

Integración de las ciencias y la música para conservar el ambiente por medio del pensamiento computacional

Enviado: 25 de enero de 2022 / Aceptado: 10 de febrero de 2022 / Publicado: 31 de diciembre de 2022

LIZZETTE M. VELÁZQUEZ RIVERA

Departamento de Programas y Enseñanza,
Facultad de Educación Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
lizzette.velezquez1@upr.edu

 [0000-0001-8339-8250](https://orcid.org/0000-0001-8339-8250)

ISARIS R. QUIÑONES PÉREZ

Profesora Independiente San Juan, Puerto Rico.
isaris.quinones@upr.edu

 [0000-0003-4654-4524](https://orcid.org/0000-0003-4654-4524)

WILDA Y. ROSADO OLIVIERI

Maestra de Ciencias Escuela Elemental Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
wilda.rosado@upr.edu

 [0000-0002-1566-4737](https://orcid.org/0000-0002-1566-4737)

RICARDO LÓPEZ LEÓN

Maestro de Música Escuela Elemental Universidad de Puerto Rico, Puerto Rico.
ricardo.lopez24@upr.edu

 [0000-0002-6933-096X](https://orcid.org/0000-0002-6933-096X)

DOI 10.24310/IJNE.9.2022.14173

RESUMEN

El artículo presenta y describe el Proyecto *Code, Science & Music Remix*, una experiencia educativa centrada en la problematización en el aprendizaje. El mismo fue diseñado para desarrollar el pensamiento computacional desde un enfoque de integración curricular en el contexto de los *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS). El proyecto tuvo como propósito principal promover el desarrollo del pensamiento computacional en

ABSTRACT

Integration of science and music to conserve the environment through computational thinking

The article presents and describes the Code, Science & Music Remix project, an educational experience focused on problematization in learning. It was designed to develop computational thinking from a curricular integration approach in the context of the Sustainable

estudiantes de quinto grado y en futuros maestros del nivel elemental. Como parte de las clases de ciencias, aprendieron de las esferas terrestres y participaron de los talleres de programación utilizando la plataforma de *EarSketch*. La plataforma busca que los estudiantes aprendan a programar, y desarrollen el pensamiento computacional, a la vez que expresan sus conceptualizaciones a través de la música. Esta integración de las ciencias y la música lo aplicaron en una composición musical con el propósito de concienciar en torno al ambiente. Tanto el producto musical como el proceso para lograr los objetivos del proyecto se presentaron a la comunidad escolar, con el fin de educar a otros acerca de la necesidad de conservar el ambiente y vivir de manera cónsona con los ODS en beneficio de los habitantes de la Tierra.

Palabras Clave: innovación pedagógica, aprendizaje a través de la experiencia, programación informática, educación musical, enseñanza de ciencias, formación preparatoria de docentes.

Development Goals (SDGs). *The main purpose of the project was to promote the development of computational thinking in fifth grade students and future teachers at the elementary level. As part of the science classes, they learned about earth spheres and participated in programming workshops using the EarSketch platform. The platform aims for students to learn to program, and develop computational thinking, while expressing their conceptualizations through music. This integration of science and music was applied in a musical composition with the purpose of raising awareness about the environment. Both the musical product and the process to achieve the project's objectives were presented to the school community to educate others about the need to conserve the environment and live in harmony with the SDGs for the benefit of the humanity.*

Keywords: *teaching methods innovations, experiential learning, computer programming, music education, science education, preservice teacher education.*

1. INTRODUCCIÓN

Existe consenso entre muchas personas de la necesidad de aminorar el impacto humano al ambiente y de movernos hacia la sostenibilidad. En el 2015, líderes mundiales establecieron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos, como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2015). Cada uno de los 17 *Objetivos de Desarrollo Sostenible* (ODS) tiene metas específicas que debemos alcanzar para el 2030.

Conscientes de la responsabilidad de preparar ciudadanos con estilos de vida cónsonos con los ODS, una universidad pública de Puerto Rico, con el apoyo de otras personas y entidades, ha desarrollado varias iniciativas por medio de las cuales futuros maestros, juntos con estudiantes del nivel elemental, aprenden y educan a otros en torno a este tema.

Una de estas iniciativas fue el Proyecto Réplicas para la vida: Jóvenes conscientes de su impacto ambiental y su rol en la sociedad. Velázquez Rivera, Clark Mora & Quiñones Pérez (2020)

describen cómo a través de diferentes actividades tales como charlas con expertos, talleres de STEM, viajes de campo, laboratorios, residencial educativo, entre otras experiencias, futuros maestros y estudiantes escolares aprendieron de ecología en el contexto de los ODS. Entre los productos de este proyecto se destacan materiales educativos creados por los futuros maestros para facilitar el aprendizaje de la ecología y abonar a estilos de vida cónsonos con los ODS.

Además de los ODS, los estudiantes de hoy deben estar preparados para prosperar en una sociedad tecnológica en constante evolución. Por tal razón, sus maestros también deben estar preparados para facilitar este aprendizaje. De ahí la importancia de que los futuros maestros desarrollen sus competencias relacionadas con el uso de la tecnología, en las que se incluye el pensamiento computacional (International Society for Technology Education, 2022), y aprendan a cómo desarrollarlas en sus estudiantes de forma interdisciplinaria.

Con este fin, se desarrolló el Proyecto *Code, Science & Music Remix: Integración de las ciencias y de la música para conservar el ambiente por medio del pensamiento computacional*. A través de este proyecto se utilizó el contexto de los ODS para desarrollar el pensamiento computacional en estudiantes de 5to grado (Est5to) y en futuros maestros (FM) del nivel elemental.

2. EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

La solución de problemas es algo que ha distinguido a la especie humana desde sus comienzos. Sin embargo, en la sociedad en que vivimos, se hace cada vez más necesario capacitar el pensamiento para resolver problemas, pero de manera sistemática y una manera de hacerlo es desarrollando el pensamiento computacional. Los avances en computación han ampliado las opciones para resolver problemas de manera creativa. Esto justifica que los estudiantes practiquen y utilicen el pensamiento computacional para maximizar la capacidad de enfrentar efectivamente los cambios provocados por los avances tecnológicos.

La International Society for Technology Education (ISTE, por sus siglas) establece que el desarrollo del pensamiento computacional consiste en el empleo de estrategias para comprender y resolver problemas de forma tal que se integren las herramientas tecnológicas en la búsqueda de soluciones (2022). ISTE y la Asociación de Docentes en Ciencias de la Computación (CSTA, por sus siglas en inglés), junto a líderes de la educación, desarrollaron una definición operativa del pensamiento computacional el cual requiere lo siguiente (Eduteka, 2011):

- a. formular problemas de manera que permitan usar computadores y otras herramientas para solucionarlos,

- b. organizar datos de manera lógica para luego analizarlos,
- c. representar datos por medio de abstracciones, como modelos y simulaciones,
- d. automatizar soluciones mediante pensamiento algorítmico, esto es una serie de pasos ordenados,
- e. identificar, analizar e implementar posibles soluciones para encontrar la mejor solución posible,
- f. combinar pasos y recursos de manera más eficiente y efectiva, y
- g. generalizar y transferir ese proceso de solución de problemas a una gran diversidad de contextos.

Según ambas asociaciones, entre los conceptos fundamentales asociados al pensamiento computacional se encuentran; recopilar, analizar y representar datos, descomponer problemas, abstraer, algoritmos-procedimientos, automatización, simulación y paralelismo. Los últimos cuatro conceptos son los más novedosos en la educación escolar. Los algoritmos-procedimientos se refieren al establecimiento de una serie de pasos ordenados que se siguen para resolver un problema o lograr un objetivo; mientras que la automatización se enfoca en hacer que las computadoras o las máquinas realicen tareas tediosas o repetitivas. Dentro del estándar de pensamiento computacional de ISTE se establece que los estudiantes entienden cómo funciona la automatización y utilizan el pensamiento algorítmico para desarrollar una secuencia de pasos para crear y probar soluciones automatizadas (International Society for Technology Education, 2022).

Con el propósito de promover el interés por la programación en estudiantes del nivel intermedio y superior de una manera más amena, desde el 2021 se lleva a cabo en Puerto Rico una iniciativa conocida como *REMEZCLA* (proyecto subvencionado por la *National Science Foundation* a través del programa *Advancing Informal STEM-2005818*). El mismo tiene como uno de sus objetivos principales desarrollar las destrezas de pensamiento computacional mediante la integración de prácticas musicales culturalmente relevantes (Remezcla, 2022).

REMEZCLA es una investigación colaborativa entre la *Universidad de Puerto Rico*, Recinto de Río Piedras y *Georgia Tech* en *Atlanta*, universidad que desarrolló una tecnología culturalmente inclusiva llamada *EarSketch* que permite diseñar propuestas musicales mientras se aprende a programar. Algunas de las actividades que realizan son campamentos de verano y programas extracurriculares. La página web de *REMEZCLA* en Puerto Rico <https://bitly.com/remezclapr> y la página web del proyecto en *Atlanta* <https://ceismc.gatech.edu/remezcla> proveen más información al respecto.

La experiencia del proyecto *REMEZCLA* sirvió de motivación y base para que los autores aceptaran el reto de facilitar el desarrollo del pensamiento algorítmico y la automatización, en sus Est5to y FM. Se utilizó la creación de una composición musical como herramienta para aprender a programar y, por ende, usar el pensamiento algorítmico para crear la secuencia de sonidos deseados.

2.1. Desarrollo del pensamiento computacional centrado en la problematización del aprendizaje de las ciencias y la música

La educación en ciencias debe enfatizar ideas y prácticas para, entre otros aspectos, asegurarse de que al finalizar el duodécimo grado, todos los estudiantes posean suficiente conocimiento de las ciencias (National Research Council, 2012; Next Generation Science Standards, 2013). Una persona que conoce las ciencias debe actuar como un ciudadano científicamente informado (Lederman & Lederman, 2014). Para ello, ese ciudadano debe poseer alfabetización científica. La alfabetización científica usualmente incluye la aplicación de conocimiento científico en lo personal y social (Roberts & Bybee, 2014). Para Zeidler & Sadler (2011), además, incluye los valores y su aplicación en la toma de decisiones. Para desarrollar conocimientos básicos en ciencia se deben atender 5 preguntas; específicamente dos de ellas hacen referencia a cuál es el significado de ese contenido científico (experiencias, conocimiento, destrezas, etc.) en la vida presente y futura del estudiante (Klafki's citado en Duit et. al, 2012). Para lograrlo, es preciso que el estudiante encuentre sentido y pertinencia a la ciencia como una herramienta valiosa para la vida.

Los maestros enfrentan el reto enorme de desarrollar y construir conocimiento junto a los estudiantes (GENÇ, 2013) de forma natural a su cotidianidad. En el nivel elemental inician a los estudiantes en el estudio del fenómeno científico. Para Erdogan (2019), el papel de los expertos del nivel básico es crucial en la educación científica, en el desarrollo de los conocimientos y de las habilidades científicas en general. Los grados que conforman esta etapa formativa constituyen la base sobre la cual se construirá el aprendizaje de las ciencias de los niveles educativos superiores. Sin embargo, Harlen citado en Appleton (2007), encontró que una cantidad de maestros considerable dirige su oferta académica hacia la enseñanza expositiva en vez de la provocación inquisitiva o el cuestionamiento conceptual de los aprendices. Por esa razón, es meritorio fortalecer la formación científica-docente del nivel elemental dentro del marco crítico de la enseñanza.

Tomando en cuenta el descontento de muchos maestros por los modelos de enseñanza a los que fueron sometidos durante su época de formación estudiantil (Blume, 1971), el Proyecto *Code, Science & Music Remix* pretende potenciar la experiencia significativa como base para el

dominio de los contenidos de la enseñanza de las ciencias. El aprendizaje significativo o auténtico se facilita principalmente por la necesidad de aprender. Ocurre cuando lo que se aprende sirve, se utiliza, y es valorado por el estudiante como algo primordial; o sea, cuando reconoce su funcionalidad y puede utilizarlo inmediatamente (Velázquez Rivera & Figarella García, 2018).

Tanto la profesora universitaria de los FM, como la maestra de 5to grado desarrollaron su curso centrado en la problematización en el aprendizaje. La problematización se refiere al proceso de facilitar la creación de conflictos cognitivos en los estudiantes, de manera que los mueva a altos niveles de cognición, incluyendo analizar, reflexionar, investigar, crear, actuar y evaluar para construir nuevos aprendizajes (Velázquez Rivera & Figarella García, 2018). Según Velázquez Rivera & Figarella García (2018), la problematización facilita que el aprendizaje sea significativo puesto que invita de forma natural al aprendizaje. Para ello, es imprescindible una visión del aprendizaje que reconozca que mucho de lo que las personas saben del mundo, incluyendo conocimientos y procesos científicos, se deriva de experiencias en diversidad de contextos reales y sociales, las cuales despiertan una necesidad intrínseca por aprender (Dierking, et al. 2003), pero por aprender de manera auténtica y por aplicar lo aprendido (Velázquez Rivera & Figarella García, 2018).

La estrategia para desarrollar las actividades de aprendizaje, tanto del curso universitario como el de ciencias de 5to grado, fue la recomendada por Velázquez Rivera y Figarella García (2018). De esta forma, los participantes de *Code, Science and Music Remix* desarrollaron el pensamiento computacional, a la vez que aprendieron de música y de ciencias en el contexto de los ODS, al: a) investigar un problema, b) desarrollar un proyecto o producto, y c) prestar un servicio comunitario. El problema que despertó su necesidad de aprender fue: ¿Cómo innovar al concientizar y educar a otros acerca de cómo conservar el ambiente por medio de un estilo de vida más sostenible cónsono con los ODS? La necesidad de identificar una forma de innovar al concienciar y educar a otros los llevó al uso de la música para estos fines.

3. LA ECOLOGÍA ACÚSTICA Y SU ROL EN LA EDUCACIÓN MUSICAL: OPORTUNIDAD PARA CONCIENCIAR EN TORNO A NUESTRO PLANETA

El compositor, educador y ecólogo sonoro Murray Schafer plantea en su libro *Limpieza de oídos* (1967) que: “El mundo está lleno de sonidos, pueden escucharse en todas partes. Los sonidos más obvios son los que se pierden con más frecuencia, y la operación de limpieza de oídos, entonces, debe centrarse en aquéllos”. Partiendo de las palabras de Schafer, también se podría interpretar que existen sonidos y propuestas sonoras que pierden su conciencia, y se

convierten en el inconsciente de las acciones impensadas. Es en esa dirección que se dispone de la escucha atenta o el *deep listening* como modelo de sostenibilidad (Oliveros, 2019).

Hacer énfasis en la escucha, en la escucha atenta, activa y profunda del medio ambiente es parte fundamental del ejercicio de la ecología acústica o conciencia de las huellas sonoras presentes en los diversos ambientes. Conlleva promover la escucha como capacidad para sintonizar con cuanto y quién nos rodea. Precisamente, la ecología acústica se refiere al estudio de la relación que existe entre el sonido, el ambiente y los humanos. Se enfoca en la percepción del sonido, del silencio y del ruido como forma de atención a los grandes retos derivados de la interacción entre la humanidad y el medio ambiente, como son la crisis ambiental, la salud, la pobreza, la desigualdad social, entre otros. Por medio de ella se plantea la sostenibilidad desde una sintonía entre todos los habitantes de la Tierra y con la Tierra misma.

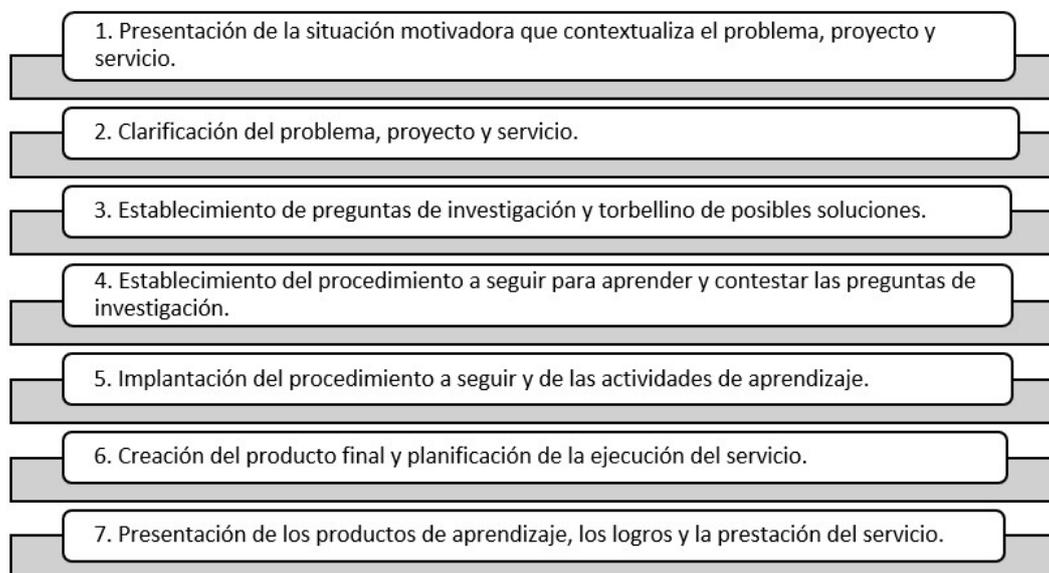
Los estilos de vida actuales reafirman la necesidad de resignificar espacios suficientes, dentro de los contenidos curriculares desde grados primarios, para desarrollar verdaderas experiencias educativas que sienten las bases para una visión de una cultura socioafectiva facilitada, entre otros, por la ecología acústica. El conocimiento generado a través de esta interconexión de saberes desde la *sonósfera* permite ampliar nuestras posibilidades sensoriales y con ello una reconceptualización del espacio, del entorno con el otro, del lugar. De aquí, la importancia de incluir la ecología acústica como uno de los referentes conceptuales para crear la composición musical.

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO CODE, SCIENCE & MUSIC REMIX

Utilizando como base la experiencia de *REMEZCLA*, el desarrollo del pensamiento computacional centrado en la problematización de las ciencias y la ecología acústica en el contexto de los ODS tomó forma el *Proyecto Code, Science & Music Remix: Integración de las ciencias y de la música para conservar el ambiente, por medio del pensamiento computacional* durante el segundo semestre del año académico 2021-2022. La meta de este proyecto fue promover la problematización en el aprendizaje y desarrollar el pensamiento computacional en los participantes por medio de la ecología acústica y el aprendizaje de las ciencias, todo en el contexto de los ODS.

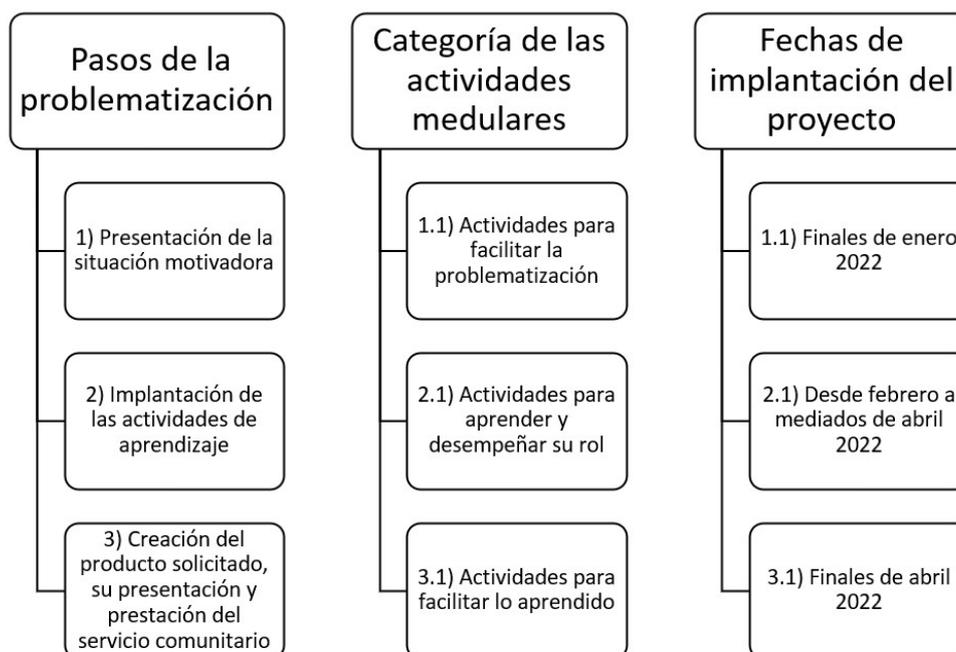
Previendo complicaciones en el semestre académico causadas por la Pandemia del *Covid 19*, se decidió enfocar el proyecto en varios de los siete pasos de una estructura para facilitar la problematización del aprendizaje según establecidos por Velázquez Rivera & Figarella García (2018) (ver Figura 1, en página siguiente).

Figura 1. Estructura para facilitar la problematización del aprendizaje



En la Figura 2 se muestra los pasos de la estructura que fueron seleccionados, la categoría que se le asignó a las actividades medulares y las fechas de implantación del proyecto.

Figura 2. Relación entre pasos de la problematización, categorías de las actividades medulares y la implantación del proyecto



4.1. Actividades medulares para facilitar la problematización

De acuerdo con la estructura de la problematización en el aprendizaje se comienza con la *Presentación de la situación motivadora*. La situación motivadora es el contexto que establece la necesidad de atender un problema, desarrollar un proyecto (producto) y prestar un servicio comunitario. Además, alguien externo a la comunidad escolar o universitaria les solicita colaboración a los estudiantes donde desempeñen un rol relacionado con el mundo del trabajo para estudiar el problema y aportar a su solución.

4.1.1. Presentación de la situación motivadora

La presentación de la situación motivadora es clave al generar conflictos cognitivos que cuestionan la forma de pensar y despiertan la necesidad de aprender en torno a lo que se les desea enseñar. Entender o saber de algo, en muchas ocasiones, consiste en pensar de la manera que nos han enseñado y hemos aprendido. Usualmente, no tenemos problemas al utilizar esa forma de pensar. Sin embargo, cuando una perturbación opera en contra de ese modo de pensar, se crea un conflicto cognitivo que debemos resolver. Ese conflicto cognitivo genera la necesidad de aprender (Piaget, 1969/2019).

Por tal razón, el *Proyecto* comenzó con una presentación digital ofrecida tanto por la profesora universitaria a los futuros maestros (FM), como por la maestra de ciencias a los estudiantes de 5to grado (Est5to). Por medio de esta presentación digital los participantes se familiarizaron con lo que fue la Cumbre del Clima-Glasgow 2021 y se les pidió inferir su importancia para la humanidad. Luego, se presentaron imágenes y titulares para crear conciencia del impacto humano al planeta y la necesidad de ser más sostenible para el logro de los ODS.

Además, el director ejecutivo de la Asociación de las Naciones Unidas de los Estados Unidos de América-Capítulo de Puerto Rico (UNA USA-PR), les planteó la necesidad de ser sus colaboradores y educar, de manera innovadora en torno a la sostenibilidad. Luego de inquirir acerca de cómo ellos podían colaborar, se les presentó lo que en Puerto Rico hace REMEZCLA, y su coordinadora los invitó a ser parte de un proyecto similar, pero en el nivel elemental y con futuros maestros.

Finalmente, se les invitó a participar del *Proyecto* y a desempeñarse como programadores científicos musicales (los Est5to) y como educadores de ellos (FM). Cada rol requería que atendieran la necesidad de innovar al concientizar en torno al ambiente. Por ello se les pidió, como producto, una aportación individual para crear una composición musical con el fin de

concienciar específicamente acerca de un fenómeno terrestre, acompañado de un párrafo descriptivo del fenómeno. En el caso de los FM, además se les solicitó crear una infografía para alfabetizar en ciencias terrestres.

A continuación, se presenta en la Tabla 1 el propósito y relevancia con la vida diaria de cada actividad medular y pregunta(s) centrales para desarrollar dicha actividad.

Tabla 1. Actividades medulares del *Proyecto Code, Science & Music Remix*

ACTIVIDAD MEDULAR	PROPÓSITO Y RELEVANCIA CON LA VIDA DIARIA	PREGUNTA(S) CENTRALES PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD
1. Presentación de la situación motivadora	Despertar necesidad de participar del proyecto. Crear conciencia en torno a los ODS y el impacto humano para cambiar a estilos de vida sostenibles.	¿Cómo nuestro estilo de vida impacta los recursos del planeta?, ¿Por qué es necesario un estilo de vida más sostenible?, ¿Qué es la sostenibilidad?, ¿Qué es la UNA USA-PR, el Proyecto Remezcla y qué colaboración necesitan de los FM y Est5to?, ¿Cuál rol desempeñamos en el proyecto? ¿Cuáles serán nuestros productos de aprendizaje en el proyecto?
2. Conferencia de ODS	Conocer los ODS, su origen e importancia y la necesidad de colaborar para crear conciencia y abonar a su logro.	¿Qué son los ODS?, ¿Qué se está haciendo en PR para abonar al logro de los ODS?, ¿Cómo podemos colaborar al logro de los ODS en PR?
3. Creación de un mural digital para que los grupos se conozcan	Promover la interacción entre FM y Est5to para crear una comunidad de aprendizaje donde trabajen juntos.	¿Quiénes somos?, ¿Quiénes son nuestros seres queridos?, ¿Qué nos llama la atención de nuestro planeta?
4. Taller Ecología acústica: Otro lenguaje para la escucha y la creación musical	Aprender en torno a la ecología acústica y su importancia para sensibilizarnos ante los sonidos del entorno.	¿Qué sonido de tu entorno identificas?, ¿Qué es la ecología acústica y cuál es su importancia?, ¿Qué es el paisaje sonoro?, ¿Qué son los sonidos de fondo y las señales sonoras?, ¿Qué son los mosaicos sonoros?, ¿Cuáles son algunos de los creadores o compositores de paisajes sonoros?
5. Talleres de programación en EarSketch	Promover el desarrollo del pensamiento computacional (creación de algoritmos y la automatización) para contar con ciudadanos que puedan solucionar problemas de manera sistemática.	¿Qué es el pensamiento computacional?, ¿Qué es un algoritmo y la automatización?, ¿Qué es y cómo se usa <i>EarSketch</i> ?, ¿Qué algoritmos necesitamos para crear el segmento de canción por medio del cual exprese lo que deseo comunicar?
6. Lección #1, #2 y #3 creada por FM y ofrecida a Est5to	Facilitar aprendizajes en torno a la atmósfera, hidrósfera y litósfera, su importancia, cómo la impactamos acelerando el cambio climático y cómo los podemos conservar.	¿Qué es la atmósfera, hidrósfera, litósfera y biósfera y su composición e importancia?, ¿Cómo impactamos y contaminamos la atmósfera, hidrosfera y litosfera?, ¿Qué es el cambio climático y su causa?, ¿Cuáles son algunas medidas para ser más sostenible y minimizar la contaminación atmosférica, de hidrósfera y de litósfera?

ACTIVIDAD MEDULAR	PROPÓSITO Y RELEVANCIA CON LA VIDA DIARIA	PREGUNTA(S) CENTRALES PARA DESARROLLAR LA ACTIVIDAD
7. Viaje de campo al estuario de la Bahía de San Juan y al Jardín Botánico de Río Piedras	Estudiar el ecosistema, el impacto humano y las medidas de conservación que se llevan a cabo en los ecosistemas visitados. Experimentar su ecología acústica y crear algoritmos para representar sonidos percibidos.	¿De qué consiste el ecosistema visitado y cuál es su importancia?, ¿Cómo es impactado cada ecosistema y qué medidas de conservación se llevan a cabo?, ¿Cómo puedo abonar a minimizar el impacto y a conservar los ecosistemas visitados y otros ecosistemas importantes de PR?, ¿Cómo es la ecología acústica de los ecosistemas y cómo puedo representar algunos de los sonidos percibidos en los ecosistemas visitados?
8. Creación y presentación de tres infografías por FM	Promover la alfabetización en las ciencias de la Tierra para educar a otros en torno al impacto que tenemos en el planeta y la importancia de llevar estilos de vida sostenibles.	<p>Para infografía #1</p> <p>¿Cómo la impermeabilización de la tierra y del suelo desarrolla microclimas con temperaturas más altas en las ciudades?</p> <p>¿Cómo podemos abonar al logro del ODS-#11: Ciudades y Comunidades sostenibles, con énfasis en la Meta 11.6 Reducción de impacto ambiental?</p> <p>Para infografía #2</p> <p>¿Cómo impactamos el paisaje cambiando el flujo del agua al hacer construcciones?</p> <p>¿Cómo podemos abonar al logro del ODS #6: Agua limpia y saneamiento con énfasis en la protección de ecosistemas con agua?</p> <p>Para infografía #3</p> <p>¿Cómo impactamos los recursos naturales terrestres?</p> <p>¿Cómo podemos abonar al logro de ODS #6 y #15: Vida y ecosistemas terrestres, con énfasis en asegurar la conservación y el uso sostenible de los recursos terrestres?</p>
9. Creación y presentación de segmentos para una composición musical	Aplicar lo aprendido de algoritmos y automatización al programar y crear un segmento de canción para concienciar a otros en torno al planeta y su conservación.	¿Sobre cuál fenómeno del planeta Tierra quiero concienciar por medio de mi canción?, ¿Qué es ese fenómeno que seleccioné y cuál es su importancia?, ¿Cómo nos impacta o impactamos a ese fenómeno? ¿Con cuál ODS se relaciona ese fenómeno?, ¿Cómo podemos minimizar ese impacto?, ¿Cómo por medio de mi segmento musical puedo concienciar en torno al fenómeno seleccionado? ¿Cómo describo el fenómeno por medio del segmento musical?

4.2 Actividades medulares para aprender y desempeñar su rol

Las actividades medulares para aprender que se llevaron a cabo fueron identificadas por los estudiantes (tanto por los FM como por los Est5to) como importantes para desempeñar su rol y crear el producto solicitado. El producto solicitado, fue la aportación individual de un seg-

mento para crear una composición musical con el fin de concienciar en torno a un fenómeno terrestre, en el contexto de los ODS.

4.2.1. Conferencia de ODS

Una de las primeras actividades para aprender fue la conferencia en torno a los ODS ofrecida por el director ejecutivo de UNA USA-PR. Por medio de su presentación, se aprendió en torno a los ODS, su origen e importancia y la necesidad de abonar a su logro. Esta actividad permitió a los participantes reconocer lo necesario de involucrarse en este y otros proyectos que se llevan a cabo en PR para el logro de los ODS. Fue palpable el entusiasmo de los Est5to y FM al sentirse importantes para la UNA USA-PR. Concluida la presentación, ambos grupos expresaron la necesidad de continuar aprendiendo para desempeñar su rol.

4.2.2. Creación de un mural digital para la interacción de los participantes

Para facilitar que los diferentes grupos, Est5to y FM, se comenzaran a conocer, se creó un mural digital que incluyera fotos, imágenes y texto. Antes de llevarla a cabo, a los FM se les asignaron de dos a tres Est5to. Entonces cada FM fue responsable de crear un mural digital en *Padlet* para presentarse y promover la interacción entre él y sus Est5to asignados.

4.2.3. Taller Ecología acústica: Otro lenguaje para la escucha y la creación musical

La posibilidad de que se planteen otros imaginarios ante una situación que iguale los habitantes de la Tierra se amplía con nuevas sonoridades y manejos sonoros de sensibilidad inefable. Este es un lado del desarrollo sostenible poco conocido por la mayoría. Con ese propósito se llevó a cabo un taller introductorio para comenzar a desarrollar la idea del concepto de ecología acústica o eco acústica.

En primer lugar, se les pidió a los participantes que escucharan un vídeo donde se apreciaba la amalgama de sonidos diversos que conforman la noche puertorriqueña y se les exhortó a enumerar los sonidos que percibían. Una vez establecidas las características sonoras de una noche campestre en la isla, se le expuso una composición de paisajes sonoros en varios países para que pudieran hacer una búsqueda sonora acorde con la *sonósfera* puertorriqueña.

Luego se discutieron experiencias sonoras de diferente índole como punto de partida para crear su propia definición de lo que conceptúan como música, seguido de un nuevo ejercicio para facilitar la conciencia del entorno sonoro próximo, dándole algunas consignas de escucha como: mencionar sonidos descendentes, ascendentes, fluidos, rítmicos, entre otros.

Además, este ejercicio los indujo a cómo describir, con vocabulario adecuado, cualquiera de los ambientes que serían abordados durante todo el proyecto. Como parte del taller, tanto a los FM como a los Est5to se les ofreció una presentación digital con los conceptos y las ideas correspondientes a la ecología acústica como gestión para promover el desarrollo sostenible.

Luego, durante los espacios de clase de música con los Est5to, se llevaron a cabo varios ejercicios de creación sonora. Uno de ellos consistió en describir con sus instrumentos musicales el paisaje sonoro de una noche puertorriqueña. Lo mismo ocurrió con otros ejemplos de composiciones con sonidos naturales como *La selva* del compositor costarricense Francisco López, *Sun* de Murray Schafer, y *Somcolagem* de Marissa Fonterrada y Rodrigo Assad. Otro ejercicio consistió en asignarle la tarea de una escucha atenta de los sonidos de la escuela o casa y alistarlos para luego compararlos con los de sus compañeros.

Con el fin de apoyar a los FM en el proceso de crear sus segmentos musicales, pues no contaban con una clase de música, se desarrollaron reuniones con el maestro de música, y ellos consultaron continuamente su blog, lo que les facilitó apoderarse más de los conceptos musicales inmersos en el proceso de programación para crear sus segmentos de canción.

4.2.4. Talleres de programación en EarSketch

La coordinadora del *Proyecto REMEZCLA* en Puerto Rico capacitó al técnico del laboratorio de ciencias de la universidad participante, en la herramienta a utilizarse para crear segmentos de canción y en la codificación necesaria. A base de esto, se prepararon 4 talleres que se ofrecieron desde la primera semana de febrero 2022 hasta mediados de marzo 2022.

Los temas relacionados a la programación en *EarSketch* que se destacaron para programar la composición musical fueron: a) el uso de funciones tales como *fitMedia*, *setEffect*, *setTempo*, b) la utilidad de los comentarios, c) la depuración del código y d) el uso de las variables.

4.2.5. Lecciones creadas por FM y ofrecidas a Est5to: Aprendizaje de las ciencias

Para abonar al logro de los ODS se le solicitó a cada uno de los tres grupos de trabajo de FM, desarrollar una lección por medio de la cual se facilitara el entendimiento de una esfera terrestre (atmósfera, hidrósfera y litósfera) incluyendo sus características, importancia, impacto y conservación; esto acompañado de una infografía para promover la alfabetización en ciencias terrestres. Las lecciones serían implantadas con los Est5to mientras que las infografías de los FM, junto con la composición musical creada por todos, serían presentadas en la celebración del *Día de la Tierra* en la escuela.

El desarrollo de la alfabetización científica ocurrió principalmente en las clases de ciencias de los Est5to y en el curso de ciencias terrestres de los FM. En la clase de ciencias de los Est5to, se desarrolló la unidad de la Materia en la que se estudiaron conceptos fisicoquímicos aplicados a fenómenos terrestres. A su vez, en su respectivo curso, los FM afinaron principios y conceptos de las ciencias terrestres, y cómo facilitar su aprendizaje. La discusión de conceptos científicos, con ambos grupos de estudiantes, conllevó su aplicabilidad en un estilo de vida más sostenible cónsono con los ODS, principalmente los relacionados con el agua del planeta, la atmósfera, el clima y los ecosistemas terrestres.

En términos generales, las actividades y el aprendizaje de las ciencias, en el contexto de los ODS, incluyeron: a) aprendizaje grupal e individual, b) inquirir continuo, c) laboratorios y demostraciones y d) la integración de la tecnología para construir y demostrar aprendizajes. En la Figura 3 se presentan algunos ejemplos específicos de actividades que facilitaron el aprendizaje de las ciencias en los FM y Est5to.

Figura 3. Actividades para facilitar aprendizajes de las ciencias

Actividades para facilitar aprendizajes de las ciencias en los FM	Actividades para facilitar aprendizajes de las ciencias en los Est5to
<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Análisis de los Principios para alfabetizar en ciencias de la Tierra y la Carta de la Tierra. <input type="checkbox"/> Proceso de planificación de lecciones para facilitar el aprendizaje significativo en ciencias de la Tierra. <input type="checkbox"/> Laboratorios, demostraciones y simulaciones para fomentar el inquirir y facilitar el entendimiento conceptual del funcionamiento de la atmósfera, de la hidrósfera y de la litósfera, cómo las impactamos y podemos conservar. 	<ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Actividades de laboratorio para describir las propiedades de los recursos (agua, suelo y aire) y su interacción en el ambiente. <input type="checkbox"/> Creación y exposición de obras de arte representando las esferas terrestres. <input type="checkbox"/> Actividades, demostraciones y simulaciones dirigidas a la protección y conservación de los recursos en el contexto de los ODS.

4.2.6. El viaje de campo como herramienta integradora de saberes

Para los educadores es muy importante el viaje de campo como técnica de enseñanza ya que por medio de ella se les brinda a los estudiantes la oportunidad de experimentar, en un ambiente real, los contenidos bajo estudio. Esto sumado a que los diferentes saberes, o materias de enseñanza, se desarrollan de manera integrada en ese ambiente. De ahí, la importancia del

viaje de campo en este proyecto. Por medio de él, los estudiantes vivieron, de forma integrada, los conceptos relacionados con las ciencias terrestres y el pensamiento computacional, estudiados en la clase de ciencias, con la eco acústica de la clase de música, sumados al arte y a la educación física, todo en el contexto de los ODS.

El viaje de campo desarrollado se dividió en dos partes, primero ocurrió la visita a un club náutico ubicado en el estuario de la Bahía de San Juan, seguido luego de la visita a un Jardín Botánico en Río Piedras (ver Figura 4).

Figura 4. Agenda y ODS atendidos en el viaje de campo

AGENDA

7:30 AM: Encuentro en Entrada del Club Náutico

7:45 AM: formación de grupos de trabajo, presentación de los miembros de cada grupo, bienvenida, discusión del Rol y ODS que atenderemos e instrucciones generales.

8:00 AM: Estación #1-Eco-acústica en el Estuario de Bahía de San Juan (EBSJ)

8:10 AM: Estación #2-¿Dónde estamos? Importancia, impacto y conservación del EBSJ

8:30 AM: Estación #3-¡Investigamos en el EBSJ!

9:30 AM: Traslado al Jardín Botánico (merienda/almuerzo en autos)

10:30 AM: Formación de grupos e instrucciones generales

10:40 AM: Estación #4-Un paraíso que descubrir y describir. Importancia, impacto y conservación en la zona del Jardín Botánico

11:00 AM: Estaciones alternas

Tiempo	Estación #5 Eco-caminata	Estación #6 Arte sonoro	Estación #7 Actividad física en el medio ambiente
11:00 – 11:40	G1	G2	G3
11:40 – 12:20	G3	G2	G2
12:20 – 1:00	G2	G3	G1

1:00 PM: Clausura

Lugares por visitar:



1. Estuario de la Bahía de San Juan-Club Náutico de San Juan
2. Jardín Botánico de la UPR en Río Piedras

Objetivos de Desarrollo Sostenible atendidos:

ODS #6-Agua limpia y saneamiento

Meta 6.3-Mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización.

ODS #14-Vida submarina

Meta 14.1-Prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.

Meta 14.2-Gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos a fin de restablecer la salud y la productividad de los océanos.

ODS #15-Vida en ecosistemas terrestres

Meta 15.5-Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2030, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción.

Con el propósito de que cada grupo de trabajo incluyera tanto a FM como a Est5to, los participantes se dividieron en tres grupos. Esto facilitó el aprendizaje entre ellos y a los FM desempeñarse como asistentes de maestros.

El viaje inició con un recuento de por qué se hacía la excursión, lo que permitió a los estudiantes repasar el problema bajo estudio, su rol y los productos solicitados; para entonces analizar la importancia de este viaje como herramienta de aprendizaje en el proyecto. Luego

se llevó a cabo un ejercicio de eco acústica dirigido por el maestro de música, por medio del cual se sensibilizaron a los sonidos de fondo presentes en la zona del estuario donde estaban ubicados. Esto dio pie a una discusión de la valoración estética del entorno. Después, el maestro solicitó que algunos de esos sonidos fueran reproducidos por medio de instrumentos musicales que él llevó; todo como parte de la Estación #1 del viaje de campo.

En la Estación #2, un representante del Programa del Estuario de la Bahía de San Juan (EBSJ) efectuó una presentación enmarcada en los ODS. Luego de ubicar el lugar en el mapa, desarrolló una discusión la cual destacó lo que es un ecosistema estuarino, su importancia, el impacto humano al mismo y las medidas para su conservación. Entre ellas, se observó el proyecto de arrecifes artificiales que ellos dirigen en la Laguna del Condado. Esta presentación sirvió de base para desarrollar la Estación #3 en la cual cada grupo de trabajo investigó parámetros fisicoquímicos del ecosistema, entre ellos: a) temperatura, b) dirección del viento, c) oxígeno disuelto y d) pH del agua; lo que concluyó con una discusión en torno a la calidad del ecosistema, de cómo se impacta y de cómo lo podemos conservar al promover la sostenibilidad (ver Foto 1).

Foto 1. Estación #3: ¡Investigamos en el EBSJ!



Luego nos trasladamos al jardín botánico para realizar la Estación #4. Un recurso les explicó las características del lugar, su importancia, el impacto humano en él y algunas medidas de su conservación. En la Estación #5, cada grupo se trasladó por el jardín con la vista tapada por un antifaz, con el fin de enfocarse en los sonidos de animales, agua, viento, u otros que servían de fondo. Durante esa caminata se tomaron recesos para analizar la experiencia, guiar la escucha experimentada durante el recorrido y desarrollar una discusión de conceptos musicales.

La Estación #6 fue facilitada por el maestro de arte de la escuela. Cada grupo participó de un ejercicio que promovió la concienciación de los elementos que componía ese entorno, con énfasis en los escuchados, para luego desarrollar una discusión de su valor ético y estético. Esta estación se enfocó en la creación de un mural en un espacio delimitado en el suelo. Cada estudiante era responsable, primero de escuchar los sonidos presentes, para luego representarlos, con materiales encontrados en su entorno. La aportación de cada estudiante fue un componente especial del mural, por lo que cada uno explicó lo que representó en el espacio del mural que trabajó y su importancia o impacto (ver Foto 2).

Foto 2. Estación #6: Arte sonoro



Esta estación, sirvió de base para el desarrollo de otras actividades en la clase de arte de los Est5to en el contexto del tema del proyecto y de los ODS. Por ejemplo, los estudiantes crearon un triorama por medio del cual representaron aspectos importantes de cada esfera terrestre.

La Estación #7 fue desarrollada por el maestro de educación física, quien comenzó con una discusión oral para promover el sentido de pertenencia y valoración del entorno natural. Luego se realizó una actividad de trabajo colaborativo la cual permitió palpar el sentido de confianza necesario entre pares. Ella se enfocó en cómo la audición ayudó a estudiantes con ojos vendados desplazarse a base de instrucciones brindadas por otro compañero no vendado. Finalmente, se realizó un ejercicio de frecuencia cardíaca, agudizando la audición y manteniendo los ojos cerrados.

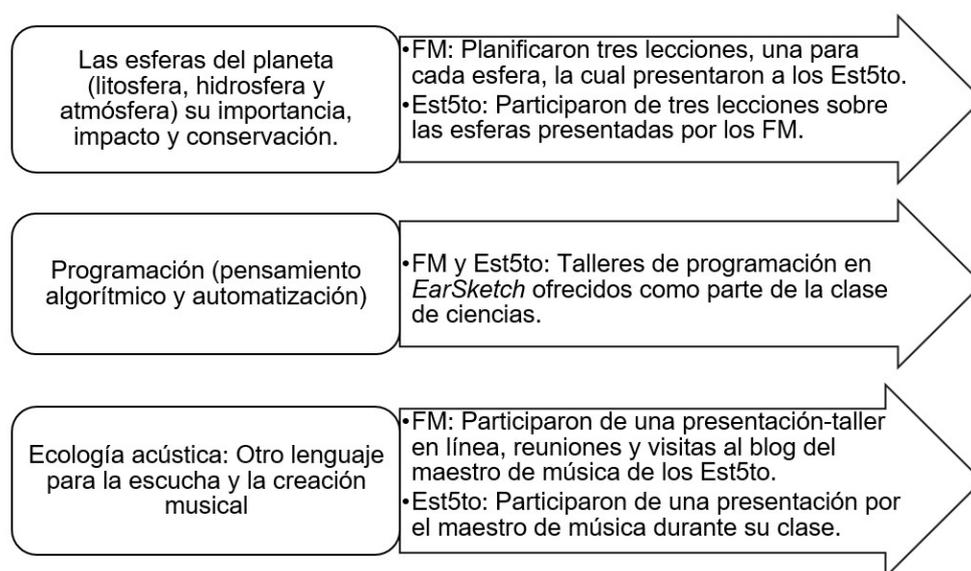
Los aprendizajes desarrollados en cada estación fueron recogidos por cada participante en una bitácora, los cuales fueron discutidos en la actividad de cierre del viaje de campo, y retomados luego en cada curso de ciencias de FM y Est5to.

4.3. Actividades medulares para aplicar lo aprendido

Las actividades de aprendizaje son la base para que los estudiantes más adelante puedan aplicar lo aprendido al crear el producto solicitado. Por medio del producto solicitado, además de despertar la necesidad de aprender, se obtienen evidencias de ejecución que facilitan establecer el aprendizaje global alcanzado (Velázquez Rivera, Figarella García, & Clark Mora, 2016; Velázquez Rivera & Figarella García, 2018). En este proyecto, el producto solicitado fue la composición musical, además de las tres lecciones y tres infografías elaborados por los FM.

La composición musical estuvo enfocada en sensibilizar y promover la conservación del ambiente. En la Figura 5 se ilustra el proceso de aprendizaje que vivieron los Est5to y FM para crear la composición musical, en especial qué y cómo lo aprendieron.

Figura 5. Proceso de aprendizaje para crear la composición musical



Se observa que fue necesario aprender de las esferas del planeta, la programación y la ecología acústica para realizar los productos solicitados en el proyecto. Los FM planificaron tres lecciones (una para cada esfera) presentadas por ellos mismos a los Est5to. Esto requirió que por medio del curso de los FM se aprendiera de la enseñanza de las ciencias terrestres y de cómo hacer planes de lección que faciliten el aprendizaje significativo.

Además, los FM debían crear tres infografías. Específicamente, para la creación de las lecciones y las infografías, los FM trabajaron diversos borradores. Durante las primeras tres semanas de febrero las lecciones fueron corregidas a base del insumo brindado tanto por la profesora de los futuros maestros, así como por la maestra de ciencias de quinto grado. Mientras que, a principios de abril, ocurrió lo mismo con las infografías. Finalmente, las lecciones fueron implantadas a finales de marzo y principios de abril.

Para crear la composición musical, fue necesario desarrollar el pensamiento computacional al aprender programación (pensamiento algorítmico y la automatización) por medio de una serie de talleres ofrecidos como parte de la clase de ciencias. A su vez, fue necesario aprender en torno a la ecología acústica.

Luego de cada taller de programación en *EarSketch*, tanto los FM como los Est5to, tenían que realizar una tarea que les permitiera resumir lo aprendido y comenzar a conceptualizar y crear su segmento musical. A continuación, se describe la tarea por cada taller y la fecha de su implantación.

1. Taller #1-Introducción de *EarSketch* (primera semana de febrero)
 - Tarea: Describir en tus propias palabras acerca de qué trata *EarSketch* e informar la selección, descripción e importancia del fenómeno terrestre a ser representado en el segmento musical para recibir retro comunicación de la maestra
2. Taller #2-Creación de párrafo descriptivo (tercera semana de febrero)
 - Tarea: Explicar cuál es el propósito del guion gráfico musical, mencionar los 4 parámetros de la función *fitMedia* y corregir la descripción e importancia del fenómeno a base de la retrocomunicación recibida.
3. Taller #3-Depuración (*debugging*) del código (primeras semanas de marzo)
 - Tarea: Mencionar dos errores que no se deben olvidar al escribir el código, informar al maestro seis sonidos que pueden utilizarse para representar el fenómeno terrestre seleccionado y entregar el primer guion gráfico musical para recibir retro comunicación del maestro de música y maestra de ciencias.
4. Taller #4-Creación: Mi primera canción (mediados de marzo)
 - Tarea: Explicar para qué sirve la función *setEffect* y la de las variables, crear el segmento musical (con una duración máxima de 15 segundos) así como el párrafo descriptivo del mismo.

Luego de evaluados los párrafos descriptivos y los segmentos musicales, y debido a la riqueza de éstos, se decidió crear dos composiciones musicales en vez de una sola, una con los segmentos de los FM y una con los de Est5to. La edición y creación final de la composición musical de los FM fue realizada por dos de ellos con más experiencia musical, mientras que la de los Est5to fue realizada por el maestro de música. El título de cada composición fue negociado entre sus respectivos autores.

Velázquez Rivera & Figarella García (2018) establecen que luego de creado el producto, este debe ser presentado públicamente a la comunidad escolar, así como a conocedores del tema tratado. Por tal razón, el 22 de abril de 2022 se llevó a cabo en la escuela la clausura del proyecto, esto como parte de la celebración del *Día de la Tierra*. La misma conllevó describir el proceso de aprendizaje vivido por medio de las actividades medulares del proyecto y luego presentar los productos creados (carteles, trioramas, infografías y composiciones musicales). Estos fueron presentados a representantes de la comunidad escolar (estudiantes, padres, maestros), así como a representantes del *Proyecto REMEZCLA*, estos últimos constituidos en un panel de expertos, quienes ofrecieron retrocomunicación de la labor realizada en el proyecto.

Figura 6. Ejemplos de párrafos descriptivos representados en la composición musical de Est5to

“La composición musical que yo creé representa a la capa de la Tierra, litosfera. El *Earsketch* está compuesto por sonidos que simulan la lluvia y desastres naturales. La programación tiene un tempo de (60) para que se escuche los sonidos mejor y un poco más naturales. Además, añadí un sonido que funciona para el tiempo exacto de la caída del agua en forma de lluvia. Por lo tanto, coloqué un sonido de trompeta para combinar sonidos de instrumentos con sonidos que funcionan como naturaleza. Los humanos impactamos a la Tierra con tirar basura, plásticos, haciendo construcciones en zonas costeras, entre otros. ¿Cómo ayudamos? Podemos ayudar usando materiales eco amigables y fomentar más la energía renovable. La sensación que transmite esta canción compuesta es de alegría.” G.A.R.M.

“Los sonidos de mi composición musical se inspiraron en la capa de la Tierra. Los sonidos que seleccioné para mi segmento de canción, los describo como naturales, pero a la misma vez, con un ritmo movido. Uno de los sonidos de mi segmento de canción que más me gustó fue la flauta, ya que sonaba y me hacía sentir como en un bosque de bambúes, como cuando el viento choca contra los bambúes y se produce esa maravillosa melodía. Mi segmento de canción transmite una sensación natural, es como si estuvieras entrando a un mundo de una mezcla de diversos sonidos que unidos forman uno solo. Una manera en la que impactamos negativamente los sonidos naturales de nuestro medio ambiente son: las bocinas a alto volumen, los altavoces, construcciones, vehículos, entre otros. Es importante conservar el medio ambiente, ya que sin él, no hay vida, y no se produciría oxígeno, el cual es fundamental para los organismos que habitan en el planeta. Además, es parte de nuestra fuente de alimento, ya que la mayoría provienen de la naturaleza. Algunos ejemplos de los alimentos naturales son: manzanas, mango, china, cacao, entre otros. Finalmente, hacer este segmento musical fue algo fascinante. Mientras aprendía a programar, creaba mi propia canción sobre la conservación del medio ambiente”. Y.S.O.

Los estudiantes leyeron sus párrafos descriptivos antes de escuchar cada composición musical y al poder identificar su segmento dentro de la composición era palpable su satisfacción. Las composiciones, a saber: 1) *Viva la naturaleza* por Est5to, y *Latidos de la Madre Tierra*

por FM, promovieron inicialmente un ambiente de reflexión, y luego uno de celebración del proceso vivido. En la Figura 6 se presentan dos ejemplos de párrafos descriptivos de fenómenos terrestres representados en la composición musical de Est5to.

La actividad culminó reconociendo la excelente labor realizada de todos los involucrados, por medio de un certificado otorgado por la institución universitaria.

5. DISEMINACIÓN DEL PROYECTO

El componente de servicio comunitario del proyecto Proyecto *Code, Science & Music Remix* consistió en aportar en la educación de la comunidad escolar en torno a los ODS y la alfabetización en ciencias terrestres, como parte de la celebración del *Día del Planeta Tierra*.

Además, el proyecto fue diseminado para educar a otros por medio de tres reseñas elaboradas por representantes de la prensa del país que estuvieron presentes en la actividad de clausura:

1. Reportaje *Estudiantes de escuela elemental... presentan campaña educativa a favor del planeta* en noticiero [WIPR](#) (Notiseis360PR, 2022).
2. *EEUPR - Estudiantes conmemoran el Día del Planeta Tierra* en [Puerto Rico Post](#) (Feliciano Batista, 2022).
3. *Poderoso mensaje ambiental en “lenguaje musical”* en versión digital del rotativo [El Vocero](#) (Díaz Rolón, 2022).

Todo lo relacionado con el proyecto, incluyendo el enlace a las dos composiciones musicales creadas, aparecen en el espacio asignado dentro de la [página digital de la escuela](#) (Escuela Elemental Universidad Puerto Rico, 2022).

6. CONCLUSIÓN

Conscientes de la responsabilidad de preparar ciudadanos educados científicamente, con destrezas del pensamiento computacional y con estilos de vida cónsonos con los ODS, se creó este proyecto. El mismo estuvo centrado en la problematización para facilitar aprendizaje significativo y auténtico, donde lo que se aprende, sirve, se utiliza y es valorado por el estudiante como algo primordial.

Ciertamente, la capacitación del pensamiento para la solución de problemas es una destreza útil tanto en la sociedad en que vivimos actualmente como en la futura. De igual manera, los avances tecnológicos demandan que los estudiantes desarrollen habilidades del pensamiento computacional, como parte de la solución de problemas, lo que aún no está claramente integrado a los currículos escolares. La clase de ciencias puede ser un espacio idóneo para facilitarlos a la vez que se impulsa la alfabetización científica.

Sin embargo, para lograrlo es preciso que el estudiante le encuentre sentido a las ciencias que aprende, al aplicarlo en su vida. De ahí la necesidad de que el aprendizaje de las ciencias y el desarrollo del pensamiento computacional estén atados a la vida diaria en la cual se integran todos los saberes representados en las diversas materias académicas. Un escenario real para aprender ciencias y desarrollar el pensamiento computacional lo brinda el menester que tenemos de llevar estilos de vida que propendan a una mayor sostenibilidad y al logro de los ODS.

Uno de los elementos claves en este proyecto innovador fue despertar en los estudiantes la necesidad de aprender antes de exponerlos a los contenidos de las materias bajo estudio. Además, solicitarles que aplicaran lo aprendido en un contexto real, al educar a otros en torno a estilos de vida sostenibles acordes con los ODS. Esto sumado a cómo se aprovechó la afinidad, no comúnmente utilizada, entre las ciencias, la música y la programación, para que, de manera integrada, les proveyese una experiencia de aprendizaje significativa.

Usualmente se presentan estas materias de manera desconectadas, donde en cada clase en particular se desarrollan las competencias científicas, musicales y relacionadas con el pensamiento computacional siendo ellas mismas en sí, el objetivo. Sin embargo, la manera en que se vincularon en el proyecto, donde cada una abonaba al aprendizaje de las otras, facilitó un aprendizaje con sentido y práctico al crear y exponer públicamente su composición musical para crear conciencia de conservar el ambiente. Este proyecto fue un ejemplo de cómo lograr esta integración de saberes.

Si tomamos en cuenta que los maestros del nivel elemental son los primeros que formalmente desarrollan la alfabetización científica, entonces también pudieran iniciar el desarrollo del pensamiento computacional y musical de manera integrada en sus clases. Por tal razón, los futuros maestros y maestros en servicio deben ser expuestos a iniciativas o proyectos como el descrito, de manera que también lo puedan hacer con sus estudiantes.

Es la expectativa del grupo de estudiantes y profesoras involucrados en el Proyecto *Code, Science & Music Remix*, que esta experiencia sirva de referente para motivar a otros educadores a desarrollar iniciativas que trasciendan la sala de clases tradicional, aprovechando los

retos del planeta que se habita como un elemento unificador en el esfuerzo por manejar los recursos naturales. No tan solo buscando vivir y disfrutar de nuestro planeta y sus recursos, sino a la vez comprometidos con aportar una mejor calidad de vida para todos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Appleton, K. (2007). Elementary science teaching. In S.K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 493-536). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Blume, R. (1971). Humanizing teacher education. *Phi Delta Kappa International*, 52(7), 411-415. <https://www.jstor.org/stable/20372937>
- Díaz Rolón, A. (2022, April 23). Poderoso mensaje ambiental en “lenguaje musical”. *El Vocero*. https://www.elvocero.com/verde/medio_ambiente/poderoso-mensaje-ambiental-en-lenguaje-musical/article_50921758-c29d-11ec-92f6-67c3a4a85450.html
- Dierking, L. D., Falk, J. H., Rennie, L., Anderson, D., & Ellenbogen, K. (2003). Policy statement of the “informal science education” ad hoc committee. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), 108–111. <https://doi.org/10.1002/tea.10066>
- Duit, R., GropengieBer, H., Kattmann, U., Komorek, M., & Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction: A framework for improving teaching and learning science. In D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science education research and practice in Europe* (pp. 13-37). Sense Publishers. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-900-8_2
- EduTEKA. (2011). *Definición operativa de CT para educación escolar*. https://eduteka.icesi.edu.co/pdfdir/PensamientoComputacional_Definicion.pdf
- Erdogan, S. C. (2019). How do prospective elementary and gifted education teachers perceive scientists and distinguish science from pseudoscience? *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 5(1), 119-133. <https://doi.org/10.21891/jeseh.487304>
- Escuela Elemental Universidad de Puerto Rico. (2022, May 5). *Proyecto code, science, and music remix*. <https://ee.upr.edu/mod/page/view.php?id=1239&forceview=1>
- Feliciano Batista, J. I. (2022, April 22). EEUPR: Estudiantes conmemoran el día del planeta Tierra. *Puerto Rico Post*. <https://puertoricoposts.com/2022/04/22/eeupr-estudiantes-conmemoran-el-dia-del-planeta-tierra/>
- GENÇ, M. (2013). Prospective elementary teachers’ misconceptions in biology lesson: Urinary system sample. *International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(3) 178-187.

- International Society for Technology Education. (2022). *Estándares ISTE para estudiantes*. <https://www.iste.org/es/standards/iste-standards-for-students>
- Lederman, N. G., & Lederman, J. S. (2014). Research on teaching and learning of nature of science. In N. G. Lederman & S.K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 600-620). Routledge.
- Murray Shafer, R. (1967). *Limpieza de oídos*. Editorial Ricordi Americana.
- Naciones Unidas. (2015). *Resolución aprobada por la Asamblea General el 25 de septiembre de 2015*. <https://documents-dds-ny.un.org/doc/UNDOC/GEN/N15/291/93/PDF/N1529193.pdf?OpenElement>
- National Research Council. (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/read/13165/chapter/1>
- Next Generation Science Standards. (2013). *Next generation science standards for states by states: Get to know the standards*. <https://www.nextgenscience.org/get-to-know>
- Notiseis360PR. (2022, April 22) Reportaje: Estudiantes de escuela elemental de la UPR presentan campaña educativa a favor del planeta. *WIPR*. <https://wipr.pr/estudiantes-de-escuela-elemental-de-la-upr-presentan-campana-educativa-a-favor-del-planeta/>
- Oliveros, P. (2019). *Deep listening: Una práctica para la composición sonora*. EdictOràlia Música.
- Piaget, J. (2019). *Psicología y pedagogía: Cómo llevar adelante la teoría del aprendizaje a la práctica docente* (E. Martínez Kolodens, Trans.). Siglo Veintiuno Editores. (Original work published in 1969).
- Remezcla (2022). *Remezcla Music & Code*. <https://bitly.com/remezclapr>
- Roberts, D., & Bybee, R. (2014). Scientific literacy, science literacy and science education. In N. G. Lederman, & S. K. Abell, *Handbook of research on science education* (Vol. 2, pp. 545-558). Routledge.
- Velázquez Rivera, L. M., Clark Mora, L. & Quiñones Pérez, I. R. (2020). La problematización: Herramienta para facilitar el aprendizaje auténtico de las ciencias en el nivel elemental. *International Journal of New Education*. 6. 63-81. <https://doi.org/10.24310/IJNE3.2.2020.10267>
- Velázquez Rivera, L. M. & Figarella García, F. (2018). *La problematización en el aprendizaje: Tres estrategias para la creación de un currículo auténtico*. CoopERA.
- Velázquez Rivera, L. M., Figarella García, F. & Clark Mora, L. (2016). *La aventura del currículo auténtico: Posibilidades y éxitos en la problematización del aprendizaje*. CoopERA.
- Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2011). An inclusive view of scientific literacy: Core issues and future directions. In C. Linder, L. Östman, D. A. Roberts, P. O. Wickman, G. Erickson, & A. MacKinnon (Eds.), *Exploring the landscape of scientific literacy* (pp. 176-192). Routledge.