



# Hacia la innovación inclusiva: experiencias de co-creación

Kit de Fitoplancton 3D: Para aprender del Lago  
como lo ven los científicos

Camila del Cid Saavedra, Ximena Sarmiento García y Elizabeth Hoffecker

## Sobre USAID

Este informe se ha hecho posible gracias al apoyo del pueblo de Los Estados Unidos de América a través de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), específicamente a través de la División de Investigación de USAID dentro del Centro de Innovación, Tecnología e Investigación (ITR/R), bajo el acuerdo cooperativo número 7200AA21CA00009, como parte del programa ASPIRE. ITR trabaja para mejorar los resultados del desarrollo a través de la generación y uso efectivo de la investigación científica alrededor del mundo, a través de todos los sectores y regiones en que trabaja USAID. La División de Investigación hace esto mediante alianzas dentro y fuera de USAID (particularmente con la comunidad académica mundial) para promover la elaboración y programación de políticas basadas en evidencia, fortalecer capacidades institucionales y humanas dentro de los sistemas mundiales de investigación, y, en definitiva, impulsar a los países socios de USAID a obtener resultados del desarrollo. ITR/R trabaja con USAID y la comunidad de desarrollo para asegurar que la investigación impulse un verdadero impacto a través de la absorción de datos y evidencia de calidad que desemboquen en programas, políticas y prácticas relevantes para el desarrollo.

## Sobre ASPIRE

Alianzas Sostenibles para la Innovación, Investigación y Emprendimiento (ASPIRE) es un proyecto de cinco años financiado por USAID e implementado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), la Universidad del Valle de Guatemala (UVG) y la Asociación Guatemalteca de Exportadores (AGEXPORT). El objetivo principal es crear un modelo replicable de clase mundial sobre cómo las universidades latinoamericanas y sus colaboradores pueden responder a las necesidades locales y regionales de desarrollo. El proyecto implementa un enfoque colaborativo para la investigación, la enseñanza, la innovación, el emprendimiento y la transferencia de tecnología, buscando fortalecer los ecosistemas de innovación y emprendimiento en la UVG.

## Sobre los estudios de caso “Hacia la innovación inclusiva: experiencias de co-creación”

Este estudio es parte de una serie de estudios de caso realizados en el marco del proyecto ASPIRE para resaltar ejemplos de co-innovación, co-creación, y co-diseño que surgen del ecosistema de innovación de UVG. La serie se centra en ejemplos que involucran a estudiantes y personal de UVG, miembros de comunidades indígenas, y representantes de sectores como pequeñas y medianas empresas (PYMES), sociedad civil (ONGs), y gobiernos locales, entre otros. Los estudios de caso describen estas experiencias para poder aprender de ellas, enfocándose en los factores que han contribuido a resultados positivos, así como en los desafíos y lecciones de los que otros interesados en realizar trabajos similares pueden aprender. El diseño metodológico y la supervisión de la investigación estuvieron a cargo de Elizabeth Hoffecker, co-investigadora principal de ASPIRE y científica investigadora del MIT Local Innovation Group. La implementación de los estudios, incluyendo la planeación, la recolección de datos, el análisis, la redacción, y la producción de los casos finalizados se ha realizado en colaboración entre las coautoras.

---

Fotografía de la portada: Uso del Kit en feria de Educación Ambiental. Fotografía compartida por Ing. Brenda Noriega, cortesía del CEA. Diseño gráfico y producción de los casos: Sophia Janowitz

Este reporte es posible gracias al apoyo del pueblo de Los Estados Unidos de América por medio del apoyo de la Agencia de EE. UU. para el Desarrollo Internacional (USAID). El contenido es responsabilidad de los autores y no refleja necesariamente las opiniones de USAID o el gobierno de los Estados Unidos.

# 1. Introducción

El Lago de Atitlán, importante atractivo turístico del departamento de Sololá, Guatemala, se enfrenta a un grave problema de contaminación por el aumento de cianobacterias en sus aguas. Esta amenaza pone en riesgo la salud de las comunidades que dependen del agua del lago para consumo humano. Desde 2008, el Centro de Estudios Atitlán (CEA) de la UVG ha trabajado para abordar este problema, llevando a cabo programas de educación ambiental para informar a las comunidades sobre las causas y consecuencias de la proliferación de cianobacterias en el lago.

El Kit de Fitoplancton tiene como objetivo divulgar en las comunidades la importancia de la contaminación por cianobacterias en el Lago de Atitlán. Para lograrlo, el CEA ha desarrollado un innovador kit educativo que utiliza modelos tridimensionales de fitoplancton, permitiendo una representación tangible y comprensible de los microorganismos involucrados.

Con el apoyo del Ing. Víctor Hugo Ayerdi y el Ing. Jeremías Morales, se planificó la visita y se validaron los instrumentos. En abril de 2023, se llevó a cabo una visita a UVG Campus Altiplano, donde se realizaron cinco entrevistas semiestructuradas en español a los actores identificados. Entre los meses de mayo y junio, se llevaron a cabo las entrevistas de seguimiento necesarias, de manera remota, para completar el contenido pendiente. La información recopilada se validó con material ya existente sobre el kit (boletines informativos y guía didáctica de cianobacterias del CEA).

El caso del kit de fitoplancton se seleccionó por ser un proyecto que involucra la colaboración entre distintos actores y espacios dentro de UVG. Una vez identificado el caso, se escogieron los actores clave para entrevistar, pertenecientes a cada grupo que hubiese jugado un rol relevante en el proceso de innovación: Lic. Rodrigo Chumil, Ing. Brenda Noriega, Ing. Estuardo Bocel, Lic. Natalia Vargas, Ing. Iván Yac (investigadores del CEA y docentes del campus) y el Ing. Jeremías Morales (coordinador del MakerSpace “Na’ojilal”).

La innovación del kit radica en la colaboración entre el CEA y el Makerspace. Actualmente, los modelos creados se utilizan en charlas, ferias ambientales y jornadas científicas para mejorar la comprensión de las dinámicas dentro del lago. A pesar de los desafíos, como la barrera del idioma y la pandemia de COVID-19, el proyecto ha tenido éxito al llevar el conocimiento a las comunidades y comunicar qué está ocurriendo en el cuerpo de agua. El kit educativo ha demostrado ser una herramienta valiosa para transmitir conceptos científicos de manera accesible y visual, contribuyendo al entendimiento y cuidado del ecosistema del Lago de Atitlán.

## 2. El Reto: El Lago de Atitlán y el aumento de cianobacteria

El Lago de Atitlán, ubicado en el departamento de Sololá, es considerado como una de las bellezas naturales más importantes de Guatemala. Hoy en día, se enfrenta a un problema de contaminación, que ha causado que aparezca una gran cantidad de cianobacterias, y que pone en riesgo a las personas que habitan en la zona (Centro de Estudios Atitlán [CEA], 2014). Muchas de las personas que viven alrededor del lago extraen agua para su consumo. Cuando ocurren florecimientos de cianobacterias existe el riesgo de que se liberen cianotoxinas, que pueden causar problemas en la salud a largo y mediano plazo a las poblaciones.

Las cianobacterias han significado un problema desde el año 2008, cuando, según el CEA, “su número aumentó de manera explosiva, generando un florecimiento”, siendo las causas principales el aumento de fósforo, nitrógeno y materia orgánica, resultados de la actividad humana turística y local en la región. Tanto las personas “que viven a la orilla del lago y quienes viven en las partes más altas de las montañas están conectadas. Todas las acciones que se ejecuten en las partes más altas llegan a las partes más bajas, especialmente, aquellas que signifiquen contaminación para el lago” (CEA, 2014).

Brenda Noriega Fernández, Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables y actual jefa del Programa de Educación Ambiental del CEA, establece que la mayoría de las personas que viven en la cuenca del Lago de Atitlán “han visto las masas de cianobacteria, pero no conocen el microorganismo que causa el problema”. En general, como establece Brenda, hay un desconocimiento sobre “lo que hay en el lago”.

## 2.1. El CEA y su trabajo en el eje de Educación Ambiental

El CEA es uno de los centros de investigación de la UVG y se ubica en el Campus Altiplano, en Sololá. Dentro de sus líneas de trabajo, incluye un Eje y Programa en Educación Ambiental. Desde el año 2016, organizan charlas, ferias ambientales y jornadas científicas para los habitantes de la cuenca. Trabajan con 15 comunidades distintas de los 19 municipios que son parte del departamento de Sololá. La Ing. Brenda explica que esto se hace con el objetivo de “transmitir toda la información del laboratorio a las comunidades, incluyendo temas más complejos y no tangibles, como los procesos que suceden en el lago. Se busca traducir la información técnica y para que las comunidades puedan acceder a ella”.

El CEA lleva estos conocimientos a las personas “para que sepan qué pasa en el lago y por qué hay que cuidarlo”. Rodrigo Chumil, quien trabaja desde hace siete años como técnico en el programa, dice que “las personas lo ven [al lago] como un estanque” y que ellos aclaran “que es un ecosistema, que hay vida dentro del lago”. Explican las cadenas del ecosistema y cómo es que los microorganismos son parte esencial de este.

En estos espacios se habla sobre los florecimientos de cianobacterias que ocurren con frecuencia en torno al lago. En el laboratorio del CEA, se monitorea el fitoplancton y se escogen las algas más representativas para enseñar en las escuelas. Brenda toma las muestras del monitoreo y lleva estas actividades a los niños y jóvenes de las comunidades, “para que vean el lago como lo ven los científicos”. Sin embargo, tanto ella como el Ing. Estuardo Bocel, y la Lic. Natalia Vargas, jefe de laboratorio y técnica del CEA, explican que uno de los mayores retos es

que, al momento de trasladar a las comunidades la información sobre las dinámicas que ocurren dentro del lago, “es complejo traducir cuestiones más técnicas”, pues es difícil imaginar cómo se ve un microorganismo.

Como establece Natalia, “el fitoplancton no es como un pez, una planta o un oso. Es decir, las personas tienen una idea concreta sobre qué son, cómo se ven...colores, cómo se mueven o qué hacen. Al decir plancton o algas, a las personas, a los niños en especial, no se les facilita imaginarlos. Al no ver las cosas, no podemos relacionarnos con ellas con tanta facilidad”.

## 2.2. Novedades y limitaciones: charlas, ferias ambientales y jornadas científicas del CEA

Con el objetivo de atender este reto y despertar el conocimiento en “quienes viven en los alrededores del lago, especialmente los niños, para que conozcan qué es lo que hay en él, por qué ocurren los florecimientos y por qué, en algún momento, estos florecimientos desaparecen para dar lugar a las cianobacterias”, el equipo ha tenido que incorporar diversos elementos dentro de las charlas. Inicialmente, incluían materiales como afiches, banners y una cañonera. Sin embargo, el Lic. Rodrigo, quien ha participado en las jornadas, dice que era “difícil explicar [a las personas] sobre lo que se veía”.

Por eso, eventualmente, incluyeron un microscopio. En este momento, el Lic. Rodrigo se dio cuenta de que los niños “se emocionaban”. Dice que, al ser un microscopio algo que “no se ve todos los días en un aula o comunidad... cautivaba la atención”. Pero las personas solo miraban las imágenes en el microscopio y era difícil explicar lo que estaban viendo. Además, no en todas las comunidades había electricidad para que el microscopio pudiera funcionar.

Otra limitación, explica Brenda, es que las charlas de Educación Ambiental no eran comprensibles para todas las personas, porque no todos los jóvenes y niños que asistían hablaban español. Como respuesta, Rodrigo acompañaba a Brenda y traducía algunas de las preguntas que hacían en Kaqchikel,

hasta que, alrededor de 2019, Brenda le pidió que tradujera las charlas completas a Kaqchikel. Se dieron cuenta que “el mensaje estaba llegando” y mejoraron la comunicación.

De esta forma, si bien el equipo de trabajo se enfrentó a la complejidad de traducir la información a las comunidades por medio de diversas novedades, faltaba algo que permitiera superar estas limitaciones.

### 3. El proceso de innovación:

#### 3.1. Acercamiento del Eje de Educación Ambiental del CEA al MakerSpace

El fitoplancton y el estado del Lago Atitlán se han monitoreado diariamente desde el laboratorio del CEA por más de 10 años, haciendo un conteo del fitoplancton todos los días. La Ing. Brenda y el Lic. Rodrigo, junto con la Licda. Mónica Martínez, investigadora del CEA, se acercaron al Ing. Jeremías Morales (coordinador del MakerSpace) con la intención de generar un material interactivo y visual que facilitara la traducción de la información.

En el pasado, el Ing. Jeremías había experimentado imprimiendo figuras en 3D sobre temas arqueológicos. Con esta experiencia y conocimiento del software para impresión, revisó los pósters de fitoplancton y pensó en que las imágenes de flora microscópica, que no se perciben a simple vista, podían obtenerse en volumen, creando figuras palpables. Así fue como el Programa de Educación, el Laboratorio del CEA y el Ing. Jeremías se unificaron en octubre de 2020 para poder crear los kits. Decidieron imprimir modelos de los microorganismos que interactúan en el lago para complementar las charlas y talleres. Los kits fueron resultado de la colaboración entre los programas del laboratorio y Educación, que se acercaron al Ing. Jeremías y coincidieron.

#### 3.2. Prototipado de los modelos

En octubre de 2020 comenzaron a imprimirse los modelos de fitoplancton. El Lic. Rodrigo, técnico

#### Lic. Natalia Vargas e Ing. Estuardo Bocel explican: ¿Qué es fitoplancton?

Los microorganismos en el lago necesitan radiación solar, y se alimentan de nutrientes como fósforo y nitrógeno. Cuando hay muchos nutrientes en el agua, cada microorganismo los aprovecha a su manera. Pero cuando un solo microorganismo encuentra las condiciones adecuadas, crece demasiado y puede darse un florecimiento, que, según los investigadores es la “reproducción exponencial de una población en comparación con los demás microorganismos por un desequilibrio en el ecosistema”, formando una capa en el lago. Cuando estos mueren, cambian su color dando una apariencia café a ciertas zonas del Lago Atitlán.

del CEA, establece que “hubo un intercambio de materiales entre el MakerSpace y el CEA”. La Licda. Mónica tomó fotografías con dimensiones, tamaños y medidas para recrear los microorganismos e imprimirlos en 2D. Al ser un proyecto educativo para UVG, el CEA financió los insumos.

En la misma línea, Jeremías destaca que fue un proceso de “prueba y error”. Dice, “aquí [en el MakerSpace] casi siempre funciona lo de ‘a la tercera es la vencida’, porque son tres pruebas o más para que salga como uno quiera.” El CEA retroalimentaba el prototipado, informando si el tamaño de los modelos y el color eran correctos, y si lo translúcido, la altura, la rigidez y el volumen de los modelos eran adecuados. Dice Jeremías, el “CEA daba el visto bueno y decía ‘este es más pequeño, este es más grande; tiene que ser translúcido’ (...) ‘son como hojas o ramas, son de color verde’, se habían hecho transparentes, pero se decidió cambiarlo. También se vio que la altura fuera adecuada, el volumen a veces era muy rígido o muy suave, y se cuidó mucho la intención que al ponerle una linterna atrás se mirara como una radiografía”.

Eventualmente, y a partir de la colaboración “les gustó a todos y se logró hacer [los modelos del

kit]”. El Lic. Rodrigo establece que, luego de tener las primeras piezas y empezar a implementarlas como el material interactivo que necesitaban en las charlas, ferias ambientales y jornadas científicas, “se dieron cuenta que era necesario imprimir más piezas y completaron el Kit educativo Fitoplancton del lago Atitlán en 3D”.



Modelos 3D de fitoplancton y átomos. Fotografía de autoría propia

### 3.3. Re-innovación de los kits en la Pandemia de COVID-19

La llegada de la Pandemia significó menos interacción de los kits en las charlas, ferias ambientales y jornadas científicas. Al inicio, “el proyecto quedó estancado”. El Lic. Rodrigo establece que se sintió molesto y triste. Recuerda y dice: “ya no podía agarrar la mochila y cañonera e ir a las comunidades.” Se cerraron las puertas y “no hallaban qué hacer.” Fue a una radio local a tratar de dar charlas sobre medio ambiente a las personas, pero le dijeron que no. Se dirigió a un canal de cable y también le dijeron que no. Finalmente, buscó otro canal de cable exclusivo del área rural: Paisaje TV. Rodrigo explicó que quería hablar sobre el medio ambiente con el objetivo de que las personas de la comunidad

recibieran esta información. Le dieron una hora una vez a la semana, y se estableció el programa en kaqchikel “Cuidemos el Ambiente”. Muchos de los temas eran sugeridos por los televidentes; lo que ellos querían saber. Rodrigo comparte que “van dos años y a las personas les gusta”. Después del primer año cancelaron el programa, “pero las personas pidieron que regresara”. A través de eso, aprendían sobre el ambiente y les enseñaban a sus hijos.

### 3.4. En la actualidad...

En la actualidad, la Ing. Brenda establece que el equipo se encuentra “acercándose nuevamente a las escuelas”, pues con la pandemia de COVID-19 tuvieron que poner el proyecto en pausa. El kit se implementa en las charlas, ferias ambientales y jornadas científicas del Programa de Educación. Mientras la Ing. Brenda trabaja en otros proyectos, el Lic. Rodrigo se dedica a impartir los talleres y charlas en las escuelas que, en su mayoría, son de municipios de Sololá. El material también se utiliza en eventos organizados por alianzas interinstitucionales en la región. La Ing. Brenda comparte que “el programa de educación existe porque de nada sirve crear información científica si esta no se divulga y no hay una buena alianza”. A los talleres y charlas han asistido desde grupos pequeños de 50 personas hasta grupos más amplios, que han llegado a ser de más de 600 personas.

El material también se ha expuesto en espacios dirigidos a otros públicos, como el Zoológico La Aurora o las ferias STEAM de UVG (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática, por sus siglas en inglés), donde se invitó a los centros educativos del área para que llegaran a ver el trabajo. Esto también ocurrió en noviembre del 2020, cuando el CEA moderó el evento Convergencia, donde Jeremías impartió la charla “Aplicación de tecnologías para la creación de modelos en 3D para Educación Ambiental”.

Natalia comparte que el valor del kit está en que “el fitoplancton no es tan fácil de visualizar como otros mamíferos o animales como abejas, osos o jirafas. El kit facilita relacionarse con ese mundo que no se ve, pero que existe. Es importante y tiene un impacto en nuestras vidas. Son la menor parte de la cadena

trófica. Si algo les pasa a ellos, toda la dinámica cambia y se desestabilizará todo lo demás dentro del lago”. Por su parte, el Ing. Jeremías identifica que el mayor impacto del kit fue que “se imprimieron los fitoplancton que se encuentran en el lago; no es un fitoplancton fuera de mi contexto, sino que es un fitoplancton que sí se observa en el Lago de Atitlán (...). El impacto siempre es educativo, pero educativo tiene varias cosas anidadas: puede ser imaginativo, que se puede crear...incluso nosotros lo tomábamos como que (...) nos hacíamos pequeños, nos hacíamos micros para ver de ese tamaño el fitoplancton”.

Para el Lic. Rodrigo, enseñar con el kit es emocionante, porque “la experiencia de un aprendizaje con el kit es mucho mejor. Uno lo ve y lo siente; puede explicar microorganismos muy pequeños. Lo hacen más interesante para los niños y ellos se emocionan. Hay personas en la comunidad que nunca han estado en el aula, por lo que el material permite explicarlo al revés: explicar desde el modelo hasta llegar al microscopio”. Además de ayudar en el proceso de educación, Rodrigo cuenta que el kit es novedoso porque está llevando el conocimiento a los niños y jóvenes de Sololá: “que el agua del lago no es un agua simple o un estanque de agua. “[Las personas] entienden que dentro del agua hay vida; solo que no se puede ver a simple vista, el kit lo demuestra todo”.

El kit también cuenta con una maqueta del lago impresa en 3D, a través de la cual se desmienten cuestiones como que la contaminación no es un problema de toda la cuenca, sino que es algo producido por quienes habitan en la orilla del lago. El Ing. Estuardo y la Lic. Natalia resaltan que “quienes viven en la parte alta también tienen responsabilidad. Se concientiza a las nuevas generaciones con este material. Los fertilizantes y aguas negras que depositan todos

los que viven alrededor de la cuenca, y no solo quienes se encuentran en la orilla, contaminan al lago, por lo que el material ha funcionado para la concientización”.

En el futuro, se busca que los modelos puedan imprimirse tridimensionalmente y utilizar un material más flexible, para evitar que se quiebren. “No son planos los microorganismos al verse en el microscopio, y tampoco pueden reflejarse las formas esféricas o las texturas gelatinosas de los recubrimientos”, comparte la Lic. Natalia. En un futuro, se busca imprimir especímenes de otros lagos para que los atendientes puedan hacer comparaciones entre ecosistemas: “los florecimientos solo son muestra de la contaminación que hay en el lago, pero existen otros problemas. En el lago [Petén] Itzá, [el tercer lago más grande de Guatemala], no es problema el florecimiento de microorganismos, sino el pez diablo, por ejemplo; que nadie caza por su falta de carne y aspecto físico. No se suele pescar o se suelta, y entonces, surgen otros problemas de desbalance”. A nivel de cuenca, los laboratoristas del CEA hablan sobre la importancia de encontrar otros modelos para explicar las dinámicas que suceden dentro del lago de una forma menos abstracta: “sería importante incluir modelos 3D de fitoplancton que, de alguna manera, reflejen las dinámicas que suceden dentro de él.”



Kit en feria de Educación Ambiental. Fotografía compartida por Ing. Jeremías Morales, cortesía del MakerSpace Na'ojilal y CEA

## 4. Aprendizajes principales del proceso

Este proyecto no se llevó a cabo en un tiempo de trabajo en específico. Los participantes tuvieron la disposición de colaborar en el proceso de innovación e investigación fuera de sus horarios laborales. En palabras de Jeremías: “[el kit] fue hecho por poquitos, con los tiempos que tengo... les gustó a todos, se logró hacer...el kit surge de la relación de amistad, de trabajo” que existe entre el CEA y el laboratorio. Se empezó a observar y Jeremías tenía interés en conocer esa parte, él lo investigó por interés propio.

Una barrera para que el impacto de los kits continúe difundiendo es que no se cuenta con el suficiente apoyo en las charlas de Educación Ambiental. Cubrir una feria ambiental, a la que asisten entre 200 y 300 personas es complicado; más aún cuando en el Programa de Educación solamente participan el Lic. Rodrigo y la Ing. Brenda. Antes de la pandemia, tenían apoyo de estudiantes, tesis y practicantes. Actualmente, desde el Programa de Educación Ambiental tienen varios proyectos en funcionamiento, por lo que la Ing. Brenda está a cargo de trabajar en ellos y el Lic. Rodrigo se dedica a impartir las charlas.

Entre los retos del proceso, también destaca la complejidad de traducir y trasladar cuestiones más técnicas a las comunidades, como las dinámicas dentro del lago, el porqué del problema de la contaminación y el tema de fertilizantes y aguas residuales como causantes de los florecimientos. Sin embargo, trabajar con el kit ha permitido abordar el tema de los desechos.

El MakerSpace de Altiplano Na’ojilal fue fundamental para la creación del kit y permitió llevar a cabo el proyecto a nivel local. Asimismo, los participantes destacaron el apoyo del Ing. Jeremías como docente facilitador, que siempre da la bienvenida a las ideas educativas e innovadoras. El kit tampoco habría sido posible sin el apoyo del todo el equipo del laboratorio, que ha contribuido para generar la información más relevante, así como para transmitir y comunicar todas estas ideas abstractas.

## 5. Actores

**5.1. Ing. Brenda Noriega Fernández:** Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables y actual jefa del Programa de Educación Ambiental del CEA. Vio la necesidad de incluir un material interactivo en las charlas y se dirigió al Ing. Jeremías para la colaboración.

**5.2. Lic. Rodrigo Chumil:** Técnico en el Programa de Educación Ambiental del CEA y facilitador de las charlas, ferias ambientales y jornadas científicas. Aportó en estos espacios con su experiencia, conocimientos e iniciativa, para poder adaptar el proyecto y que se comunicara de forma efectiva. Asimismo, logró mantener el uso de los kits durante la Pandemia.

**5.3. Ing. Jeremías Morales:** Coordinador del MakerSpace y experto facilitador. Tenía la experiencia y conocimiento sobre el software e impresión de figuras 3D, que fueron necesarias para hacer los modelos de fitoplancton.

**5.4. Licda. Mónica Martínez:** Realiza los conteos de fitoplancton en el lago. Aportó a Jeremías con el material necesario para llevar a cabo los modelos del kit.

**5.5. Ing. Estuardo Bocel:** Jefe de laboratorio, trabaja en el área química de los estudios del lago.

**5.6. Licda. Natalia Vargas:** Técnica del CEA. Escoge las algas más representativas y las que son más importantes para enseñar a las comunidades en las escuelas.

**5.7. Ing. Iván Yac:** Técnico en el programa de Licenciatura en Ingeniería de Tecnología Agroforestal. Es docente en el Campus Altiplano y dentro del contenido de sus cursos y en su aula, utiliza varios kits diseñados en el campus, incluyendo el Kit Educativo Fitoplancton en 3D. Aporta al uso de los proyectos generados desde UVG Altiplano, dentro del Campus.

## 5. Lista de entrevistados

Bocel, Estuardo. Entrevista presencial, 18 de abril de 2023.

Chumil, Rodrigo. Entrevista presencial, 18 de abril de 2023.

Morales, Jeremías. Entrevista vía Zoom, 22 de junio de 2023. Brindó material: Guía didáctica de cianobacterias para charlas informativas (Centro de Estudios Atitlán, 2014).

Noriega, Brenda. Entrevista vía Zoom, 14 de abril de 2023.

Vargas, Natalia. Entrevista presencial, 21 de abril de 2023.

Yac, Iván. Entrevista presencial, 21 de abril de 2023.

## 6. Referencias bibliográficas

Centro de Estudios Atitlán (CEA). (2014). Guía didáctica de cianobacterias para mantener el Lago Atitlán vivo y sano. Universidad del Valle de Guatemala Campus Altiplano.