulosa, queratina y quitina. Algunos tipos de quitridiomicetos son anaeróbicos, por lo tanto viven en lugares donde no hay oxígeno. Existe un tipo de quitridiomiceto que vive en el sistema digestivo de los rumiantes. Este grupo de hongos también se ha encontrado vinculado a infecciones en anfibios alrededor del mundo.

Los zigomicetos son los hongos que vemos crecer en la superficie del pan o de las frutas, que parecen unas motitas grises o negras. Los hongos zigomicetos se reproducen sexual y asexualmente por esporas que salen de una estructura llamada esporangio.

Los ascomicetos son hongos conocidos también como hongos de saco, porque producen una estructura en forma de saquito. Muchos ascomicetos son comestibles. Existen ascomicetos microscópicos como las levaduras y macroscópicos como las trufas. Muchos ascomicetos multicelulares se reproducen asexualmente por esporas producidas en estructuras llamadas ascas, las levaduras se reproducen por el proceso de gemación. Algunos ascomicetos viven interactuando con las raíces de las plantas formando estructuras llamadas micorrizas. Las micorrizas representan relaciones simbióticas entre las plantas y los hongos, por ejemplo las plantas de orquídeas.

Los basidiomicetos son los hongos más fácilmente reconocibles, como los champiñones o las orejas de palo. La parte observable del hongo es sólo su estructura reproductiva. Debajo de la superficie terrestre es que se encuentra la mayor parte del "cuerpo" del hongo, llamado el micelio. El micelio es la estructura formada por el conjunto de hifas del hongo. Algunos basidiomicetos son comestibles, sin embargo muchas especies de basidiomicetos son venenosas y hay que tomar mucha precaución con ellos. Al igual que los demás tipos de hongos, los basidiomicetos pueden reproducirse asexualmente por esporas y a veces por fragmentación, y sexualmente por medio de interacción de las hifas.

Experimento: En el área del Salón de Descomposición habrá un experimento continuo que se debe preparar con mucha anticipación. Se utilizarán pedazos de madera sin tratar, de 2"x4"x12" amarrados a una cadena. Se colocará un pedazo de madera a la cadena todos los meses. Cada pedazo debe estar marcado correctamente con la fecha, la hora, y quién lo colocó allí. Durante la visita de los estudiantes se observará el efecto de los hongos sobre la descomposición de la madera en el bosque. Los estudiantes observarán el proceso de descomposición a través del tiempo y compararán los organismos descomponedores presentes en cada pedazo y el estado de descomposición en el que se encuentran. No todos los hongos presentes serán macroscópicos, se les debe hablar a los estudiantes sobre los hongos microscópicos que podrían estar presentes. Es importante recordar también que los hongos no son los únicos descomponedores presentes, y que las bacterias juegan un rol importante en la descomposición de materia orgánica del bosque.

Calidad de agua

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: CALIDAD DE AGUA DEL BOSQUE ESCUELA

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, laboratorio, trabajo en equipo, análisis de datos y observaciones

V. Integración: ciencias ambientales, salud, microbiología, ecología, biología, química

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de el Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.3 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida. (Física 1.7)

NC.11.4 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios de Ciencia y en el campo de la investigación. (Química 1.2)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LAS INTERACCIONES

I.11.5 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas. (Ciencias Ambientales 5.2)

I.11.6 Evalúa la importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para el ser humano. (Ciencias Ambientales 5.3)

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.11.6 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras. (Ciencias Ambientales 6.1)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.2 Participa en grupos de discusión sobre temas y controversias de índole científica asumiendo posturas y justificando sus argumentaciones.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.4 Reconoce que la actitud científica influye en los aspectos sociales, económicos y tecnológicos.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

NC.A.2.1 Analiza situaciones y toma decisiones individuales y grupales ante los problemas ambientales.

NC.A.2.2 Propone formas efectivas para concienciar y promover posibles soluciones a problemas ambientales tales como contaminación de aire, suelo, agua, manejo de desperdicios, protección de especies y recursos al igual que el desarrollo sostenible.

NC.A.2.3 Discute las implicaciones socioculturales y ambientales del desarrollo socioeconómico debido al cambio de una sociedad agrícola a una industrial, tecnológico y de conocimiento.

NC.A.2.4 Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

NC.A.3 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios, actividades de campo y en la investigación.

NC.A.3.5 Conoce y aplica procedimientos correctos para la recolección y manipulación de muestras de agua, suelo y aire.

NC.A.4 Reconoce que las ciencias ambientales se nutren de diversas áreas de las ciencias de manera integrada.

NC.A.4.3 Establece la relación de las Ciencias Ambientales con otras ramas de la ciencia como la química, física, biología y geología.

NC.A.5 Demuestra con acciones específicas que valora la conservación del ambiente para todas las especies de organismos.

NC.A.5.3 Muestra creatividad y colabora en el trabajo de grupo al seleccionar responsablemente alternativas que promuevan soluciones a situaciones ambientales en la comunidad.

NC.A.5.4 Reconoce y valora la importancia y necesidad de las luchas ambientales en Puerto Rico.

NC.A.5.5 Examina y evalúa leyes ambientales y la efectividad de las agencias gubernamentales.

NC.A.5.8 Analiza el impacto de la explotación y uso de los recursos mineros y recursos fósiles en el ambiente.

NC.A.7 Aplica los adelantos científicos y la tecnología emergente de manera crítica y responsable para la solución de problemas ambientales.

NC.A.7.5 Analiza el impacto de la agricultura en el ambiente.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.A.3 Describe la interacción entre los factores abióticos y bióticos en un ecosistema a base de sus características distintivas.

EM.A.3.9 Explica la importancia del agua para los organismos y la necesidad de proteger este recurso.

LAS INTERACCIONES

I.A.2 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas.

I.A.2.1 Estima el impacto de la disposición de los desperdicios sólidos y tóxicos en el ambiente.

I.A.2.2 Explica cómo el ser humano contamina el suelo, el agua y el aire.

I.A.3 Evalúa la importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para el ser humano.

I.A.3.2 Explica el valor de los ecosistemas acuáticos como recurso indispensable.

I.A.3.5 Explica la importancia del agua para los organismos vivos.

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.A.1 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras.

C.A.1.2 Analiza y selecciona alternativas que contribuyen a controlar y evitar los efectos de los contaminantes del aire, agua y suelo sobre la salud humana.

C.A.1.5 Discute sobre la importancia de los ecosistemas acuáticos para las especies dependientes del agua y propone alternativas para su conservación.

C.A.1.6 Explica cómo la actividad humana puede afectar positiva o negativamente a los recursos naturales y a la calidad del ambiente.

Física

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.F.1 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico.

NC.F.1.1 Reconoce que la ciencia no está confinada necesariamente a un laboratorio.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de procesamiento

VIII. Palabras claves

- Recurso natural, recurso renovable, recurso no renovable, parámetros físico-químicos, turbiedad, potabilidad

IX. Objetivos educativos

- Al final de esta experiencia los participantes podrán: conocer los parámetros que determinan la calidad de agua

- comparar la calidad de agua de diferentes fuentes
- entender la importancia de la conservación de los cuerpos de agua
- utilizar su conocimiento para concientizar a otros sobre la importancia del agua, como recurso dentro y fuera del bosque

X. Materiales y facilidades

- Hoja de ejercicio de avalúo
- Lápiz o bolígrafo
- Botellas para muestras de agua (4-5)
- Turbidímetro
- Espectrofotómetro móvil Hach
- Multímetro Hach
- Los reactivos y estándares necesarios para calibración de equipo
- Agua destilada
- Servilletas para limpiar electrodos
- Envase para basura de empaques de nutrientes
- Guantes
- Marcador de pizarra
- Salón de agua:
    i. Pizarra con información de referencia sobre la calidad de agua en otros lugares

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio
    i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela “Ariel Massol Deyá”.

ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.

iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.

iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.

- Desarrollo

i. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela “Ariel Massol Deyá”.

ii. El recorrido hará énfasis en el recurso *agua,* cómo se mide la calidad de agua, cuál es la importancia del agua dentro y fuera del bosque, qué actividades impactan la calidad del agua en el bosque y cómo esto se refleja en otros cuerpos de agua.

iii. En el Salón de Agua se discutirá vocabulario importante para la actividad (pH, conductividad, temperatura, turbiedad, oxígeno disuelto, recurso renovable, recurso no renovable, nutrientes)

iv. Los estudiantes formularán predicciones sobre la calidad de agua del Bosque Escuela.

v. Se dividirán los estudiantes en dos grupos: cada grupo medirá los parámetros físico-químicos del agua del río.

vi. Los estudiantes anotarán los resultados en sus hojas de avalúo. Luego, anotarán los valores en la pizarra junto con los valores de otros lugares.

- Cierre

i. Los estudiantes compararán la calidad del agua del Bosque Escuela con los parámetros presentados de otros lugares.

ii. Se discutirá la importancia del recurso agua y las actividades humanas que lo impactan.

iii. Los estudiantes presentarán ideas de cómo proteger y monitorear nuestros cuerpos de agua.

XII. Avalúo: *Calidad de agua en el Río Ciénegas*

Fecha: _____

Nombre: _____

	Muestra 1	**Muestra 2**	**Muestra 3**
Nutrientes: Fosfato (mg/L)			
Sulfato (mg/L)			
Nitrato (mg/L)			
pH			
Temperatura (°C)			
Conductividad (mS/cm)			
Oxígeno disuelto (%)			
Salinidad (°/°°)			
Turbiedad (NTU)			

¿Cómo comparan los resultados entre muestras?

Compara los resultados obtenidos con los informes de calidad de agua de otros lugares.

¿Por qué es importante el agua del Río Ciénega? ¿Qué implicaciones tiene la calidad de ague en el esfuerzo y costo de hacerla potabl

Calidad de agua

Guía para el maestro

Tema: CALIDAD DE AGUA DEL BOSQUE ESCUELA

Sinopsis: Durante la visita al Bosque Escuela los estudiantes aprenderán sobre el recurso agua. Se discutirán los parámetros que son importantes en la determinación de calidad de agua. Los estudiantes medirán pH, temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbiedad y nutrientes presentes en el agua del Río Ciénega del Bosque Escuela. Luego compararán los resultados obtenidos con los informes de calidad de agua de otros lugares y discutirán el significado de estos resultados. Los estudiantes dialogarán sobre la importancia de mantener nuestros cuerpos de agua limpios para su uso dentro y fuera del bosque. Se discutirán también las actividades humanas que pueden impactar los cuerpos de agua. Utilizando sus ejercicios de avalúo los estudiantes construirán un plan de manejo para los cuerpos de agua de su pueblo.

Preparativos: Antes de recibir al grupo se debe verificar que el equipo (multímetro, turbidímetro y espectrofotómetro) tenga baterías con carga. El equipo debe ser calibrado antes de tomar las medidas, preferiblemente en la mañana antes que el grupo llegue. Para las instrucciones de calibración debe referirse a los manuales de uso que estarán guardados en el Salón Laboratorio del ICBC. Se pueden hacer copias de los manuales para llevar al bosque, pero los originales deben mantenerse en el Salón Laboratorio.

Se debe llevar al Bosque Escuela los siguientes materiales: multímetro, turbidímetro y espectrofotómetro, estándares de calibración y manuales de uso correspondientes, reactivos para medir nutrientes con espectrofotómetro, agua destilada, baterías adicionales, servilletas para limpiar los electrodos, 4-5 botellas para muestras de agua, guantes, marcador de pizarra y pizarra y un envase para depositar basura de los reactivos. Se debe llevar los materiales al Salón de Agua antes de recibir al grupo. En el salón también se debe preparar la pizarra con los informes de calidad de agua de otros lugares. Se deben llevar hojas de avalúo impresas y lápices o bolígrafos.

Recordatorio: El equipo nunca se debe guardar sucio o mojado y se deben remover las baterías antes de guardar. Ver manuales de uso para instrucciones en el mantenimiento y almacenamiento de los electrodos del multímetro.

Conceptos importantes: Recurso natural, recurso renovable, recurso no renovable, parámetros físico-químicos, turbiedad, potabilidad

Un recurso natural es todo aquello que provee un bien o servicio y que proviene de la naturaleza sin ser alterado por el ser humano, por ejemplo: el agua, el suelo, el petróleo, los organismos vivos, los minerales, etc. Los recursos naturales pueden ser renovables o no renovables. Los recursos no renovables son aquellos que se encuentran en una cantidad limitada en la naturaleza. No pueden ser fabricados o cultivados. Existen generalmente en cantidades fijas en la naturaleza ya que los procesos que los crean son muy lentos. Algunos recursos naturales no renovables son los minerales, los acuíferos, el petróleo y el gas natural, etc. Por otro lado los recursos naturales renovables son aquellos que son reemplazados o reciclados por procesos naturales. Por ejemplo, el nitrógeno pasa por un ciclo a través de varias cadenas alimentarias hasta regresar al suelo. Las plantas y los animales también se consideran recursos renovables. El agua puede ser considerada un recurso renovable porque se reemplaza naturalmente, sin embargo hay actividades humanas que provocan que este recurso se esté impactando negativamente.

El agua potable que tenemos en nuestras casas puede llegar de diferentes fuentes. En algunos lugares proviene de acuíferos y aguas subterráneas, y en otros lugares proviene de aguas superficiales como los ríos y lagos. Toda agua que vaya a ser utilizado como agua potable tiene que pasar por un proceso de preparación que asegura la calidad de agua adecuada para el consumo humano. El proceso que lleva a cabo la Autoridad de Acueductos y Alcantarillados de Puerto Rico es el siguiente: el agua primero se filtra para eliminar cualquier sólido grande, luego se aérea para oxigenarla, al oxigenarla se oxidan metales, que puedan causarle un mal sabor al agua, y se precipitan, después de esto se le añade un polímero al cual se le adhieren los sólidos pequeños como los metales oxidados, luego se le añade cloro gaseoso para desinfectarla.

> *"La calidad química y bacteriológica del agua potable de Puerto Rico es garantizada a través de los análisis que se realizan en nuestros laboratorios certificados. Además, es regulada e inspeccionada respectivamente por la Ley de Agua Potable Segura de la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y el Programa de Agua Potable del Departamento de Salud a través de la Ley para proteger la Pureza del Agua Potable de Puerto Rico."*
>
> (http://www.acueductospr.com/download/folletos/PRODUCCION_AGUA_POTABLE_JUL_2010.pdf)

Los parámetros que los estudiantes van a medir son: pH, temperatura, conductividad, salinidad, oxígeno disuelto, turbiedad y presencia de nutrientes.

pH: El pH es una medida de cuan ácido o alcalino es una sustancia basada en la cantidad de iones libres de OH^- y H^+ en la sustancia. La escala de pH va de 0 a 14. Valores de 0-6 son considerados ácidos, 7 es neutral y de 8-14 son considerados alcalinos o básicos. Varios

factores pueden afectar el pH de un cuerpo de agua. Por ejemplo, el tipo de suelo, tipo de plantas y nutrientes presentes pueden determinar el pH de un lugar. El pH normal de un río puede estar entre 5-6. Si el pH es muy ácido o muy alcalino muchos organismos no lo podrán tolerar. Algunas sustancias que los seres humanos liberamos a los cuerpos de agua pueden cambiar su pH, por ejemplo los detergentes que descargamos de nuestras casas o escorrentías que llevan fertilizantes a los cuerpos de agua pueden aumentar el pH demasiado.

Temperatura: La temperatura es un parámetro importante en determinar la calidad del agua. Puede afectar la cantidad de OD, cantidad de alimento disponible y los procesos biológicos que se deben llevar a cabo. Las temperaturas extremas pueden tener efectos muy negativos en un ecosistema. Temperaturas muy altas pueden causar disminución en OD, provocar muerte de organismos menos tolerantes a temperaturas altas, provee un ambiente ideal para el crecimiento de bacterias y hongos, y pueden provocar un desequilibrio en los procesos metabólicos del ecosistema, al igual que en temperaturas muy frías. Los peces son animales de sangre fría, y cuando la temperatura ambiental es baja ellos tienen que aumentar su actividad metabólica para aumentar su temperatura corporal, por consiguiente consumen más alimento. El aumento en la competencia por alimento disponible puede causar muertes entre los competidores. La temperatura del agua también afecta la solubilidad de diferentes gases en el agua, y esto le puede cambiar el sabor al agua potable.

Conductividad: La conductividad es una medida de la habilidad que tiene el agua de transportar una carga eléctrica. La conductividad del agua puede aumentar por la presencia de sólidos inorgánicos disueltos, como cloro, sulfato, fosfato, calcio, nitrato, y otros iones libres que pueden mover una carga eléctrica. Mientras que sustancias orgánicas como los aceites, alcoholes y azúcares pueden bajar la conductividad. La temperatura del agua también puede afectar la conductividad. A temperaturas más altas, mayor conductividad. (En el multímetro se ajusta la conductividad basado en la temperatura que lee el electrodo.) La conductividad es afectada mayormente por los tipos de suelos y rocas dentro y alrededor del cuerpo de agua, pero también se ve afectada por actividades humanas como la agricultura, y las escorrentías urbanas. Medidas comunes para diferentes cuerpos de agua, según el EPA (http://water.epa.gov/type/rsl/monitoring/vms59.cfm): Agua destilada: de 0.5-3 µS/cm; Ríos de Estados Unidos: de 50-1500 µS/cm; Lagos: de 150-500 µS/cm; Aguas de descarga industrial: pueden llegar a 10,000 µS/cm.

Salinidad: La salinidad representa la concentración de sales que hay en el agua. Pueden estar asociadas a la conductividad. A mayor salinidad, mayor conductividad.

Oxígeno disuelto (OD): el oxígeno en el agua es importante para los organismos que viven allí. Mientras más alto el porciento de oxígeno disuelto en el agua, mayor la variedad de

organismos que pueden crecer. Si la cantidad de oxígeno es muy bajo (por debajo de una milésima de 1%) los peces y otros organismos pueden sufrir estrés, se pueden enfermar, y hasta morir. Crecimiento excesivo de algas puede representar exceso de nutrientes. El exceso de nutrientes puede provenir de fuentes humanas, como la agricultura, o los residuos domésticos. Cuando este exceso de algas muere y se deposita en el agua, el proceso de descomposición de tanta biomasa lleva a una disminución en oxígeno disuelto. Es importante recordar que la temperatura del agua también puede afectar el oxígeno disuelto. El agua más fría puede tener una cantidad mayor de OD.

Turbiedad: La turbiedad es una medida de falta de claridad del agua. Es una medida de partículas sólidas suspendidas en el agua. Mientras más partículas, más turbio el agua. La turbiedad puede ser provocada por escorrentías que depositan sedimentos en los ríos, por ejemplo después de una fuerte lluvia. La proliferación de ciertos organismos también puede provocar alta turbiedad, como por ejemplo abundancia de algas microscópicas. Alta turbiedad puede ser muy negativa para un cuerpo de agua. Puede impedir que entre suficiente luz solar a los organismos fotosintéticos, y puede interferir con la respiración y alimentación de los organismos acuáticos. Las partículas suspendidas también afectan el cuerpo de agua al absorber la radiación solar, provocando que aumente la temperatura del agua, y ya vimos los efectos que puede tener un aumento en temperatura sobre la calidad de agua. Dentro del contexto de potabilidad, es mucho más difícil y por lo tanto más costoso procesar agua turbia para luego desinfectarla. Las partículas suspendidas también funcionan como medio para que se adhieran metales pesados y otras sustancias tóxicas, difíciles de eliminar. La turbiedad se mide en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (NTU). La turbiedad debe estar por debajo de 1NTU para ser utilizada para el consumo humano.

Nutrientes: Los nutrientes presentes en el agua se miden utilizando un espectrofotómetro. Se le añaden a las muestras de aguas sustancias que interactúan con el nutriente en cuestión. Como producto de la reacción química en la presencia de ese nutriente se afecta la absorbancia y transmitancia de la luz, ya sea por cambio de color en el agua o por precipitados que se forman.

El fósforo es un elemento esencial para la flora y la fauna acuática de un ecosistema. Sin embargo, el fósforo se encuentra naturalmente en muy bajas concentraciones en forma de fosfatos, por lo tanto el más mínimo aumento puede tener efectos muy grandes. La medida normal para fósforo debe estar por debajo de 0.01mg/L

Los nitratos, al igual que el fosfato son esenciales para los organismos acuáticos. En exceso, pueden causar eutrofización. El crecimiento en exceso de las plantas y algas provoca cambios en los organismos normales del ecosistema, al igual que cambios en OD y temperatura del ambiente. Alta concentración de nitratos puede provocar anoxia y envenenamiento en algunos animales. Concentraciones normales de nitratos deben ser

menor de 1mg/L. En aguas de plantas de tratamiento la concentración es de aproximadamente 30mg/L. La fuente de nitratos en exceso puede ser escorrentías de terrenos agrícolas y de pozos sépticos.

(Para más detalles sobre los reactivos, el uso del espectrofotómetro y las reacciones químicas refiérase al manual de uso del equipo)

Actividad: En el Salón de Agua los estudiantes medirán los parámetros físico-químicos del Río Ciénega. Los estudiantes se dividirán en grupos (se determina cuántos por la cantidad de estudiantes). Cada grupo medirá los parámetros de una muestra del agua. Utilizarán el multímetro para medir temperatura, oxígeno disuelto, conductividad y salinidad; el espectrofotómetro para medir presencia de nutrientes; y el turbidímetro para medir turbiedad. Una vez hayan tomado los datos los escribirán en el espacio provisto en la pizarra. Se compararán los resultados del Río Ciénega con los informes de calidad de agua de otros lugares.

Artrópodos del bosque

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS DEL BOSQUE ESCUELA LA OLIMPIA

Subtema: IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, trabajo en equipo, uso de microscopía y observaciones

V. Integración: ciencias ambientales, ecología, biología

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de el Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.4 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios de Ciencia y en el campo de la investigación. (Química 1.2)

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.11.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización. (Biología 2.3)

EM.11.4 Establece relaciones entre la estructura y la función en los organismos. (Biología 2.6)

LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS

SM.11.4 Analiza cómo los organismos se organizan en sistemas taxonómicos. (Biología 3.5)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.1 Identifica la honestidad, objetividad y ausencia de prejuicios como valores necesarios para llevar a cabo investigaciones científicas de un modo adecuado.

NC.B.1.2 Participa en grupos de discusión sobre temas y controversias de índole científica asumiendo posturas y justificando sus argumentaciones.

NC.B.2 Utiliza prácticas seguras y protocolos de laboratorio en el campo de la investigación.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.B.6.4 Organiza y participa en actividades que promuevan el respeto por la vida.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.B.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización.

EM.B.3.4 Reconoce que la parte vital de un ecosistema radica en la estabilidad de sus productores y sus descomponedores.

LOS SISTEMAS Y MODELOS

SM.B.5 Analiza cómo los organismos se organizan en sistemas taxonómicos.

SM.B.5.1 Compara y contrasta las características distintivas de los reinos de la vida.

SM.B.5.2 Describe la organización taxonómica en sistemas de clasificación biológica.

SM.B.5.4 Reconoce la importancia de clasificar los organismos en diferentes reinos.

Ciencias Ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

NC.A.3 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios, actividades de campo y en la investigación.

NC.A.5 Demuestra con acciones específicas que valora la conservación del ambiente para todas las especies de organismos.

VII. Nivel de Profundidad de Conocimiento: Nivel II- Pensamiento de Procesamiento

VIII. Palabras claves

- Artrópodo, insecto, crustáceo, arácnido, quilópodo, diplópodo, clave de identificación, clasificación

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- conocer sobre el proceso de clasificación de los organismos vivos
- identificar artrópodos utilizando una clave
- conocer las características de los diferentes grupos de artrópodos estudiados

- entender el rol y la importancia de los artrópodos en diferentes hábitats dentro y fuera del bosque
- tener una apreciación mayor por la biodiversidad dentro y fuera del bosque
- utilizar el microscopio de disección para la observación de organismos y la identificación de sus partes

X. Materiales y facilidades

- Claves de identificación de artrópodos (10)
- Lupas (10)
- Hojas para anotar los datos y hacer ilustraciones
- Lápiz, bolígrafo, lápices para colorear
- Reglas y cintas métricas (10)
- Guantes de jardinería (Cantidad varía con grupo)
- Envase o plato petri para colocar organismos que se quieran observar
- Salón de Microscopía de Artrópodos (laboratorio del ICBC)
    i. Microscopios de disección (Cantidad varía con grupo)
    ii. Platos petri o envases para observar organismos

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio
    i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".
    ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.
    iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse. Importante hacer énfasis en tener precaución con algunos organismos que puedan picar y mencionar algunos que no deben ser perturbados.

iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.

- Desarrollo

    i. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela “Ariel Massol Deyá”.

    ii. El recorrido hará énfasis en la diversidad de organismos presentes en el bosque.

    iii. Una vez en el *Salón de microscopía* de artrópodos se les hablará sobre el Filum Artrópoda.

    iv. Los estudiantes reflexionarán sobre su percepción de los artrópodos. ¿Qué importancia tienen? ¿Por qué pican? ¿Los quiero en mi casa?

    v. Se discutirán las características principales de las clases Arácnida, Insecta, Quilópoda, Diplópoda y Crustacea.

    vi. Los estudiantes serán divididos en grupos pequeños. Cada grupo buscará un área del bosque (grama, tierra, rocas, orilla del río, hojarasca, etc.) y medirán un cuadrante de 1’ x 1’.

    vii. Los estudiantes observarán los diferentes organismos dentro de su cuadrante y utilizando una clave de identificación, prepararán una lista de los organismos observados.

    viii. Algunas muestras serán colectadas y cada estudiante utilizará uno de los microscopios de disección en el laboratorio del ICBC para observar algunos de sus organismos de cerca y prepararán una ilustración de lo que observan.

- Cierre

    i. Los estudiantes compartirán lo que encontraron y sus ilustraciones.

    ii. Se dialogará sobre la importancia de la clasificación.

    iii. Se hablará de la importancia de los artrópodos en sus ecosistemas.

    iv. Los estudiantes reflexionarán sobre su percepción de los artrópodos luego de la experiencia.

XII. **Avalúo**: *Diversidad de artrópodos, identificación y clasificación*

Fecha: _____

Nombre: _____

Describe el hábitat en tu cuadrante (tiene vegetación, rocas, qué tipo de suelo, está cerca el río o no, etc.):

Usando la clave de identificación, prepara una lista de los organismos que encuentres. Escribe las características distintivas que utilizaste para identificarlos. :

¿Qué rol tendrán los artrópodos que encontraste dentro de su hábitat?

Ilustración científica: prepara una ilustración de lo que observes con el microscopio, recuerda identificar cada organismo.

¿Qué importancia tendrán los artrópodos fuera del bosque?

Artrópodos del bosque

Guía para el maestro

Tema: DIVERSIDAD DE ARTRÓPODOS DEL BOSQUE ESCUELA LA OLIMPIA

Subtema: IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN

Sinopsis: Durante la visita al Bosque Escuela los estudiantes aprenderán sobre el Filum Artrópoda. Se discutirán las características principales de este filum y de las clases Arácnida, Insecta, Quilópoda, Diplópoda y Crustácea. Los estudiantes utilizarán una clave de identificación para buscar e identificar artrópodos en un cuadrante seleccionado por ellos mismos. Tendrán también la oportunidad de observar algunos organismos encontrados bajo el microscopio. Los estudiantes dibujarán lo que observan. Al finalizar la actividad se espera que los estudiantes tengan una nueva percepción y actitud hacia los artrópodos.

Preparativos: Antes de recibir a los estudiantes el salón que se usará como Salón de Microscopía de Artrópodos debe estar listo. Los microscopios deben estar limpios, funcionando y acompañados por envases o platos petri que utilizarán los estudiantes para colocar los organismos. Para esta actividad es muy importante la seguridad. Los estudiantes deben usar guantes protectores mientras buscan los organismos en el suelo o en el agua. Por lo tanto, debe haber en el salón suficientes guantes para cada estudiante. Las claves de identificación y las hojas de avalúo deben estar impresas y listas para los estudiantes. Se puede colocar en el salón ese día la exhibición del laboratorio del ICBC para demostrar algunos de los artrópodos que quizás no se pudieron observar.

Conceptos importantes: Artrópodo, insecto, crustáceo, arácnido, quilópodo, diplópodo, clave de identificación, clasificación

Los artrópodos son animales invertebrados. Poseen un exoesqueleto y su cuerpo es segmentado. En la mayor parte, su exoesqueleto es formado por quitina. Los artrópodos tienen que mudar su exoesqueleto cada cierto tiempo. Tienen sistema circulatorio y sistema nervioso que incluye un cerebro desarrollado. La manera en que los artrópodos ven, se mueven, se alimentan y se reproducen varia bastante entre clases.

Algunas de las clases más comúnmente observadas son Insecta, Arácnida, Quilópoda, Diplópoda y Crustácea. En el Bosque Escuela podemos observar organismos de cada uno de estos grupos.

Características de cada clase:

Insecta: Los insectos tienen tres pares de patas. Pueden o no tener alas. Dentro del grupo de los insectos podrán observar las mariposas, las cucarachas, larvas de insectos acuáticos, escarabajos, entre otros.

Arácnida: Nunca tienen alas. No tienen antenas. Cuatro pares de patas. En el Bosque Escuela podrán observar una gran cantidad de arañas y posiblemente algunos escorpiones.

Crustácea: Cuatro o más pares de patas, pero menos de quince. Uno o dos pares de antenas. En las orillas del río podrían verse camarones de agua dulce.

Quilópoda: Quince o más pares de patas. Un par de patas por cada segmento. Este grupo incluye los ciempiés.

Diplópoda: Quince o más pares de patas. Dos pares de patas por cada segmento. Este grupo incluye los milpiés (gungulén, gongolón, gongolí).

Para más detalles de cada clase se debe referir a las claves de identificación. Las claves de identificación son una herramienta útil cuando se quiere clasificar un organismo desconocido. Es una clave basada en dos premisas. La premisa que sea cierto sobre el organismo te lleva al próximo sistema dicótomo de premisas, hasta que eventualmente convergen en un organismo específico.

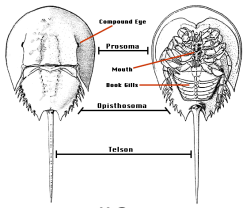
Actividad: Esta actividad es exploratoria. Los estudiantes escogerán un área para marcar su cuadrante. Tendrán que describir el hábitat de su cuadrante e identificar los artrópodos que encuentren allí. Pueden dibujarlos y utilizar las claves de identificación para nombrarlos. También tendrán la oportunidad de observar algunos de los organismos por el microscopio de disección para ver con más detalles la anatomía de su organismo. La seguridad durante esta actividad es muy importante. Deberán usar guantes en todo momento que manipulen un organismo.

Photographic Atlas of Entomology and Guide to Insect Identification, James L. Castner, Department of Biology, Pittsburg State University, 2000 por Feline Press

Guide to Aquatic Insects and Crustaceans, Izaak Walton League of America, Mechanicsburg PA, 2006 por Stackpole Books

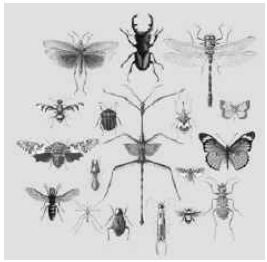
Clave dicotómica para la identificación de Clase Artrópodos

1. Caparazón redondo u ovalado con rabo largo puntiagudo. Patas son visibles solamente por la parte inferior
Clase Xiphosura (Figura 1)



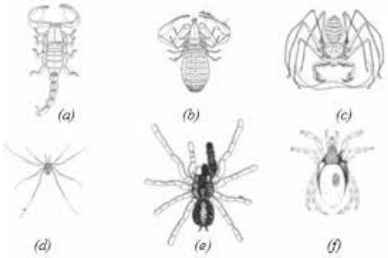
Forma no ovalada ni redonda, sin rabo, las patas son visibles, entonces #2

2. Tres pares de patas presentes, puede o no tener alas presentes
Clase Insecta (Figura 2)



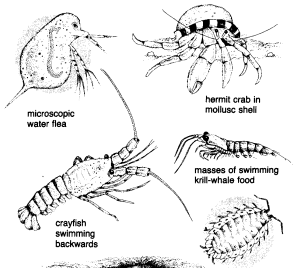
Más de tres pares de patas presentes, no hay alas presentes, entonces #3

3. Cuatro pares de patas, no hay antenas presentes
Clase Arachnida (Figura 3)



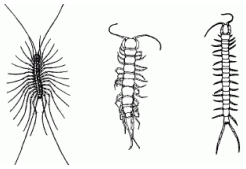
Cuatro o más pares de patas, uno o dos pares de antenas presentes, entonces #4

4. Menos de quince pares de patas presentes
Clase Crustacea (Figura 4)

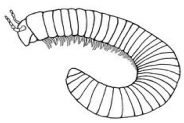


Quince o más pares de patas presentes, entonces #5

5. Un par de patas por segmento
Clase Quilopoda (Figura 5)



Dos pares de patas por segmento
Clase Diplopoda (Figura 6)



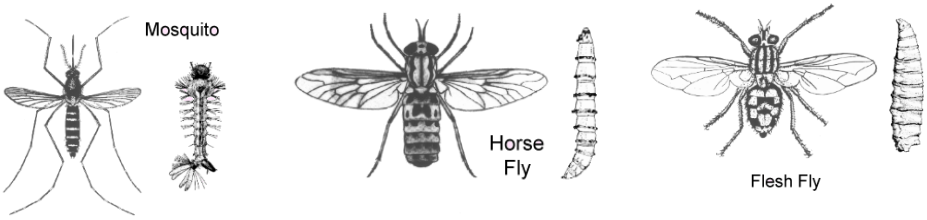
Clave para identificar los principales órdenes de la Clase Insecta

Versión modificada, preparada originalmente por Dr. German H. Cheli

1. Insecto tiene alas visibles

Alas ausentes, entonces #2

2. Sólo un par de alas
Orden Diptera (mosquitos, moscas): Se encuentra a menudo cerca del agua y tiene metamorfosis completa (tienen pupa)



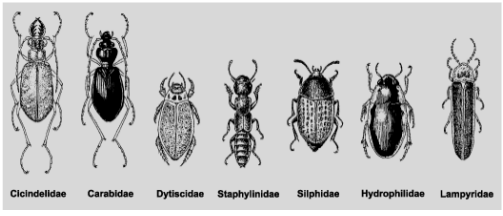
Dos pares de alas, entonces #3

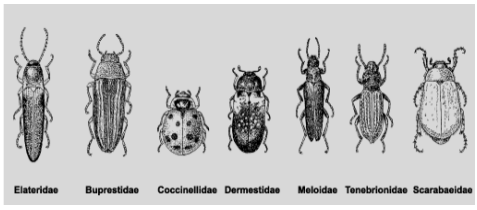
3. Los dos pares de alas son diferentes en su estructura, el primer par más grueso que el segundo

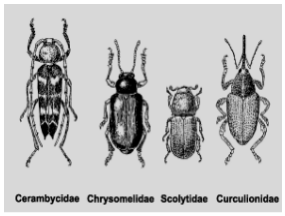
Los dos pares de alas son similares en estructura, entonces #9

4. Primer par de alas es duro (como una cáscara)
Orden Coleoptera

Orden Coleoptera (escarabajos): Se encuentran en todos los hábitats y tienen metamorfosis completa (tienen pupa)



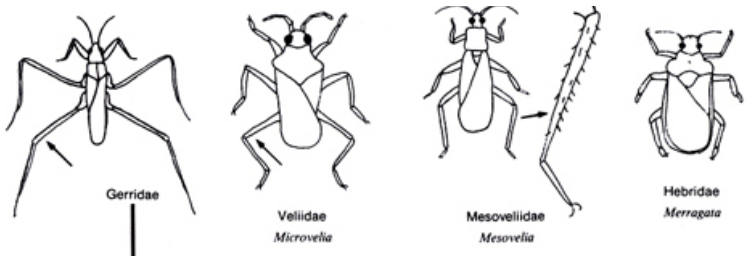




Una parte del primer par de alas es duro, entonces #5

5. Primer par de alas es duro en la base y membranoso en la punta, piezas bucales para chupar
Orden Hemiptera

Orden Hemiptera (Chinches): se encuentran en todos los hábitats, tienen metamorfosis simple, no tienen pupa

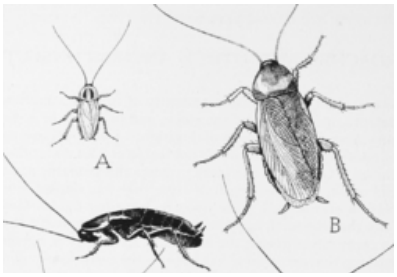


Primer par de alas es duro totalmente, y con venas en todas partes, piezas bucales para masticar

Las seis patas son para caminar (no para saltar), entonces #6

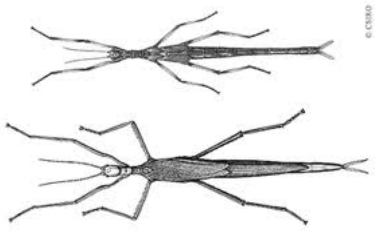
6. Cabeza cubierta por un escudo dorsal
Orden Blattaria

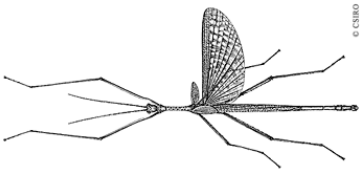
Orden Blattaria (Cucarachas): tienen metamorfosis simple, no hay pupa



7. Primer segmento del tórax es corto, el segundo y tercer segmento son alargados. Aspecto de hoja o palo.
Orden Phasmatodea

Orden Phasmatodea (insecto palo, chinche molle): se encuentran sobre la vegetación y tienen metamorfosis simple, no tienen pupa

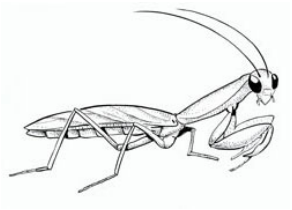




Un par o más patas modificadas para otra función que no es caminar, entonces #8

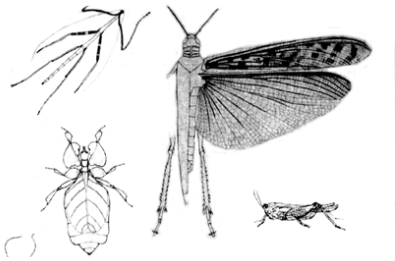
8. Primer par de patas raptor (para atrapar presas**)**
Orden Mantodea

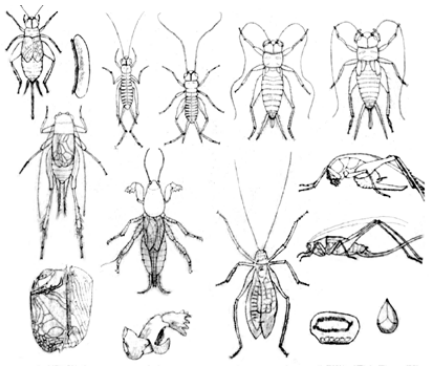
Orden Mantodea (mantis religiosa): se encuentran sobre la vegetación, tienen metamorfosis simple, no hay pupa



Las patas traseras son largas y diseñadas para saltar
Orden Orthoptera

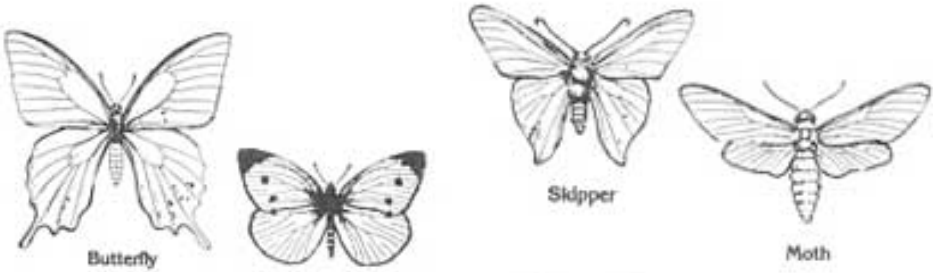
Orden Orthoptera (saltamontes, grillos): se encuentran en el suelo o la vegetación, tienen metamorfosis simple





9. Alas cubiertas de escamas
Orden Lepidoptera

Orden Lepidoptera (mariposas y polillas): se encuentran en vegetación, tienen metamorfosis completa con pupa, su larva no tiene alas y se conoce como oruga



Alas no cubiertas de escamas (claras y membranosas), entonces #10

10. Piezas bucales con tubo para succionar, las dos alas son
Orden Auchenorrhynca: homogéneas (en forma de techo de dos aguas)

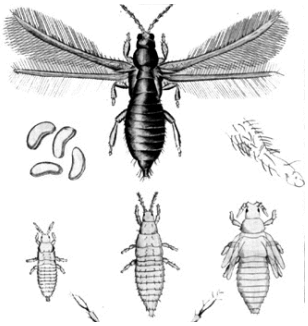
Orden Auchenorrhynca (cigarras, chicharras): se encuentran en la vegetación y tienen metamorfosis simple

Piezas de la boca no tienen tubo de succionar, entonces #11

Alas con pocas o ninguna vena

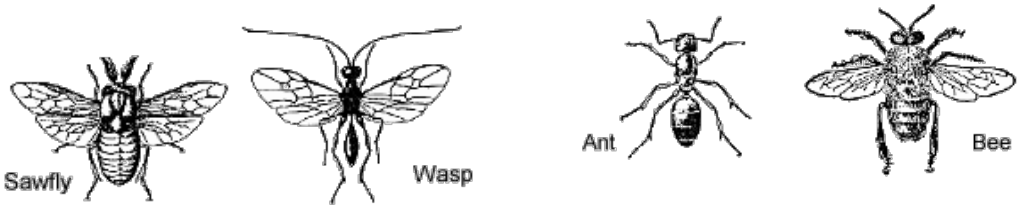
11. Alas muy delgadas, bordeadas de pelos pequeños
Orden Thysanoptera

Orden Thysanoptera (piojo de planta): pequeños, alados, se encuentran en la vegetación



Alas no como **11**
Orden Hymenoptera

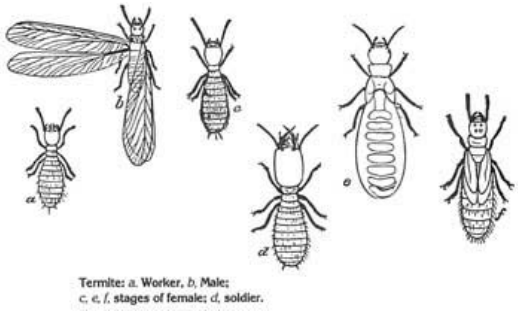
Orden Hymenoptera (abejas, avispas, hormigas): se encuentran en suelo o vegetación, tienen fase de pupa



Alas con muchas venas, entonces #12

12. Con dos anillos pequeños al final del abdomen. Parecen hormigas pero la unión entre abdomen y tórax no es estrecha
Orden Isoptera

Orden Isoptera (termitas, comején)

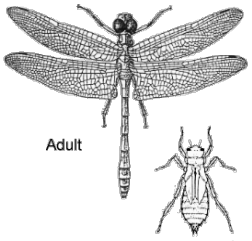


Termite: a, Worker, b, Male; c, e, f, stages of female; d, soldier.

Sin anillos, son largos y esbeltos, con alas largas y angostas, entonces #13

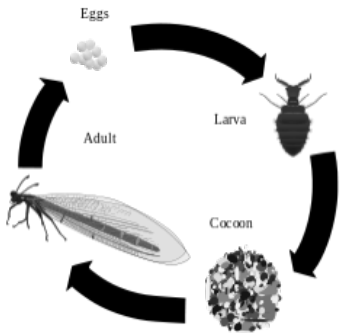
13. Antenas muy cortas
Orden Odonata

Orden Odonata (libélulas): se encuentran cerca del agua y tienen metamorfosis simple, tienen larvas acuáticas



14. Antenas relativamente largas con múltiples segmentos
Orden Neuroptera

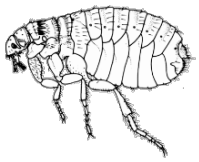
Orden Neuroptera (crisopas, "damselfly"): se encuentran en la vegetación, tienen fase de pupa, sus larvas se llaman hormigas leonas y son depredadoras



Insectos sin alas como adultos.

15. Insectos aplanados lateralmente, con paras traseras para saltar
Orden Siphonaptera

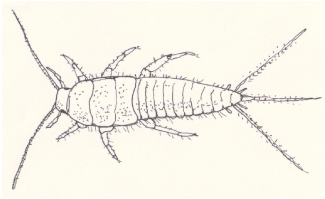
Orden Siphonaptera (pulgas): se encuentran en las aves y los mamíferos, tiene metamorfosis completa



No aplanados lateralmente, entonces #16

16. Insectos muy delicados, con largos filamentos en el extremo posterior del abdomen
Orden Thysanura

Orden Thysanura (pecesitos de plata): se encuentran en la materia vegetal en descomposición, tienen metamorfosis simple



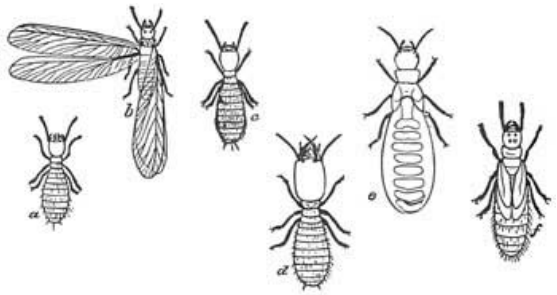
Sin las características arriba nombradas, entonces #17

17. Unión entre abdomen y tórax estrecha y sin anillos en la punta del abdomen
Hormigas

Familia Formicidae/Orden Hemynoptera: se encuentran en el suelo y vegetación, tienen metamorfosis completa

18. Cintura ancha con dos anillos en la punta del abdomen (aunque pueden faltar)
Orden Isoptera

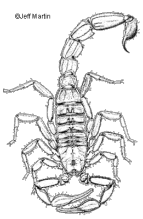
Orden Isoptera (termitas, comején)

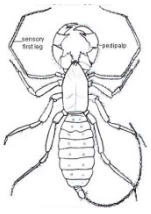


Termite: *a*, Worker, *b*, Male;
c, *e*, *f*, stages of female; *d*, soldier.

Clave Dicotómica para Identificación de Ordenes de la Clase Aracnida

1. Cuerpo tiene rabo largo y delgado

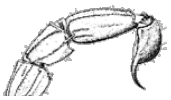




Apéndices delanteros con pinzas o palancas, entonces #2

Cuerpo sin rabo. Apéndices delanteros pueden o no tener pinzas o palancas, entonces #3

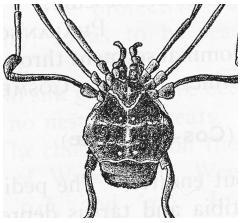
2. Rabo está claramente segmentado y tiene un aguijón apéndices delanteros son gruesos en las puntas donde forman las pinzas
Orden Escorpiones

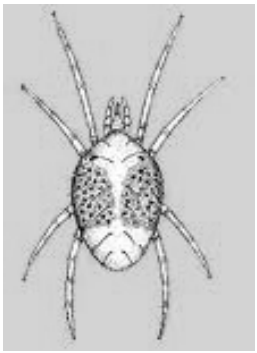


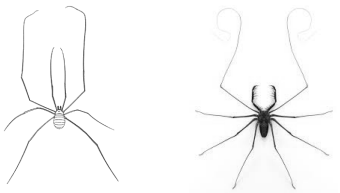
Rabo es fino, como un hilo, no se le ven claramente los segmentos, las palancas son masivas y gruesas completas
Orden Uropygi

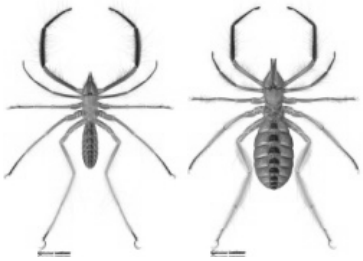
3. Apéndices delanteros con pinzas, parecen las de un escorpión, usualmente miden menos de 5mm
Orden Pseudoescorpion

Otros incluyen **Orden Araneae, Orden Acari, Orden Opiliones, Orden Amblypygi** y **Orden Solifugae.**









Ecoagricultura

Guía para el maestro

Tema: PROYECTO ECO-AGROFORESTAL

Sinopsis: El proyecto Eco-Agroforestal tiene como misión establecer una agricultura interdisciplinaria adaptada a las condiciones ambientales de Puerto Rico. El Bosque Escuela es un perfecto ejemplo de un bosque secundario, en el que implementamos prácticas agro-ecológicas y para el manejo de una variedad de cultivos. Se busca desarrollar un patrón sustentable en el bosque que sirva de modelo de cultivo aplicable en otros lugares.

Preparativos: Antes de cada actividad se debe consultar primero con el Agrónomo del Bosque Escuela. Este nos indicará la actividad que se pueda realizar correspondiente a la época y a las técnicas del cultivo implementadas.

Cada actividad requerirá de la preparación de los materiales anticipadamente. Los estudiantes deben poder ver el desarrollo de la tarea que realizarán a través de las diferentes etapas de terminado. Por ejemplo, si la tarea a realizarse es una siembra de semillas, se demostrarán preparados todas las etapas de la tarea: un tiesto vacío, un tiesto con suelo, un tiesto con la semilla, etc. Esto ayuda a que el estudiante vea lo que se realizó antes de su tarea, y la actividad que realizará.

Conceptos importantes: agricultura ecológica

Practicar una agricultura ecológica significa que integramos todo el entorno en la práctica. Como resultado, la agricultura ecológica brinda una viabilidad económica para proyecto. El proyecto de agricultura ecológica comprende la introducción de plantas agrícolas a un sistema forestal para conocer su adaptación y desarrollo. El propósito es obtener semillas viables que se vayan adaptando a las condiciones del bosque para mejorar su genética y así conseguir el balance con manejo integral de plagas y abonamiento sin químicos. Principalmente las plantas son hortalizas, que tienen un ciclo de producción de 90 a 120 días. Podemos encontrar aquí tomates, ajíes, lechugas, bok choy, acelgas, albahacas, limoncillos, cacaos, parchas, frijoles, entre otras [varía según temporada]. Los farináceos que se pueden encontrar son yuca, guineo, yautías entre otros. La misión es que estas semillas sean preservadas, reproducidas y sirvan a la comunidad de fuente nutritiva, además queremos obtener un banco surtido de semillas de alta calidad para el futuro.

En el invernadero es un laboratorio de propagación de semillas y material vegetativo. También preparamos abonos fermentados elaborados con la materia disponible en el área (hojas de ortiga, estiércol de caballo, probióticos y levadura). El objetivo es recolectar

semillas y seleccionar la mejor de todas, esto promueve que el proyecto tenga una eficiencia productiva. El invernadero le da la oportunidad a las plantas que se pongan fuertes y saludables para luego sembrarlas en el Bosque o en Casa Pueblo. Este invernadero posee mayor diversidad de plantas que las que han sido sembradas por el bosque.

Actividad: Las actividades que realizarán los estudiantes tienen la meta de enseñar: el manejo de las plantas silvestres utilizadas para los preparados y los pasos a seguir, técnicas de labranza mínima para reducir el impacto en el área, y la selección de semillas y de plantas.

Avifauna

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: AVES DEL BOSQUE

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, trabajo en equipo, investigación científica, método científico, censo de aves, observación

V. Integración: ciencias ambientales, ecología, biología

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de el Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestas preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.11.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización. (Biología 2.3)

EM.11.4 Establece relaciones entre la estructura y la función en los organismos. (Biología 2.6)

LOS SISTEMAS Y LOS MODELOS

SM.11.2 Explica cómo las adaptaciones fisiológicas y estructurales de los organismos determinan el proceso de selección natural y facilitan el equilibrio de los sistemas. (Biología 3.3)

SM.11.6 Identifica y establece modelos pare demostrar las relaciones entre los componentes de un ecosistema en cuanto a la transferencia de masa y energía. (Ciencias Ambientales 3.1)

LAS INTERACCIONES

I.11.1 Analiza cómo los organismos se relacionan entre sí a través del intercambio de la materia y energía para poder crecer, mantenerse y adaptarse. (Biología 5.1)

I.11.5 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas. (Ciencias Ambientales 5.2)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.1 Identifica la honestidad, objetividad y ausencia de prejuicios como valores necesarios para llevar a cabo investigaciones científicas de un modo adecuado.

NC.B.1.2 Participa en grupos de discusión sobre temas y controversias de índole científica asumiendo posturas y justificando sus argumentaciones.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.B.6.4 Organiza y participa en actividades que promuevan el respeto por la vida.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.B.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización.

EM.B.3.4 Reconoce que la parte vital de un ecosistema radica en la estabilidad de sus productores y sus descomponedores.

EM.B.6 Formula generalizaciones respecto a las adaptaciones que muestran los organismos de acuerdo al ambiente en que viven.

LOS SISTEMAS Y MODELOS

SM.B.4 Representa y explica la interdependencia que existe entre los organismos en relación con el flujo de energía y la materia en un ecosistema por medio de diagramas y modelos.

LA ENERGÍA

E.B.1 Explica la interdependencia que existe entre los organismos con relación al flujo de energía y la materia en un ecosistema.

E.B.1.3 Describe cómo los organismos utilizan la energía y reciclan los nutrientes para sostener la vida de un ecosistema.

E.B.1.4 Explica cómo ocurre el flujo de energía en redes y cadenas alimentarias en un ecosistema a partir de las plantas como productores primarios.

LAS INTERACCIONES

I.B.1 Analiza cómo los organismos se relacionan entre sí a través del intercambio de materia y energía para poder crecer, mantenerse y adaptarse.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

NC.A.2.1 Analiza situaciones y toma decisiones individuales y grupales ante los problemas ambientales.

NC.A.2.4 Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

NC.A.5 Demuestra con acciones específicas que valora la conservación del ambiente para todas las especies de organismos.

NC.A.5.1 Identifica el impacto al ambiente provocado por la deforestación, introducción de especies y las especies en peligro de extinción.

LAS INTERACCIONES

I.A.2 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas.

I.A.2.3 Evalúa el impacto que tiene la deforestación de los bosques en la población.

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.A.1 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras.

C.A.1.1 Explica la importancia del recurso bosque para las especies en peligro de extinción.

C.A.1.4 Explica en qué forma la intervención humana influye en la extinción de algunas especies.

C.A.1.7 Muestra aprecio y respeto por la biodiversidad como manifestación de la vida.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de Procesamiento, Nivel III- Pensamiento Estratégico

VIII. Palabras claves

- Dispersión de semillas, censo, frugívoro, endémico, residente, migratorio

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- conocer sobre el rol de las aves en el bosque, como frugívoros y como dispersadores de semillas
- realizar un censo de aves
- reconocer la importancia de las aves dentro y fuera del ecosistema del bosque
- identificar la variedad de aves que hay en el bosque
- conocer algunas especies de aves endémicas, migratorias y residentes
- conocer el impacto que pueden tener especies invasoras sobre la población y el funcionamiento de un ecosistema

X. Materiales y facilidades

- Estación de perchas para aves:
    i. Percha
    ii. Tiestos
- Libro guía de campo de aves

i. Adicional al libro puede haber guías de campo (10)

- Binoculares (cantidad depende del tamaño del grupo)

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio

  i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".

  ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.

  iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.

  iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.

- Desarrollo

  i. Antes de salir al recorrido, se discutirán los conceptos endémico, residente, migratorio y frugivoría.

  ii. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".

  iii. Durante el recorrido se realizará un censo de aves.

  iv. El recorrido hará énfasis en la diversidad de aves y sus fuentes de alimento en el bosque.

  v. Al finalizar el recorrido se llegará a la estación de perchas de dispersión de semillas.

  vi. Se discutirá el experimento con los estudiantes (Habrá un grupo estudiantil encargado del proyecto de investigación a largo plazo).

  vii. Los estudiantes observarán los tiestos y tratarán de identificar las semillas y las plantas creciendo en ellos. (Colaboración con Agrónomo).

- Cierre

i. Los estudiantes reflexionarán sobre el rol de las aves como dispersadores de semillas y sobre el impacto que podrían tener organismos invasores sobre el ecosistema (por ejemplo tordo lustroso, aves introducidas por tiendas de mascotas).

ii. Los estudiantes desarrollarán un plan de manejo y monitoreo sobre las aves del Bosque Escuela o de su pueblo de procedencia.

XII. Avalúo: *Las aves del bosque*

Fecha: _____

Nombre: _____

Prepara una lista de las aves que observaste en el censo, haz una marca cada vez que veas una de tu lista:

¿Qué tipo de alimentos de aves encontraste en el bosque?

Describe lo que observaste en las perchas de dispersión de semillas:

¿Qué animales crees que compiten por los mismos alimentos?

Las semillas que llegan al bosque, ¿de dónde vendrán?

Prepara un plan de manejo y monitoreo de aves para el Bosque Escuela o para tu pueblo de procedencia:

Avifauna

Guía para el maestro

Tema: AVES DEL BOSQUE

Sinopsis: Durante esta actividad los estudiantes aprenderán sobre las aves que habitan el bosque. Conocerán la diferencia entre aves endémicas, migratorias y residentes. Se discutirá el impacto del ser humano sobre el hábitat de las aves, por ejemplo la deforestación y la introducción de especies invasivas. Durante la actividad se espera que los estudiantes desarrollen un nuevo respeto por las aves y su rol dentro y fuera del bosque, específicamente como dispersadores de semillas. Al finalizar la actividad del censo y de discutir el proyecto de investigación los estudiantes desarrollarán un plan de manejo y monitoreo de aves para el bosque o su pueblo de procedencia.

Preparativos: Antes de recibir al grupo de estudiantes el experimento de las perchas de dispersión de semillas debe estar en proceso. Este proyecto será monitoreado por un grupo estudiantil. El instructor debe estar listo ese día con binoculares para cada estudiante y varios guías de campo para la identificación de las aves. Las estaciones del censo deben estar previamente establecidas (cada 100m) para estandarizar los resultados. Se debe coordinar también con el Agrónomo del bosque para que esté presente en el momento de identificación de semillas y plántulas en los tiestos de colección de semillas. También deben estar preparadas las hojas de avalúo para los estudiantes. En estas hojas realizarán el censo.

Conceptos importantes: Dispersión de semillas, censo, frugívoro, endémico, residente, migratorio

Esta actividad consiste de dos eventos. El primero es el censo de aves que realizarán los estudiantes, y el segundo es el proyecto de investigación de las perchas de dispersión de semillas. Todos los grupos observarán las perchas y los resultados del experimento, pero no todos participarán de la construcción del mismo. Este proyecto será adoptado por un grupo estudiantil. Ese grupo será el responsable de preparar el proyecto, tomar datos y analizar los mismos.

Antes de comenzar el censo es importante conocer los conceptos importantes que se van a discutir. Un censo es un ejercicio estadístico que obtiene información sobre una población en particular. En el caso del censo de aves se observa la especie, y luego la cantidad de individuos de esa especie presentes. De las aves que se observen en el bosque se observarán aves endémicas, residentes y migratorias. Las aves endémicas son aquellas que son únicas o particulares de ese lugar. Si son endémicas de Puerto Rico, significa que no existen en otro país que no sea Puerto Rico. Aves migratorias son aquellas que viajan en

ciertas épocas del año al lugar, y se le llama residentes a las especies que pueden permanecer en un lugar pero no son de ese lugar. En el Bosque Escuela se podrán ver de las tres tipos de aves. Es importante también reconocer que las aves tienen diferentes fuentes de alimento. Algunas aves son frugívoras, que significa que se alimentan de frutas. Otras aves se alimentan de insectos o animales pequeños como lagartijos y ranas.

Las aves frugívoras se alimentan de las frutas y sirven como dispersadores de semillas al defecar las mismas en diferentes lugares dentro y fuera del bosque. En muchos casos las aves se alimentan de la fruta y la semilla no se digiere. El proceso de digestión en algunas aves también ayuda a proteger las semillas de posibles patógenos. Es importante recalcar que hay otros organismos que se alimentan de las mismas fuentes, sin embargo algunas especies introducidas amenazan a la salud del ecosistema al aumentar la competencia por unos recursos limitados.

Actividad: Durante esta actividad los estudiantes realizarán dos ejercicios. El primero es un censo de aves en el Bosque Escuela. Los estudiantes identificarán las aves endémicas, migratorias y residentes en el bosque. Durante el recorrido también se dará un enfoque a las fuentes de alimento de estas aves. Se identificarán las aves frugívoras. Al finalizar el censo y el recorrido los estudiantes pasarán al segundo ejercicio. Observarán los resultados del experimento de perchas de dispersión de semillas. Junto con el Agrónomo los estudiantes identificarán las semillas y las plántulas resultado de la alimentación de las aves frugívoras del bosque. Se discutirá el rol y la importancia de las aves como dispersadores de semillas dentro y fuera del bosque, como productoras de variabilidad de vegetación y esenciales en el proceso de restauración. Se analizará el impacto de la deforestación y de la introducción de especies invasivas sobre la salud del ecosistema. Al finalizar la actividad los estudiantes dialogarán para crear un plan de manejo y monitoreo de las aves de un ecosistema.

Biodiversidad del bosque

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: BIODIVERSIDAD DEL BOSQUE ESCUELA

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, trabajo en equipo, investigación científica, método científico, análisis de resultados

V. Integración: ciencias ambientales, ecología, biología, matemáticas

VI. Estándares y expectativas:

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de el Programa de Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestas preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.2 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas. (Biología 1.3)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.11.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización. (Biología 2.3)

LA ENERGÍA

E.11.5 Analiza y describe la interacción entre los componentes abióticos y bióticos de un ecosistema, incluyendo el flujo de energía. (Ciencias Ambientales 4.1)

LAS INTERACCIONES

I.11.1 Analiza cómo los organismos se relacionan entre sí a través del intercambio de la materia y energía para poder crecer, mantenerse y adaptarse. (Biología 5.1)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.2 Participa en grupos de discusión sobre temas y controversias de índole científica asumiendo posturas y justificando sus argumentaciones.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.3 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas.

NC.B.3.2 Utiliza unidades del Sistema Internacional de Medidas para expresar medidas de parámetros estudiados en experimentos e investigaciones.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.B.3 Reconoce la interdependencia de los organismos, la diversidad de la vida y sus niveles de organización.

EM.B.3.4 Reconoce que la parte vital de un ecosistema radica en la estabilidad de sus productores y sus descomponedores.

LOS SISTEMAS Y MODELOS

SM.B.5 Analiza cómo los organismos se organizan en sistemas taxonómicos.

SM.B.5.1 Compara y contrasta las características distintivas de los reinos de la vida.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.1 Aplica destrezas matemáticas y los procesos de la ciencia en el uso de la metodología científica.

NC.A.1.1 Utiliza unidades estándar del Sistema Internacional de Medidas para representar y describir parámetros ambientales.

NC.A.1.4 Usa modelos matemáticos para describir, explicar y predecir patrones naturales.

NC.A.1.5 Reconoce que las hipótesis científicas deben someterse a confirmación empírica para ser aceptadas o rechazadas.

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

NC.A.2.4 Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

NC.A.5 Demuestra con acciones específicas que valora la conservación del ambiente para todas las especies de organismos.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.A.3 Describe la interacción entre los factores abióticos y bióticos en un ecosistema a base de sus características distintivas.

EM.A.3.1 Analiza el rol que desempeñan y establece conexiones entre los productores, los consumidores y los descomponedores en la cadena y en la red alimentaria de un ecosistema.

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.A.1 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras.

C.A.1.7 Muestra aprecio y respeto por la biodiversidad como manifestación de la vida.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de Procesamiento

VIII. Palabras claves

- Biodiversidad, índice de diversidad

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- entender el concepto de biodiversidad
- calcular el índice de biodiversidad de un lugar
- conocer la importancia de los diferentes componentes de un ecosistema

X. Materiales y facilidades

- Parcelas de biodiversidad
- Cintas métricas
- Cintas de marcar ("flagging tape")
- Lápiz y papel
- Lupas
- Binoculares
- Calculadoras científicas

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio
    i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".
    ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.
    iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.
    iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.
- Desarrollo
    i. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".
    ii. Durante el recorrido se dialogará sobre el concepto biodiversidad. Los estudiantes formularán la definición basado en lo discutido.
    iii. El recorrido hará énfasis en la biodiversidad del bosque y la importancia que tienen los diferentes componentes de un ecosistema.
    iv. Al finalizar el recorrido se llegará a la estación de las parcelas de biodiversidad.

v. Los estudiantes se dividirán en grupos para medir y marcar su área de monitoreo de 10m x 10m.

vi. Los estudiantes de cada grupo formularán una hipótesis sobre el índice de biodiversidad de su parcela en comparación con las de los otros grupos.

vii. Cada grupo se encargará de contar las especies y los individuos de su parcela. Luego calcularán el índice de biodiversidad de su parcela.

- Cierre

i. Los estudiantes compartirán los resultados con los demás grupos y compararán hipótesis y resultados.

ii. Los estudiantes reflexionarán sobre el significado del índice de biodiversidad en un ecosistema.

XII. Avalúo: *Biodiversidad del bosque*

Fecha: _____

Nombre: _____

Hipótesis nula:

Hipótesis alterna:

Describe el área de tu parcela (está cerca del río, tiene mucha vegetación, es rocosa, etc.):

¿Crees que hay mucha o poca biodiversidad en tu parcela? ¿Por qué?

¿Cuál parcela tuvo mayor índice de biodiversidad? ¿Cuál tuvo menor?

¿Tu hipótesis alterna fue aprobada o rechazada? ¿Por qué?

¿Qué crees que pasaría si un componente del ecosistema dejara de existir? Por ejemplo, qué pasaría si desaparecieran todas las palmas de sierra.

Biodiversidad del bosque

Guía para el maestro

Tema: BIODIVERSIDAD DEL BOSQUE ESCUELA

Sinopsis: Durante esta actividad los estudiantes aprenderán sobre el concepto biodiversidad y cómo se mide en un ecosistema. Los estudiantes serán los que determinan el área del bosque que quieren medir y compararán sus resultados con los de otras parcelas. Se dialogará sobre la importancia de cada componente de un ecosistema, por qué puede variar el índice de biodiversidad en un ecosistema y para qué sirve esta información fuera del contexto del bosque. Al finalizar la actividad los estudiantes tendrán una idea más clara de lo que es biodiversidad y podrán extrapolarlo a otros ambientes, como los bosques urbanos, los huertos caseros y los jardines, etc.

Preparativos: Antes de recibir a los estudiantes deben estar preparados los siguientes materiales: carretes de cinta para medir las parcelas, cintas para marcar las parcelas, hojas de avalúo, binoculares, calculadoras científicas y lupas.

Conceptos importantes: Biodiversidad, índice de diversidad

La biodiversidad de un espacio se refiere a la medida de variedad de especies que hay en un lugar determinado. La biodiversidad es dinámica y cambiante, por lo tanto las medidas no van a ser iguales cada vez. Hay diferentes niveles en los cuales se puede medir la biodiversidad, desde diversidad genética hasta diversidad de organismos macroscópicos. En esta actividad los estudiantes medirán la biodiversidad de organismos macroscópicos. El índice de biodiversidad también se puede calcular de varias maneras, dependiendo de la información que se quiera obtener. Los tres principales índices son los siguientes:

*Índice de Margalef: Diversidad = (S-1)/log N donde S es el número de especies y N el número total de individuo

*Índice de Shannon-Weaver: $$H = -\sum_{i=1}^{s} pi \bullet \log_2(pi) \qquad pi = \frac{n_i}{N}$$

Donde: n_i = número de individuos en el sistema de la especie determinada i, N = número total de individuos, y S = número total de especies

*Índice de Simpson: $$diversidad = \frac{N(N-1)}{\sum_i n_i(n_i-1)}$$

Para esta actividad los estudiantes usarán una versión adaptada para calcular índice de biodiversidad: número de especies/número total de individuos. Donde 1 es el valor más alto (el índice que se use puede ser otro dependiendo del nivel del grupo).

Actividad: Durante esta actividad experimental los estudiantes prepararán una parcela de monitoreo para calcular el índice de biodiversidad. Formularán una hipótesis sobre los índices de biodiversidad de cada parcela. Dentro de la parcela observarán especies e individuos de cada especie presentes. Podrán usar lupas y binoculares provistos. Es importante recordar al final de la actividad los estudiantes deben recoger las cintas que marcan su parcela.

Cuencas Hidrográficas

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: LA CUENCA HIDRODRÁFICA: SU IMPORTANCIA Y CONSERVACIÓN

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, investigación, diseño experimental, método científico, análisis matemático, preguntas abiertas, discusión socializada

V. Integración: ciencias ambientales, estadísticas, ecología, matemáticas, geología, salud, conservación ambiental

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de los Programas de Matemáticas y Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Matemáticas
Décimo grado

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 4: MEDICIÓN

El estudiante es capaz de utilizar sistemas, herramientas y técnicas de medición para establecer conexiones entre conceptos espaciales y numéricos.

13.0 Toma decisiones sobre las unidades y escalas que son apropiadas para una situación de problema que involucra medición.

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 5: ANÁLISIS DE DATOS Y PROBABILIDAD

El estudiante es capaz de utilizar diferentes métodos de recopilar, organizar, interpretar y presentar datos para hacer inferencias y conclusiones.

15.0 Identifica problemas que pueden ser atendidos a través de la recopilación y análisis de datos experimentales, diseña e implementa experimentos comparativos simples, y extrae conclusiones apropiadas de los datos recopilados.

E.IP.10.15.1 Describe cómo experimentos bien diseñados utilizan asignación aleatoria para balancear la variación de algunos factores con el fin de aislar los efectos de un tratamiento.

E.RD.10.15.2 Diseña un experimento comparativo simple para contestar una pregunta: determina tratamientos, identifica métodos de medición.

17.0 Comprende que los resultados pueden variar de muestra a población y de muestra a muestra. Analiza, resume y compara resultados de muestras al azar (aleatorias) con resultados de muestras no aleatorias, y con censos, utilizando una gran variedad de gráficas para presentar y comunicar los resultados.

E.PR.10.17.2 Reconoce que la media de la muestra tiende a acercarse a la media de la población a medida que el tamaño de la muestra aumenta.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICAS

1.0 Recopila y representa los datos e interpretar las medidas de tendencia central y variabilidad. Crea, compara y evalúa las diferentes representaciones gráficas de los mismos datos, usando histogramas, polígonos de frecuencias, funciones de distribución de frecuencias acumulativa, gráficas de pastel, diagramas de dispersión, diagramas de tallo y hojas y diagramas de caja y bigotes. Calcula y usa la media, mediana, moda, media ponderada, media geométrica, media armónica, extensión, cuartiles, variación y desviación estándar.

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.2 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas. (Biología 1.3)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LAS INTERACCIONES

I.11.5 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas. (Ciencias Ambientales 5.2)

I.11.6 Evalúa la importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para el ser humano. (Ciencias Ambientales 5.3)

LA CONSERVACIÓN Y EL CAMBIO

C.11.6 Propone alternativas que ayuden a preservar nuestros ecosistemas para generaciones futuras. (Ciencias Ambientales 6.1)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.3 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas.

NC.B.3.1 Organiza datos utilizando gráficas, tablas y diagramas durante los procesos de investigación y experimentación.

NC.B.3.2 Utiliza unidades del Sistema Internacional de Medidas para expresar medidas de parámetros estudiados en experimentos e investigaciones.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.B.6.2 Identifica los riesgos y beneficios que tiene el desarrollo científico, económico y tecnológico para la sociedad.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.1 Aplica destrezas matemáticas y los procesos de la ciencia en el uso de la metodología científica.

NC.A.1.1 Utiliza unidades estándar del Sistema Internacional de Medidas para representar y describir parámetros ambientales.

NC.A.1.2 Aplica las destrezas de medición y los procesos para recopilar e interpretar parámetros ambientales y considera las posibles fuentes de error.

NC.A.1.5 Reconoce que las hipótesis científicas deben someterse a confirmación empírica para ser aceptadas o rechazadas.

NC.A.2 Utiliza la metodología y el conocimiento científico para describir y explicar la naturaleza.

NC.A.2.1 Analiza situaciones y toma decisiones individuales y grupales ante los problemas ambientales.

NC.A.2.2 Propone formas efectivas para concienciar y promover posibles soluciones a problemas ambientales tales como contaminación de aire, suelo, agua, manejo de desperdicios, protección de especies y recursos al igual que el desarrollo sostenible.

NC.A.2.3 Discute las implicaciones socioculturales y ambientales del desarrollo socioeconómico debido al cambio de una sociedad agrícola a una industrial, tecnológico y de conocimiento.

NC.A.2.4 Elabora sus propias conclusiones a base del análisis de los hallazgos en investigaciones.

LA ESTRUCTURA Y LOS NIVELES DE ORGANIZACIÓN DE LA MATERIA

EM.A.3 Describe la interacción entre los factores abióticos y bióticos en un ecosistema a base de sus características distintivas.

EM.A.3.9 Explica la importancia del agua para los organismos y la necesidad de proteger este recurso.

LAS INTERACCIONES

I.A.2 Evalúa cómo las actividades del ser humano afectan a los ecosistemas.

I.A.2.2 Explica cómo el ser humano contamina el suelo, el agua y el aire.

I.A.2.3 Evalúa el impacto que tiene la deforestación de los bosques en la población.

I.A.2.6 Describe los problemas ambientales de las zonas rurales y urbanas de Puerto Rico.

I.A.3 Evalúa la importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para el ser humano.

I.A.3.1 Analiza la importancia de las cuencas hidrográficas.

I.A.3.2 Explica el valor de los ecosistemas acuáticos como recurso indispensable.

I.A.3.5 Explica la importancia del agua para los organismos vivos.

Física

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.F.1 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico.

NC.F.1.1 Reconoce que la ciencia no está confinada necesariamente a un laboratorio.

NC.F.1.2 Muestra disposición a modificar sus puntos de vista ante nueva evidencia y a que sus ideas sean cuestionadas por sus pares, además de respetar las ideas de otros.

NC.F.1.3 Comunica los valores de los datos medidos en forma de tablas y gráficas para analizarlos y hace predicciones y generalizaciones sobre los mismos.

NC.F.1.4 Describe el método de inquirir como forma de investigar.

NC.F.1.5 Utiliza el método de inquirir para proponer soluciones a problemas.

NC.F.1.6 Elabora conclusiones a base de los hallazgos de investigaciones.

Química

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.Q.5 Toma decisiones apropiadas y soluciona problemas usando la metodología científica.

NC.Q.5.2 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados, llegar a conclusiones y generalizaciones basadas en los resultados.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de procesamiento

VIII. Palabras claves

- Cuenca hidrográfica, ciclo del agua, servicios ecosistémicos, escorrentía

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- describir qué es una cuenca hidrográfica y cómo contribuye al ecosistema.
- analizar datos tomados en el Bosque
- comprender la importancia de las cuencas hidrográficas en la supervivencia de las comunidades naturales y humanas.

X. Materiales y facilidades

- Salón de cuenca hidrográfica
- Representación de la cuenca hidrográfica (previamente preparados e instalados en el Salón de Cuenca)
    i. Representación 1: cuenca urbana, sin cobertura boscosa y desarrollo de concreto
    ii. Representación 2: cuenca urbana, no hay desarrollo urbano total pero no hay cobertura vegetal, suelo expuesto

iii. Representación 3: cuenca suburbana, desarrollo agrícola y bosque secundario joven.

iv. Representación 4: cuenca rural, bosque secundario maduro

- Hoja para anotar datos y ejercicio de avalúo
- Colectores de agua para cada representación (4)
- Matraz volumétrico para medir el agua cuenca-abajo (4)

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio

i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".

ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.

iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.

iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.

- Desarrollo

i. Los estudiantes participarán de un recorrido dentro del Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".

ii. El recorrido hará énfasis en la importancia de la cuenca hidrográfica y por qué es un recurso del cual depende nuestra supervivencia.

iii. El diálogo tendrá un acercamiento científico y llevará a los estudiantes a hacerse preguntas sobre la intervención humana y las cuencas hidrográficas.

iv. Los estudiantes se dividirán en grupos, cada grupo tendrá un tipo de cuenca asignado.

v. Cada estudiante formulará una descripción del tipo de cuenca que le corresponde antes de comenzar la actividad.

vi. Los estudiantes realizarán un ejercicio práctico con un sistema de modelos representando diferentes tipos de cuenca.

vii. Cada representación de cuenca tendrá en la cabecera un recipiente con agua con un volumen predeterminado, cuenca abajo habrá un estudiante con un recipiente para recoger el agua.

viii. Los estudiantes medirán el agua recogida con una probeta.

ix. Una vez los estudiantes terminen el ejercicio deben utilizar las medidas de agua recogida de sus compañeros para calcular flujo del agua, porciento de agua retenido y porciento de agua recuperado.

x. El análisis debe ser atemperado al grado escolar o edad del estudiante

xi. En grupos más avanzados se puede:

- Discutir conceptos como: pseudoreplicación, diseño experimental, estadística frecuentista (paramétrica y no paramétrica)

- Hacer un Kruskal-Wallis para saber si hay diferencias entre los "tratamientos/representación de cuenca".

xii. Los estudiantes interpretarán los datos y el instructor debe dirigir la discusión para describir las implicaciones de los resultados.

- Cierre

i. Los estudiantes discutirán las implicaciones sociales y ambientales de los resultados.

ii. Se discutirán las aplicaciones de este experimento fuera del contexto del bosque.

XII. Avalúo: *La cuenca hidrográfica: su importancia y conservación*

Fecha: _____

Nombre: _____

Rep. Cuenca	Volumen de agua inicial (mL)	Volumen de agua final (mL)	Tiempo en salir (min)	Flujo del agua (mL/min)
1				
2				
3				

Análisis de datos

Calcula el porciento de agua retenido y recuperado de cada representación de cuenca:

¿Cómo comparan los resultados de las tres cuencas?

¿Cuáles son las implicaciones de tus resultados?

¿Cómo afectan las actividades humanas a las cuencas? Si no protegemos la cabeza de la cuenca, ¿qué pasaría aguas abajo en la costa, qué le pasaría a los arrecifes de coral?

Cuenca Hidrográfica

Guía para el maestro

Tema: LA CUENCA HIDRODRÁFICA: SU IMPORTANCIA Y CONSERVACIÓN

Sinopsis: La protección de cuencas hidrográficas es un componente fundamental y prioritario en el manejo de los recursos naturales. Una visón de conservación del paisaje debe incluir una gestión territorial a nivel de cuencas hidrográficas que contribuya a disminuir el deterioro ambiental, fomentar la conservación, incentivar actores que conservan, reconocer los servicios ecosistémicos e identificar mecanismos de adaptación al cambio climático. En el Bosque Escuela se encuentra la cabecera de la cuenca del Río Grande de Arecibo. Esta cuenca es una de las de mayor extensión e importancia en la Isla. A través de esta experiencia educativa los y las estudiantes exploran la importancia de la cobertura forestal sobre las dinámicas del agua de escorrentía, su fuerza, desplazamiento de sedimentos, consecuencias como inundaciones repentinas y flujos mínimos utilizando modelos diferentes de cuencas.

Preparativos: En el salón de cuencas debe haber cuatro modelos de cuencas previamente instalados. Se debe llevar al salón cuatro matraces volumétricos, hojas de avalúo impresas, calculadoras, lápices de colorear y pizarra con marcador.

Conceptos importantes: Cuenca hidrográfica, ciclo del agua, servicios ecosistémicos, escorrentía

Para esta actividad los estudiantes tendrán una introducción a lo que es el método científico. El maestro servirá de facilitador para presentarles el problema o la pregunta que deben contestar, y los estudiantes formularán dos hipótesis, una nula y una alterna. La hipótesis debe ser una posible contestación o explicación a la pregunta. La hipótesis nula debe ser la que quieren comprobar no es cierta, y la hipótesis alterna es la que creen cierta. Al finalizar el experimento los estudiantes deben decidir si alguna de sus hipótesis es aceptada o rechazada, y porqué.

El análisis estadístico se hace tomando datos de una muestra representativa de la variable bajo estudio. Se realiza un análisis estadístico para poder tomar una decisión o probar una hipótesis, porque nos brinda información sobre la ocurrencia de un evento. La estadística nos permite observar si el evento, en este caso la medida de temperatura, es algo ocasional y aleatorio o es algo condicional. En esta actividad la idea es encontrar que la temperatura en cada lugar está condicionada a la cobertura forestal. Dentro del análisis estadístico se calculará el promedio, la moda y la mediana. En grupos más avanzados se calculará varianza y desviación estándar.

*Promedio o media: $\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{n}$ donde $\bar{x}$ es el promedio, a_i son los valores y n es el tamaño de muestra.

*La mediana se calcula, primero agrupando todos los valores, luego encontrando el valor que se encuentra en el medio o centro. Ese valor es la mediana.

*La moda es el valor que más se repite en el grupo de valores. Si no se repite algún valor, entonces no existe una moda.

*La varianza es una medida de cuánta variabilidad hay entre tus valores reales y el promedio calculado. $S^2 = \frac{\sum_i (Xi - \bar{X})^2}{n}$

*La desviación estándar es una medida de cuánto mis valores se alejan del valor real o el valor promedio. Y es la raíz cuadrada de la varianza.

Con el análisis estadístico los estudiantes determinarán la importancia de la cantidad de repeticiones y el tamaño de la muestra. También analizarán cuán confiables son sus resultados.

Experimento: En este experimento los estudiantes formularán una hipótesis sobre el rol de las cuencas hidrográficas y las implicaciones que tienen el tipo de suelo de cada cuenca. Los estudiantes depositarán una cantidad determinada de agua a la cabecera de los modelos de cuencas. Cuenca abajo recogerán el agua en un matraz volumétrico y compararán los volúmenes iniciales y finales para cada modelo. La experiencia se puede adaptar para hablar de sedimentos o contaminantes en el agua, por ejemplo, el agua se puede teñir para ver la concentración de sedimento/contaminante que llegue cuenca abajo. El experimento se repetirá 3-5 veces por cada modelo. Luego los grupos harán un análisis estadístico de sus resultados y los compararán con los resultados de los otros modelos de cuenca. En grupos más avanzados se pueden discutir pseudoreplicación, estadística frecuentista (paramétrica y no paramétrica), y hacer un Kruskal-Wallis para saber si hay diferencias entre los "tratamientos/representación de cuenca".

Energía renovable

Tema: ENERGÍA RENOVABLE

Subtema: ENERGÍA HIDRÁULICA Y SOLAR

Se le denomina energía renovable a la energía que proviene de fuentes naturales de difícil agotamiento. Estas fuentes de energía se encuentran en gran cantidad en la naturaleza o se reponen rápidamente por procesos naturales. Algunos tipos de energía renovable son: eólica, hidráulica o hidroeléctrica, solar, entre otros. En el Bosque Escuela se utiliza la energía hidráulica para proveerle energía a la casona, la Casa Bosque, los alumbrados y para las transmisiones de Radio Casa Pueblo.

La energía hidráulica, también llamada hidroeléctrica, porque produce electricidad a partir de la fuerza hidráulica, funciona utilizando un sistema Micro Hidroeléctrico. En el Bosque Escuela se utiliza el movimiento natural del agua del Río Ciénegas. Agua es canalizada a un sistema de tubería que transporta agua del río a la turbina donde se produce energía. La turbina rota y hace rotar el eje del generador, produciendo una carga eléctrica. Esta energía pasa luego por un sistema de inversión eléctrica para producir electricidad utilizable.

La turbina del sistema del Bosque Escuela es una micro turbina Harris de tipo Pelton que incluye un alternador de imán permanente. Produce una potencia estimada de 60W. El modelo del inversor es el Xantrex TR2424. Conectado al sistema de energía hidráulica se encuentra un banco de baterías. Estas baterías sirven de almacenamiento de energía producida para garantizar un flujo de energía constante en caso de que la generación de energía por la turbina fluctúe o se requiera uso de mayor electricidad.

La turbina es movida constantemente por el movimiento del agua del río. Esto produce unas ventajas en comparación con sistemas de corriente alterna de agua. La producción de energía en el Bosque Escuela es continuo, y provee para una mayor producción de energía eléctrica. Los sistemas continuos como este implican también un impacto ambiental menor, ya que el tamaño del sistema es menor y consume menos energía.

Energía hidráulica

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: CÓMO SE GENERA LA ENERGÍA HIDRÁULICA

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, demostraciones, laboratorio, trabajo en equipo, análisis y de discusión resultados

V. Integración: matemáticas, biología, ciencias ambientales, ingeniería, física

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de los Programas de Matemáticas y Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Matemáticas
Décimo grado

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 4: MEDICIÓN

El estudiante es capaz de utilizar sistemas, herramientas y técnicas de medición para establecer conexiones entre conceptos espaciales y numéricos.

13.0 Toma decisiones sobre las unidades y escalas que son apropiadas para una situación de problema que involucra medición.

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 5: ANÁLISIS DE DATOS Y PROBABILIDAD

El estudiante es capaz de utilizar diferentes métodos de recopilar, organizar, interpretar y presentar datos para hacer inferencias y conclusiones.

15.0 Identifica problemas que pueden ser atendidos a través de la recopilación y análisis de datos experimentales, diseña e implementa experimentos comparativos simples, y extrae conclusiones apropiadas de los datos recopilados.

E.IP.10.15.1 Describe cómo experimentos bien diseñados utilizan asignación aleatoria para balancear la variación de algunos factores con el fin de aislar los efectos de un tratamiento.

E.RD.10.15.2 Diseña un experimento comparativo simple para contestar una pregunta: determina tratamientos, identifica métodos de medición.

17.0 Comprende que los resultados pueden variar de muestra a población y de muestra a muestra. Analiza, resume y compara resultados de muestras al azar (aleatorias) con resultados de muestras no aleatorias, y con censos, utilizando una gran variedad de gráficas para presentar y comunicar los resultados.

E.PR.10.17.2 Reconoce que la media de la muestra tiende a acercarse a la media de la población a medida que el tamaño de la muestra aumenta.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICAS

1.0 Recopila y representa los datos e interpretar las medidas de tendencia central y variabilidad. Crea, compara y evalúa las diferentes representaciones gráficas de los mismos datos, usando histogramas, polígonos de frecuencias, funciones de distribución de frecuencias acumulativa, gráficas de pastel, diagramas de dispersión, diagramas de tallo y hojas y diagramas de caja y bigotes. Calcula y usa la media, mediana, moda, media ponderada, media geométrica, media armónica, extensión, cuartiles, variación y desviación estándar

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.2 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas. (Biología 1.3)

NC.11.3 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida. (Física 1.7)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LA ENERGÍA

E.11.2 Evalúa el impacto económico y ambiental que tiene la explotación de diferentes fuentes de energía. (Biología 4.3)

E.11.4 Explica las formas como se manifiesta la energía y sus transformaciones. (Química 4.2)

E.11.6 Evalúa el impacto económico y ambiental que tiene la explotación de las diferentes fuentes de energía. (Ciencias Ambientales 4.2)

LAS INTERACCIONES

I.11.6 Evalúa la importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para el ser humano. (Ciencias Ambientales 5.3)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.1 Identifica la honestidad, objetividad y ausencia de prejuicios como valores necesarios para llevar a cabo investigaciones científicas de un modo adecuado.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.2 Utiliza prácticas seguras y protocolos de laboratorio en el campo de la investigación.

NC.B.2.2 Demuestra con acciones que el laboratorio es un lugar de trabajo serio y seguro.

NC.B.3 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas.

NC.B.3.1 Organiza datos utilizando gráficas, tablas y diagramas durante los procesos de investigación y experimentación.

NC.B.3.2 Utiliza unidades del Sistema Internacional de Medidas para expresar medidas de parámetros estudiados en experimentos e investigaciones.

NC.B.3.3 Expresa los datos obtenidos en experimentos e investigaciones con exactitud y precisión.

NC.B.4 Reconoce que la actitud científica influye en los aspectos sociales, económicos y tecnológicos.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.B.6.3 Identifica ejemplos en los que las aplicaciones de la ciencia y la tecnología han afectado la economía y la calidad de vida.

Ciencias ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.1 Aplica destrezas matemáticas y los procesos de la ciencia en el uso de la metodología científica.

NC.A.1.1 Utiliza unidades estándar del Sistema Internacional de Medidas para representar y describir parámetros ambientales.

NC.A.3 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios, actividades de campo y en la investigación.

NC.A.3.4 Conoce y aplica las reglas de seguridad estándar en el laboratorio y en el trabajo de campo.

NC.A.6 Identifica, evalúa y argumenta de manera crítica sobre las diversas fuentes de información para determinar las implicaciones éticas y morales que tiene el desarrollo científico, económico y tecnológico para la sociedad.

NC.A.6.3 Analiza cómo el mal uso de la tecnología puede crear problemas y perjudicar a los seres vivos y al ambiente.

NC.A.7 Aplica los adelantos científicos y la tecnología emergente de manera crítica y responsable para la solución de problemas ambientales.

NC.A.7.1 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico.

NC.A.7.2 Explica con ejemplos cómo la tecnología impacta la calidad de vida desde el punto de vista económico, social y ambiental.

NC.A.7.3 Evalúa la relación entre el desarrollo económico y social de Puerto Rico y su relación con el ambiente natural.

LA ENERGÍA

E.A.2 Evalúa el impacto económico y ambiental que tiene la explotación de las diferentes fuentes de energía.

E.A.2.3 Describe el uso de fuentes de energía comunes tales como: combustibles fósiles, energía nuclear y algunas fuentes alternas de energía tales como: viento, solar, etanol e hidráulico.

E.A.2.4 Reconoce que los recursos energéticos son limitados y que es necesario explorar fuentes alternas de energía y nuevas tecnologías para su uso.

Física

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.F.1 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico.

NC.F.1.1 Reconoce que la ciencia no está confinada necesariamente a un laboratorio.

NC.F.1.2 Muestra disposición a modificar sus puntos de vista ante nueva evidencia y a que sus ideas sean cuestionadas por sus pares, además de respetar las ideas de otros.

NC.F.5 Representa las propiedades físicas de la materia con unidades estándar y utiliza las matemáticas para establecer conexiones entre éstas, los resultados experimentales y el conocimiento científico – tecnológico.

NC.F.5.1 Explica el uso de los diferentes instrumentos de laboratorio tales como metro, caliper vernier, balanza, dinamómetro, probeta, cronómetro, termómetro y otros.

NC.F.5.3 Mide propiedades de forma apropiada empleando las unidades SI.

NC.F.7 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.F.7.1 Identifica los riesgos y beneficios que tiene el desarrollo científico, económico y tecnológico para la sociedad.

Química

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.Q.3 Utiliza la matemática para establecer relaciones entre variables, para analizarlas y expresarlas cuantitativamente.

NC.Q.3.3 Realiza conversiones de unidades de medida del Sistema Internacional usando el análisis dimensional.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de Procesamiento

VIII. Palabras claves

- Energía hidráulica, energía renovable, sistema internacional de unidades, energía mecánica, energía potencial, energía cinética, flujo

Energía hidráulica

Guía para el maestro

Sinopsis: Durante esta actividad los estudiantes aprenderán sobre la energía renovable y lo que es energía hidráulica. El maestro servirá de guía y facilitador a los estudiantes para llevarlos a usar conceptos nuevos, formular hipótesis y diseñar procedimientos experimentales para contestar preguntas. Los estudiantes observarán demostraciones de la generación de energía eléctrica a través de una microturbina y realizarán un ejercicio práctico para calcular y determinar ciertas propiedades de este mecanismo de generación de electricidad. Dependiendo del nivel de los estudiantes es el nivel de los ejercicios matemáticos que se puedan desarrollar. Al finalizar la actividad los estudiantes dialogarán sobre fuentes alternas de energía en sus comunidades y cómo esto afecta nuestras vidas y nuestro ambiente.

Preparativos: Antes de recibir a los estudiantes se debe repasar el módulo de energía renovable y tener listas las hojas de avalúo para los estudiantes. Se les puede entregar a los estudiantes la información teórica de los conceptos importantes además de la hoja de avalúo. Esto está a discreción del maestro y dependiendo del nivel de los estudiantes. Materiales que deben estar en el bosque antes del día de la visita: manguera, paila de 5 galones, pizarra, mesa pequeña, marcadores, microturbina Pelton, metro para medir electricidad generada, hilera de bombillas para demostrar electricidad generada. La clase puede ser ofrecida cerca de la Tahona o en el salón de agua. Si se ofrece en la Tahona se deben colocar sillas.

Conceptos Importantes: Energía hidráulica, energía renovable, sistema internacional de unidades, energía mecánica, energía potencial, energía cinética, flujo

La **energía hidráulica** se obtiene utilizando la **energía potencial** y **cinética** de una corriente de agua. El nombre de **hidráulica** tiene su origen del nombre griego para agua – **hidro**. La utilización del agua como fuente de energía, si se realiza de forma que no afecte el ambiente o su entorno, se considera como una fuente de **energía verde**. La energía hidráulica es una de las formas de **energía renovables** más utilizadas a lo largo de la historia de la humanidad. En países donde el antiguo imperio romano dominaba, todavía se pueden hallar estructuras de lo que eran sistemas de molinos movidos por la fuerza hidráulica del agua.

El agua es un recurso natural importantísimo para cualquier país o región. Es la fuente de vida para todo ser viviente, es vital para el desarrollo de la agricultura, y tiene un gran potencial para la generación de energías renovables sin contaminar el ambiente, pues la

manera en que se puede generar la energía hidráulica es completamente limpia y sin emisión de contaminantes al ambiente. Todo país que quiera mantener un nivel de calidad de vida, tiene, como uno de sus primordiales deberes, proteger y mantener sus recursos de agua para su sobrevivencia y su sostenibilidad económica. Este es uno de los objetivos primordiales de la existencia del **Bosque del Pueblo**, del **Bosque Escuela** y otros muchos en Puerto Rico.

En este módulo de enseñanza, repasaremos algunos conceptos de **física** e **ingeniería** que son fundamentales para comprender el alcance y potencial de la energía hidráulica usando como modelo la rueda hidráulica instalada en el cauce del río del **Bosque Escuela Ariel Massol Deyá**.

¿Sabías que…?

Durante la primera mitad del siglo XX en Puerto Rico la energía eléctrica se obtenía mediante la generación hidráulica. Se construyeron embalses de agua en varios municipios cuyo propósito primordial era suministrar agua para riego y consumo a lo largo de la isla. Pero, al liberarse las aguas represadas, estas fluían por turbinas similares a las de nuestro estudio generando energía eléctrica.

Uno de los embalses utilizados lo fue el Lago Garzas, que tiene un sistema de dirigir el agua a través de unos conductos hacia una tubería que baja por la cordillera hacia el municipio de Peñuelas. De esa caída de agua, con un alto nivel de energía potencial, se generaba luz eléctrica para la región sur del país, así como se suministraba agua a toda esa población.

El municipio de Adjuntas es un valuarte de Puerto Rico, compartiendo solidariamente con nuestros vecinos un recurso tan importante como lo es el agua.

Sistema Internacional de unidades

Antes de entrar en los detalles de la energía hidráulica es necesario introducir algunos conceptos sobre el **Sistema Internacional** (**SI,** abreviación de **Le Système International d'Unités**) de unidades, que es el sistema adoptado por el mundo científico para designar las variables estudiadas en cualquier tipo de investigación. El uso de unidades **SI** se ha adoptado por la facilidad de expresar cantidades experimentales y calculadas mediante un lenguaje universal y que científicos e ingenieros de cualquier parte del mundo puedan comprender sin ninguna ambivalencia ni interpretaciones erróneas.

El **SI** consiste de **dimensiones básicas** y **dimensiones derivadas** de las básicas. Las tres dimensiones básicas se definen a continuación:

1. **Longitud** – medida de la distancia en línea recta entre dos puntos. La unidad **SI** para longitud es el metro (m). En ocasiones, si la distancia es muy grande, la longitud se puede expresar en kilómetros (km, kilo – mil ó 10^3 m); si se trata de una longitud muy pequeña, se puede expresar, por ejemplo, en milímetros (mm, mili – 1 milésima ó 10^{-3} m).

   Ej.: La isla de Puerto Rico mide 100 millas x 35 millas, ¿cuáles son sus dimensiones en km?

   1.6 km = 1 milla.

   100 millas x (1.6 km/1 milla) = 160 km.

   35 millas x (1.6 km/1 milla) = 56 km.

   O sea, que Puerto Rico es 160 km x 56 km.

2. **Masa** – medida de la cantidad de materia que posee un sistema. La unidad **SI** para masa es el kilogramo (kg). Cuando usted se pesa en una balanza o romana, lo que está determinando en ese momento es su masa corporal.

   Ej.: Una persona tiene una masa de 180 libras (pesa 180 libras), ¿cuántos kg de masa tiene?

   1 kg = 2.2 libras.

   180 libras x (1 kg/2.2 libras) = 81.8 kg.

3. **Tiempo** – medida de la duración de un evento. La unidad **SI** para el tiempo es el segundo (s).

   Ej.: ¿Cuántos segundos hay en 4 horas?

   1 hora = 60 minutos, 1 minuto = 60 segundos.

   4 horas x (60 minutos/1 hora) x (60 segundos/1 minuto) = 14,400 segundos.

Las **dimensiones derivadas** provienen de las **dimensiones básicas**. Veamos algunas que debemos considerar para comprender los conceptos de la energía hidráulica:

1. **Velocidad** – representa el desplazamiento de un cuerpo por unidad de tiempo. La unidad **SI** para velocidad es el metro/segundo (m/s).

2. **Aceleración** – representa el cambio de velocidad con el tiempo. Sus unidades **SI** se expresan en metros/segundo al cuadrado (m/s^2). Cuando un objeto cae libremente desde una altura, su **aceleración gravitacional** tiene un valor de 9.81 m/s^2. A esta constante se le conoce universalmente como g = 9.81 m/s^2.

3. **Fuerza** – representa la magnitud de intercambio de **momentum** entre dos partículas. Sus unidades **SI** son $kg \bullet m/s^2$. Estas unidades provienen de la **primera ley de movimiento de Newton**:

$$F = ma$$

   Donde F es la fuerza, m es la masa y a es la aceleración. En honor a **Sir Isaac Newton**, físico y matemático inglés, 1 $kg \bullet m/s^2$ se define como 1 newton ó 1 N. 1 N es la fuerza necesaria para que 1 kg de masa sea acelerado a 1 m/s^2. Nótese que si un cuerpo cae libremente, su aceleración será 9.81 m/s^2 y la fuerza con que se desplaza será igual a:

$$F = m \times (9.81\ m/s^2)$$

4. **Densidad** – representa la masa de un objeto dividida por el volumen que ocupa. Sus unidades **SI** son kg/m^3. Para el agua, la densidad a condiciones normales es de 8.33 libras/galón, o en **SI**: 1,000 kg/m^3. La densidad se expresa usando la letra griega *ro* (**ρ**), para el agua entonces: **ρ = 1,000 kg/m^3**. Usaremos esta cantidad más adelante.

5. **Presión** – representa la magnitud de una fuerza aplicada a un área de superficie. Sus unidades **SI** son $kg/m \bullet s^2$. En honor al físico y matemático francés **Blaise Pascal**, 1 $kg/m \bullet s^2$ se define igual a 1 pascal ó 1 Pa. Todos nosotros nos encontramos sujetos a una presión atmosférica, que es la presión que ejerce todo el aire de la atmósfera sobre nuestro cuerpo. A condiciones normales, la presión atmosférica o P_{atm} = 1 atmósfera, que en unidades **SI** es equivalente a 101,300 Pa. Como este número es muy grande, a veces se prefiere expresarlo en kPa, es decir: **P_{atm} = 101.3 kPa = 101,300 Pa**. También esta cantidad será usada más adelante.

6. **Energía** – representa la capacidad de realizar trabajo. El término de energía también proviene del griego **energeia**, que significa actividad u operación. Sus unidades **SI** son $kg \bullet m^2/s^2$. Veremos más adelante que diversos tipos de energía se calculan usando distintas ecuaciones, pero en todo tipo de energía las unidades deben coincidir. 1 $kg \bullet m^2/s^2$ se define como 1 joule (1 julio, en español) ó 1 J en honor a **James Prescott Joule**.

7. **Potencia** – representa la cantidad de trabajo realizada por unidad de tiempo. Sus unidades **SI** son kg•m^2/s^3, que equivalen a J/s. 1 J/s se define como 1 watt (1 vatio, en español) ó 1W, en honor a **James Watt**, un ingeniero escocés quien desarrolló las máquinas a vapor.

<u>Tipos de energía mecánica</u>

La energía se puede clasificar en varios tipos que a su vez pueden transformarse de una forma a otra. Para efectos de este módulo, nos concentraremos en la **energía mecánica**. Este tipo de energía existe básicamente en tres formas:

1. **Energía potencial** - mide la capacidad de un sistema para **realizar trabajo** basado en su **posición**, sobre todo en la **altura relativa a un plano de referencia**. Sus unidades en **SI** son las de J y se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$E_p = mgz$$

   Donde E_p es la **energía potencial**, m es la **masa**, g es la **aceleración gravitacional** y z es la **altura** del objeto.

2. **Energía cinética** – mide la capacidad de un sistema en movimiento para **realizar trabajo** basado en su **velocidad**. Sus unidades en **SI** son las de J y se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

   Donde E_c es la **energía cinética**, m es la **masa** y v es la **velocidad** del objeto.

3. **Energía de presión** o **de flujo** – es la energía requerida para vencer la resistencia que el fluido debe de contrarrestar para poder moverse a través del conducto.

$$E_f = PV$$

La **energía mecánica** puede transformarse en otros tipos de energía, una de las conversiones más útiles es la de transformar la **energía mecánica** en **energía eléctrica**, cuyo objetivo ilustraremos en este módulo. La **energía mecánica** que posee un cuerpo de agua en sus formas de **energía potencial** y **energía cinética** puede ser transformada en **energía eléctrica**, y esa transformación se conoce como **generación de energía hidroeléctrica**.

¿Sabías que…?

A principios del siglo pasado, antes de que el pueblo de Adjuntas tuviera servicio de energía eléctrica, ya en el barrio de Guilarte la Hacienda Pietri contaba con una planta generadora de electricidad. Sería interesante investigar qué tipo de generación se utilizaba para esta planta.

Obtenido de: anécdotas de mi padre y http://adjuntaspr.com/información/pueblocafe.html

Fundamentos de mecánica de fluidos

Como necesitamos utilizar un **recurso** de **agua** para producir **energía hidroeléctrica**, hay que conocer algunos fundamentos sobre la **mecánica de fluidos**. Un **fluido** es un material que puede cambiar fácilmente de forma y sus moléculas tienen fuerzas de atracción débiles. Por definición, los fluidos son o **gases** o **líquidos**. **El agua es un fluido en estado líquido** bajo condiciones normales. Podría existir en estado gaseoso a **presiones** y a **temperaturas** muy distintas de las normales, pero ese no es el caso que nos preocupa en estos momentos.

Observemos la **Figura 1**. Es un diagrama muy simple de agua fluyendo por una tubería horizontal.

Figura 1. Flujo de agua a través de una tubería horizontal.

Se puede observar en la figura que dentro de la tubería el agua fluye de izquierda a derecha. La fuerza motriz para el flujo de agua es que exista una diferencia de presiones. Los fluidos siempre viajan del lugar de mayor presión hacia el de menor presión. Si tomamos los planos 1 y 2 de la figura, ¿cuál tiene la mayor presión, cual tiene la menor presión? El movimiento del agua lleva consigo una energía cinética, pues el flujo dentro del tubo tiene una velocidad. Definamos los términos de flujo y de velocidad para este caso.

1. **Flujo volumétrico o caudal de un fluido** – es la cantidad de volumen del fluido que transporta un conducto por unidad de tiempo. Sus unidades **SI** son m^3/s. Notar que el flujo volumétrico es igual al **volumen** de un líquido que se recoge en un **tiempo** determinado:

$$Q = {}^{V}/_{t}$$

Donde Q es el flujo volumétrico o caudal, V es el volumen y t el tiempo.

2. **Flujo másico de un fluido** – es la cantidad de masa del fluido que transporta un conducto por unidad de tiempo. Sus unidades **SI** son kg/s. Notar que el flujo másico es igual a la **masa** de un líquido que se recoge en un **tiempo** determinado:

$$\dot{m} = Q \times \rho$$

Donde $\dot{m}$ es el flujo másico, Q es el flujo volumétrico o caudal y ρ es la densidad del fluido.

3. **Área de flujo** – es el **área seccional del conducto** por el cual fluye el fluido. Por lo general la tubería es cilíndrica y el área seccional es equivalente a una circunferencia. El área de un círculo se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

Donde A es el área de flujo y d es el diámetro de la tubería.

4. **Velocidad del fluido** – la **velocidad del fluido dentro de la tubería**, unidades **SI** de m/s. Se calcula usando:

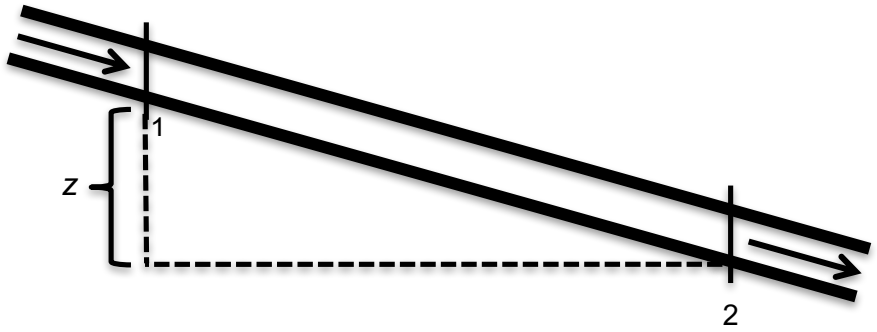
$$v = Q/A$$

Donde v es la velocidad, Q el flujo o caudal y A el área seccional de la tubería.

En la Figura 1, el agua que fluye dentro del tubo lleva una velocidad que se puede determinar usando las ecuaciones de arriba. Recuerde que esta velocidad implica que el agua trae consigo una **energía cinética**. A **mayor velocidad**, **mayor energía cinética** que contiene.

Observemos la **Figura 2**. Es un diagrama muy simple de agua fluyendo por una tubería inclinada.

Figura 2. Flujo de agua a través de una tubería inclinada.



Observe que el plano 1 se encuentra a una altura *z* en relación al plano 2. Además de la **energía cinética** que el agua trae consigo, la diferencia de altura debido a la inclinación le aporta **energía potencial** al caudal del agua. El agua fluye a un caudal *Q* y una velocidad *v* según se explicó en la Figura 1 anterior. Si los flujos de agua fueran los mismos para las Figuras 1 y 2, el agua de la Figura 2 traería consigo más energía debido a la **energía potencial que le aporta la diferencia de altura debido a la inclinación del tubo**. Este tipo de esquema es el preferido si se desea generar **energía hidroeléctrica** de una corriente de agua. Las presiones en los planos 1 y 2 también van a ser diferentes para esta figura.

Balance de energía mecánica: ecuación de bernoulli

En ausencia de reacciones nucleares, la energía se conserva. Eso sí, la energía se puede transformar de una forma a otra. La capacidad de energía potencial y cinética que tiene un flujo de agua se puede aprovechar para convertir estas energías mecánicas en energía eléctrica. El gran matemático y físico suizo Daniel Bernoulli desarrolló un balance de energía mecánica que se puede expresar en palabras de la siguiente forma.

Entre dos puntos de un sistema por el que un fluido se mueve, la energía mecánica total que entra es igual a la energía mecánica total que sale:

$E_{\text{total entra}} = E_{\text{total sale}}$

$[E_{\text{f}} + E_{\text{p}} + E_{\text{c}}]_{\text{entra}} = [E_{\text{f}} + E_{\text{p}} + E_{\text{c}}]_{\text{sale}}$ + Energía perdida por fricción + Trabajo útil

$$\left[PV + \frac{mv^2}{2} + mgz\right]_{entra} = \left[PV + \frac{mv^2}{2} + mgz\right]_{sale} + W_f + W_s$$

Donde W_f es la **energía que se pierde debido a la fricción generada a lo largo de todo el trayecto del fluido a través del sistema** y W_s es el **trabajo útil que se puede recuperar**

si el sistema tiene algún elemento mecánico que convierta parte de la energía mecánica del fluido, como lo sería una **rueda hidráulica**. Notar que las unidades **SI** de todos los términos de la **ecuación de Bernoulli** se han expresado en términos de **energía**, es decir, J.

Si la ecuación de Bernoulli se redefine en términos de potencia y resolvemos por los términos W_f y W_s , tendremos la potencia máxima que puede rendir un sistema de turbina hidráulica. Siempre va a haber pérdidas de energía por la fricción y otras ineficiencias, por lo que $W_f + W_s$ lo que da es una cantidad ideal, y la potencia real de un sistema será una fracción de esa cantidad máxima teórica:

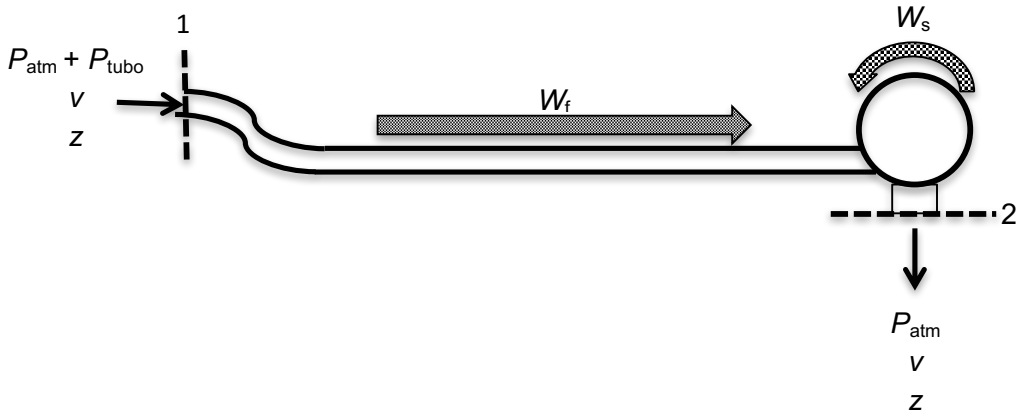
$$\dot{W}_f + \dot{W}_s = \left(\left[\frac{P}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gz \right]_{entra} - \left[\frac{P}{\rho} + \frac{v^2}{2} + gz \right]_{sale} \right) \times \dot{m}$$

Aplicaremos esta ecuación de Bernoulli al sistema de **rueda o turbina Pelton** que se usará como demostración. El señor Lester Allan Pelton inventó esta turbina en 1879. Abajo ilustramos una fotografía de una turbina Pelton industrial:

Figura 3. Rueda o turbina de Pelton.

Para realizar nuestro análisis matemático aplicando la ecuación de Bernoulli a un sistema que tenga una turbina Pelton, miremos la **Figura 4**, que representa un sistema parecido al que está instalado en el Bosque Escuela y que es usado en demostraciones de laboratorio. Operaremos el sistema y tomaremos datos experimentales para luego usar los datos y analizar la turbina Pelton.

Figura 4. Sistema de turbina Pelton de laboratorio.



Experimento: El ejercicio de experimento puede variar por grupo dependiendo la profundidad de las matemáticas. Los estudiantes medirán el flujo de agua a través de la microturbina y determinarán la energía producida.

Energía eléctrica

Plan educativo para diseño de actividades

I. Tema: CONSUMO DE ENERGÍA RESPONSABLE

II. Estrategia: ECA **Fase:** Aplicación

III. Métodos: Inquirir - Inductivo no guiado, Inductivo guiado

IV. Técnicas: recorrido, conversación socializada, preguntas abiertas, demostraciones, laboratorio, trabajo en equipo, análisis y de discusión resultados

V. Integración: matemáticas, biología, ciencias ambientales, ingeniería, física

VI. Estándares y expectativas

Este Plan Educativo está alineado a los siguientes Estándares de Contenido y Expectativas de los Programas de Matemáticas y Ciencias del Departamento de Educación de Puerto Rico, para los grados décimo a duodécimo:

Matemáticas
Décimo Grado

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 4: MEDICIÓN

El estudiante es capaz de utilizar sistemas, herramientas y técnicas de medición para establecer conexiones entre conceptos espaciales y numéricos.

13.0 Toma decisiones sobre las unidades y escalas que son apropiadas para una situación de problema que involucra medición.

ESTÁNDAR DE CONTENIDO 5: ANÁLISIS DE DATOS Y PROBABILIDAD

El estudiante es capaz de utilizar diferentes métodos de recopilar, organizar, interpretar y presentar datos para hacer inferencias y conclusiones.

15.0 Identifica problemas que pueden ser atendidos a través de la recopilación y análisis de datos experimentales, diseña e implementa

experimentos comparativos simples, y extrae conclusiones apropiadas de los datos recopilados.

E.IP.10.15.1 Describe cómo experimentos bien diseñados utilizan asignación aleatoria para balancear la variación de algunos factores con el fin de aislar los efectos de un tratamiento.

E.RD.10.15.2 Diseña un experimento comparativo simple para contestar una pregunta: determina tratamientos, identifica métodos de medición.

17.0 Comprende que los resultados pueden variar de muestra a población y de muestra a muestra. Analiza, resume y compara resultados de muestras al azar (aleatorias) con resultados de muestras no aleatorias, y con censos, utilizando una gran variedad de gráficas para presentar y comunicar los resultados.

E.PR.10.17.2 Reconoce que la media de la muestra tiende a acercarse a la media de la población a medida que el tamaño de la muestra aumenta.

PROBABILIDAD Y ESTADÍSTICAS

1.0 Recopila y representa los datos e interpretar las medidas de tendencia central y variabilidad. Crea, compara y evalúa las diferentes representaciones gráficas de los mismos datos, usando histogramas, polígonos de frecuencias, funciones de distribución de frecuencias acumulativa, gráficas de pastel, diagramas de dispersión, diagramas de tallo y hojas y diagramas de caja y bigotes. Calcula y usa la media, mediana, moda, media ponderada, media geométrica, media armónica, extensión, cuartiles, variación y desviación estándar

Ciencias
Undécimo grado

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.11.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida. (Biología 1.1)

NC.11.2 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas. (Biología 1.3)

NC.11.3 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida. (Física 1.7)

NC.11.6 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico. (Física 1.1)

LA ENERGÍA

E.11.2 Evalúa el impacto económico y ambiental que tiene la explotación de diferentes fuentes de energía. (Biología 4.3)

E.11.4 Explica las formas como se manifiesta la energía y sus transformaciones. (Química 4.2)

E.11.6 Evalúa el impacto económico y ambiental que tiene la explotación de las diferentes fuentes de energía. (Ciencias Ambientales 4.2)

LAS INTERACCIONES

I.11.6 Evalúa la importancia de los recursos naturales renovables y no renovables para el ser humano. (Ciencias Ambientales 5.3)

Biología

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.B.1 Utiliza los conceptos, principios y metodología científica en la investigación para contestar preguntas sobre la ciencia de la vida.

NC.B.1.1 Identifica la honestidad, objetividad y ausencia de prejuicios como valores necesarios para llevar a cabo investigaciones científicas de un modo adecuado.

NC.B.1.4 Diseña y realiza investigaciones científicas para someter hipótesis a prueba, interpretar los resultados y llegar a conclusiones.

NC.B.2 Utiliza prácticas seguras y protocolos de laboratorio en el campo de la investigación.

NC.B.2.2 Demuestra con acciones que el laboratorio es un lugar de trabajo serio y seguro.

NC.B.3 Utiliza las matemáticas para analizar y establecer relaciones entre variables, comunicar resultados de diversos estudios y resolver problemas.

NC.B.3.1 Organiza datos utilizando gráficas, tablas y diagramas durante los procesos de investigación y experimentación.

NC.B.3.2 Utiliza unidades del Sistema Internacional de Medidas para expresar medidas de parámetros estudiados en experimentos e investigaciones.

NC.B.3.3 Expresa los datos obtenidos en experimentos e investigaciones con exactitud y precisión.

NC.B.4 Reconoce que la actitud científica influye en los aspectos sociales, económicos y tecnológicos.

NC.B.6 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.B.6.3 Identifica ejemplos en los que las aplicaciones de la ciencia y la tecnología han afectado la economía y la calidad de vida.

Ciencias Ambientales

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.A.1 Aplica destrezas matemáticas y los procesos de la ciencia en el uso de la metodología científica.

NC.A.1.1 Utiliza unidades estándar del Sistema Internacional de Medidas para representar y describir parámetros ambientales.

NC.A.3 Utiliza prácticas de seguridad en los laboratorios, actividades de campo y en la investigación.

NC.A.3.4 Conoce y aplica las reglas de seguridad estándar en el laboratorio y en el trabajo de campo.

NC.A.6 Identifica, evalúa y argumenta de manera crítica sobre las diversas fuentes de información para determinar las implicaciones éticas y morales que tiene el desarrollo científico, económico y tecnológico para la sociedad.

NC.A.6.3 Analiza cómo el mal uso de la tecnología puede crear problemas y perjudicar a los seres vivos y al ambiente.

NC.A.7 Aplica los adelantos científicos y la tecnología emergente de manera crítica y responsable para la solución de problemas ambientales.

NC.A.7.1 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico.

NC.A.7.2 Explica con ejemplos cómo la tecnología impacta la calidad de vida desde el punto de vista económico, social y ambiental.

NC.A.7.3 Evalúa la relación entre el desarrollo económico y social de Puerto Rico y su relación con el ambiente natural.

LA ENERGÍA

E.A.2 Evalúa el impacto económico y ambiental que tiene la explotación de las diferentes fuentes de energía.

E.A.2.3 Describe el uso de fuentes de energía comunes tales como: combustibles fósiles, energía nuclear y algunas fuentes alternas de energía tales como: viento, solar, etanol e hidráulico.

E.A.2.4 Reconoce que los recursos energéticos son limitados y que es necesario explorar fuentes alternas de energía y nuevas tecnologías para su uso.

Física

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.F.1 Propone soluciones a problemas utilizando el método de inquirir basándose en el conocimiento científico.

NC.F.1.1 Reconoce que la ciencia no está confinada necesariamente a un laboratorio.

NC.F.1.2 Muestra disposición a modificar sus puntos de vista ante nueva evidencia y a que sus ideas sean cuestionadas por sus pares, además de respetar las ideas de otros.

NC.F.5 Representa las propiedades físicas de la materia con unidades estándar y utiliza las matemáticas para establecer conexiones entre éstas, los resultados experimentales y el conocimiento científico – tecnológico.

NC.F.5.1 Explica el uso de los diferentes instrumentos de laboratorio tales como metro, caliper vernier, balanza, dinamómetro, probeta, cronómetro, termómetro y otros.

NC.F.5.3 Mide propiedades de forma apropiada empleando las unidades SI.

NC.F.7 Emplea la tecnología como herramienta en el quehacer científico y explica con ejemplos cómo ésta impacta la calidad de vida.

NC.F.7.1 Identifica los riesgos y beneficios que tiene el desarrollo científico, económico y tecnológico para la sociedad.

Química

NATURALEZA DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA Y SOCIEDAD

NC.Q.3 Utiliza la matemática para establecer relaciones entre variables, para analizarlas y expresarlas cuantitativamente.

NC.Q.3.3 Realiza conversiones de unidades de medida del Sistema Internacional usando el análisis dimensional.

VII. Nivel de profundidad de conocimiento: Nivel II- Pensamiento de Procesamiento

VIII. Palabras claves

- Ampere, Julio, voltaje, corriente, resistencia, potencia

IX. Objetivos educativos

Al final de esta experiencia los participantes podrán:

- Identificar cómo la electricidad se produce y cómo se calcula su costo
- conocer diferentes medidas de energía
- calcular el consumo de energía
- entender qué es consumo responsable
- aplicar su conocimiento en la solución de problemas de la vida diaria

X. Materiales y facilidades

- Módulos de madera (5)

- bombillas LED, bombillas incandescentes y bombillas fluorescentes (5 cada uno)
- Kill-a-watt (5)
- calculadoras
- hojas de avalúo
- equipo de demostración

XI. Actividades

- Inicio- realizado en el área del Auditorio
    i. Los estudiantes/participantes se reunirán en el Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".
    ii. Se ofrecerá una bienvenida y una introducción a lo que es el Bosque Escuela.
    iii. Se discutirán las instrucciones de la actividad a desarrollarse.
    iv. Se hará una actividad de presentación entre participantes y maestros.
- Desarrollo
    i. Los estudiantes participarán en un recorrido dentro del Bosque Escuela "Ariel Massol Deyá".
    ii. El recorrido hará énfasis en las fuentes de energía y en el tema de la energía renovable.
    iii. En la Tahona se presentará el sistema de energía hidráulica y se explicará cómo funciona.
    iv. Se discutirá el tema de la electricidad y sus cálculos relacionados.
    v. Los conceptos se interpretarán mediante el uso de demostraciones.
    vi. Los estudiantes practicarán los cálculos.
    vii. Se llevará a cabo el ejercicio de exploración sobre el consumo de energía de las diferentes bombillas.

viii. Se compararán y discutirán los resultados.

- Cierre

    i. Los estudiantes reflexionarán sobre las implicaciones de sus resultados y sobre lo que es consumo responsable.

XII. Avalúo

Comparación de Consumo de Distintas Bombillas de Iluminación

Compararemos el consumo eléctrico de diferentes bombillas: una **incandescente**, otra **fluorescente compacta** y otra de **diodos emisores de luz** (LED's por sus siglas en inglés). Para esto utilizaremos las bombillas, interruptores, un medidor de cantidades eléctricas (corriente, voltaje, potencia, energía, etc.) llamado el *kill-a-watt* (un nombre jocoso para comercializarlo), calculadora, papel y lápiz.

Para el experimento, encenderemos una bombilla a la vez y mediremos las cantidades eléctricas usando el *kill-a-watt*. Tome las medidas y llene la siguiente tabla.

Experimento de Consumo de distintas bombillas

Bombilla	**Voltaje (V)**	**Corriente (A)**	**Potencia (W)**	**Consumo (kWh)(4 horas)**	**Costo/mes ($) ($0.26/kWh)**
Incandescente					
Fluorescente Compacta					
LED					

Conteste las preguntas:

¿Cuál bombilla consume más al mes?

¿Cuál bombilla consume menos al mes?

¿Cuánto más, en términos porcentuales, consume la bombilla incandescente que la fluorescente compacta?

Si fuéramos a tomar una decisión en un hogar de cambiar bombillas incandescentes para ahorrar energía, ¿qué otros factores, además del ahorro energético, deberíamos considerar en la decisión?

¿Qué recomendación le harías al gobierno para ahorrar energía eléctrica en Puerto Rico?

Energía eléctrica

Guía para el maestro

Sinopsis: Durante esta actividad los estudiantes aprenderán sobre la generación de electricidad y cómo medir su consumo. Realizarán un ejercicio práctico donde utilizarán diferentes bombillas y medirán su consumo energético. Los estudiantes calcularán consumo diario en una vivienda y contestarán preguntas sobre consumo responsable. El rol de maestro para esta actividad es servir de guía para llevar a los estudiantes a analizar las implicaciones de sus datos en la vida diaria. Al finalizar la actividad los estudiantes realizarán un ejercicio de aplicación.

Preparativos: Antes de recibir a los estudiantes el maestro debe repasar el módulo. La actividad se puede llevar a cabo en el salón de la Tahona. Se debe tener listo las hojas de avalúo y los módulos también si se cree importante para entregarles a los estudiantes. En el salón deben estar listos los materiales: sillas, mesas, equipo para demostración, marcadores, módulos con bombillas y Kill-a-watt y calculadoras.

Conceptos Importantes: Ampere, Julio, voltaje, corriente, resistencia, potencia

La energía eléctrica es una de las formas de energía natural conocida. Es tan importante que una de las unidades de medida fundamental del Sistema Internacional de Medidas es el **Ampere (A)**. El Ampere es la unidad de medida de la corriente eléctrica, llamada así en honor a André Ampere (1775-1836), matemático y físico francés. A André Ampere se le atribuye el descubrimiento del electromagnetismo. Para poder estudiar la energía eléctrica es necesario estudiar primero las variables eléctricas de las cuales se puede computar la energía eléctrica. La unidad fundamental de energía en el Sistema Internacional es el **Julio (J)** (*Joule*, en inglés) en honor al físico inglés James P. Joule (1818-1889). James P. Joule estudió la relación entre el calor y la energía mecánica. Sus estudios dieron lugar a la primera ley de termodinámica y a la ley de conservación de energía. Joule también estudió la relación entre la corriente eléctrica y el calor disipado en un resistor dando lugar a la Primera Ley de Joule.

La corriente eléctrica representa el flujo de electrones a través de un conductor. Para hacer fluir corriente a través de un conductor es necesario forzar su flujo mediante lo que conocemos como potencial eléctrico o voltaje. En analogía con el flujo de agua, el **voltaje** es análogo a la presión de agua, la **corriente** eléctrica es análoga al flujo de agua y la **resistencia** de los conductores es análoga a la fricción en las tuberías que representa resistencia al flujo de agua.

La Ley de Ohm

La relación entre voltaje, corriente eléctrica y resistencia fue encontrada empíricamente por matemático y físico alemán Georg Simon Ohm (1789-1854). La Ley de Ohm establece que la intensidad de una corriente a través de un conductor es directamente proporcional a la diferencia de potencial entre los extremos del conductor e inversamente proporcional a la resistencia que éste opone al paso de la corriente. La Ley de Ohm se expresa matemáticamente en la forma:

$$\boldsymbol{V = IR}$$

Donde

V = Voltaje o Diferencia en Potencial o Tensión Eléctrica (Voltios, V)

I = Corriente eléctrica (Amperes, A)

R = Resistencia eléctrica (Ohmios, Ω)

La unidad de voltaje (potencial o tensión eléctrica) es el **Voltio** en honor al físico italiano Alessandro Volta (1745-1827) y se denota con la letra **V** mayúscula. La unidad de resistencia eléctrica es el **Ohm** (Ohmio, en español) en honor a Georg Simon Ohm y se denota con la letra griega Omega mayúscula **Ω**.

Ejemplo: Suponga que se le aplica una diferencia en potencial de 5 Voltios a una resistencia de 2 Ohmios. Determine la corriente eléctrica en Amperios.

Solución:

Voltaje = 5 V

Resistencia= 2 Ω

Ley de Ohm: V= IR

Despejando para I→ I=V/R

Sustituyo los valores de V y R →I= V/R= 5/2= 2.5 Amperios ó 2.5 A

Potencia eléctrica promedio

La **potencia** es la cantidad de energía o trabajo por unidad de tiempo. La unidad más común de potencia es el **vatio** (**Watt**, en inglés) y se denota con la letra **W** mayúscula en honor al ingeniero mecánico escocés James Watt (1736-1819). La potencia eléctrica P se determina mediante el producto del voltaje y la corriente.

$$\boldsymbol{P = VI}$$

P – Potencia eléctrica (Watts, W)

V – Voltaje (Voltios, V)

I – Corriente eléctrica (Amperios, A)

Utilizando la Ley de Ohm, podemos expresar la potencia eléctrica en términos de la resistencia eléctrica y corriente o voltaje:

Potencia en términos de **corriente y resistencia**:

$$P = VI = IR * I = I^2R$$

$$P = I^2R$$

Recuerda que la Ley de Ohm dice: **V=IR**

Potencia en términos de **voltaje y resistencia**:

$$P = VI = V * \frac{V}{R} = \frac{V^2}{R}$$

$$P = \frac{V^2}{R}$$

Recuerda que la Ley de Ohm despejada para I dice: **I=V/R**

Para determinar la energía utilizada en un período fijo de tiempo, se multiplica la potencia promedio por la cantidad de tiempo. La energía en Julios es entonces: $E = P * \Delta t$

Donde:

E es la energía en Julios (J)

P es la Potencia en Watts (W)

Δt (Delta t, cambio en tiempo) es la cantidad de tiempo en segundos

Es decir, un Julio es igual a un Watt-segundo (1J = 1W.s) o, lo que es equivalente, un Watt es igual a un Julio/segundo (1W = 1J/s).

La cantidad de Julios que resultarían para una cantidad relativamente pequeña de energía eléctrica sería un número relativamente grande.

Por tal razón se utiliza una unidad más grande llamada el kilovatio-hora (kW.h, por sus siglas en inglés). Lo que esto significa es que usamos una unidad equivalente a la energía que representan mil (kilo) Watts consumiéndose durante una hora, veamos.

Ejemplo: Un enser eléctrico que consume una potencia promedio de 60W se opera por cuatro horas al día. Determine el consumo de energía en kW.h.

$E = P^*\Delta t$

$E = (60W)(4\ h/día) = 240\ Wh/día = 0.24\ kWh/día$

P = 60 W
Δt = 4 h/día
Conversión: 1kW= 1000W

Suponga ahora que el mismo enser se utiliza 30 días al mes durante cuatro horas al día. Si el costo del kWh es de 26 centavos/kWh, determine el costo mensual de operar dicho enser.

Costo= (0.24 kWh/día)(30 días/mes)($0.26/kWh)= $1.87/mes

$$\text{Costo} = \frac{0.24\ \text{kWh}}{\text{día}} \left| \frac{30\ \text{días}}{1\ \text{mes}} \right| \frac{\$0.26}{\text{kWh}} = \$1.87/\text{mes}$$

Ejemplo: Un sistema solar fotovoltaico con capacidad instalada de 3.5 kW produce en promedio de 14 kWh diariamente, es decir 4 por la cantidad instalada ya que las horas efectivas de sol son cuatro horas diarias. ¿Cuál será el ahorro para el usuario que instale dicho sistema si el precio del kWh es de 26 centavos/kWh?

Ahorro= (14 kWh/día)($0.26/kWh)(30días/mes)= $109.20/mes

A los costos actuales, instalar un sistema fotovoltaico de 3.5 kW cuesta aproximadamente $3.5/W, por lo tanto, costará **($3.5/W)(3,500W)= $12,250**.

$$\frac{\$3.5}{W} \left| \frac{3{,}500\ W}{} \right. = \$12{,}250$$ (Recuerda que 1kW=1000W)

Dicha inversión se puede recuperar en **($12,250/$109.20/mes)= 112 meses = 9.35 años**. Si usamos incentivos gubernamentales que devuelven la mitad del costo de instalación, el tiempo de recobrar la inversión es la mitad del tiempo.

Comparación de consumo de distintas bombillas de iluminación

Compararemos el consumo eléctrico de diferentes bombillas: una **incandescente**, otra **fluorescente compacta** y otra de **diodos emisores de luz** (LED's por sus siglas en inglés). Para esto utilizaremos las bombillas, interruptores, un medidor de cantidades eléctricas (corriente, voltaje, potencia, energía, etc.) llamado el *kill-a-watt* (un nombre jocoso para comercializarlo), calculadora, papel y lápiz.

Para el experimento, encenderemos una bombilla a la vez y mediremos las cantidades eléctricas usando el *kill-a-watt*. Tome las medidas y llene la siguiente tabla.

Experimento: Los estudiantes medirán el consumo de energía de diferentes tipos de bombillas y calcularán el consumo de dichas bombillas a periodos largos de tiempo.

BOSQUE ESCUELA
LA OLIMPIA
ARIEL MASSOL DEYÁ