



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Huerto-vermicompostera como herramienta de apoyo para educación ambiental escolar

desarrollada a través de los métodos de la fabricación digital

Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad
Católica de Chile para optar al título profesional de Diseñador

Autor: Claudia Rudloff Mery
Profesor guía: Luis Andueza

Julio de 2019
Santiago, Chile

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas las personas que tuvieron la mejor disposición en ayudar y aportar para hacer posible este proyecto, al profesor Miguel Troncoso; a la profesora Yanira Nanjari; a los encargados del Fab Lab Austral, Christian Cormack y Alejandra Montaña. A mi familia por darme todo su apoyo a lo largo de la carrera y en esta última etapa. A mi profesor guía Luis Andueza por acompañarme durante todo el proceso.

Índice de contenidos

Introducción

06 - Introducción

Marco teórico

10 - Insularidad

12 - Permacultura en la educación escolar

14 - Economía circular

16 - Fabricación digital

Contexto del proyecto

20 - Puerto Williams, la ciudad más austral del mundo

22 - Liceo Donald Mc Intyre Griffiths

23 - Fundación Omora y la educación ambiental

24 - Fab Lab Austral

Problemáticas y oportunidades

28 - Problemáticas detectadas

29 - Oportunidades

Levantamiento de información en terreno

32 - Primer viaje a terreno

33 - Identificación de lugares clave

34 - Personas clave

37 - Visita al interior del Fab Lab Austral

38 - Conclusiones primer viaje a terreno

Planteamiento

42 - Oportunidad de diseño

43 - Formulación del proyecto

44 - Objetivos

45 - Usuario

Estado del arte

48 - Antecedentes

51 - Referentes

52 - Levantamiento de información: vermicompostaje

56 - El humus de lombriz en los cultivos

Proceso de diseño

63 - Requerimientos de diseño

66 - Exploración de forma a través del bosquejo

67 - Primer ciclo de prototipado como exploración de forma

68 - Análisis comparativo de prototipos

70 - Observaciones y conclusiones

71 - Pruebas de piezas y encajes

72 - Decisiones de diseño

73 - Iteraciones de diseño

76 - Diseño final

77 - Pruebas de encaje

79 - Fabricación del artefacto en CNC

81 - Prototipo final

82 - Armado del artefacto

Plan de clase

86 - Plan de la actividad

87 - Los niños y el Fab Lab

Implementación en terreno

90 - Segundo viaje a terreno

92 - Fabricación del artefacto

96 - Prototipos a escala

97 - Afinación de la actividad

98 - Actividad con los niños

102 - Conclusiones segundo viaje a terreno

Proyecciones

108 - Proyecciones del proyecto

Conclusiones

112 - Conclusiones

Referencias Bibliográficas

116 - Bibliografía

Anexos

120 - Entrevistas

128 - Dibujos de los niños

01-



INTRODUCCIÓN

Introducción

El presente informe se enmarca dentro de un contexto de Proyecto de Título de Diseño, en el cual se pretende plasmar lo que fue el proceso de levantamiento de información, las problemáticas y oportunidades detectadas y el proceso de diseño que derivó en la propuesta final. Desde un comienzo, se decidió trabajar en torno a tres ejes principales.

El primero es la preocupante situación actual en torno al daño que la humanidad ha generado hacia el medio ambiente, a partir de una inquietud personal por realizar un proyecto que aporte a la toma de conciencia de las personas e incentivarlas a que tomen acción responsable frente a esta problemática. Para efectos del proyecto, se opta personalmente por trabajar en torno a los residuos orgánicos. Esta decisión se basa en la alarmante cifra que indica que los residuos orgánicos corresponden a casi la mitad de los desechos que se generan en cada hogar (Fundación Chile, 2016). Sumado a esto, se observa que existen alternativas para reciclar diversos tipos de residuos en los puntos de reciclaje, sin embargo,

en ellos no se reciben residuos orgánicos, a pesar del importante porcentaje que ellos constituyen en la basura que generamos.

El segundo eje es la importancia de educar desde edades tempranas en torno a una responsabilidad medioambiental. Se considera a los niños como el agente de cambio más importante dentro de una sociedad, ya que son ellos quienes se formarán y crecerán como individuos con una conciencia evolucionada y responsable, para convertirse en adultos que han aprendido a relacionarse de una manera más respetuosa hacia el medio ambiente. El proyecto busca transmitir a los niños, a través de la teoría y la práctica, que ellos son capaces de cambiar el mundo, que es posible comenzar hoy con prácticas del reciclaje y autosustentación.

El tercer eje del proyecto corresponde al mundo de la fabricación digital. Mi experiencia personal en la carrera de Diseño se desarrolló hacia el descubrimiento de esta área, llevando a cabo ambas

prácticas profesionales en Fab Lab, laboratorios de fabricación digital. Esto cambió mi perspectiva en torno a cómo funciona el mundo y la forma de hacer diseño. La fabricación digital abre una infinidad de puertas a una accesibilidad universal hacia los productos e ideas. Al contrario del sistema que rige en mayor parte a la sociedad actual, esta forma de hacer y compartir diseño ofrece a la comunidad participar directamente, aprendiendo a fabricar personalmente nuevas ideas propias o ideas ya existentes. La comunidad pasa a ser un agente activo dentro del proceso de crear y compartir conocimiento, otorgando un nuevo poder a las personas.

A partir de la motivación por trabajar en torno a estos tres ejes, surge la oportunidad de desarrollar el proyecto para un contexto particular: la localidad de Puerto Williams. Esta oportunidad aparece desde la reciente inauguración de un Fab Lab en dicho lugar, presentándose como un contexto propicio para llevar a cabo un proyecto que sea realmente ejecutable, con posibilidades de generar un impacto real. Se presenta la posibilidad de trabajar con los

niños del Liceo de Puerto Williams, el Liceo Donald Mc Intyre Griffiths.

Puerto Williams corresponde a una localidad geográficamente aislada e insular, al estar ubicada en una isla en el extremo sur de Chile y del mundo. Desde estas condiciones, existen diversas situaciones particulares en torno a la forma en que se vive en este lugar. Se comienza con un levantamiento de información acerca de la vida en Puerto Williams, a partir del cual se detectan ciertas problemáticas y por ende una oportunidad de diseño.

El contexto del proyecto consiste en la directriz más importante del mismo, presentando un desafío importante al ser un lugar alejado, diferente a lo conocido y también de difícil acceso. Sin embargo, son estas mismas razones las que confieren un incentivo a lograr un proyecto que trabaje con los tres ejes anteriormente mencionados y que sea un aporte para los niños y la comunidad de Puerto Williams, presentándose el Fab Lab como una herramienta de fabricación local de ideas, proyectos y soluciones.

02-



MARCO
TEÓRICO

Insularidad

El término de insularidad, referido a la cualidad de insular o de isla, aparece directamente ligado al concepto de aislamiento, el cual se relaciona por la misma RAE con los conceptos incomunicación y desamparo. Estos términos, y por tanto la concepción general que se tiene respecto a la insularidad, tienen una connotación negativa y se asume que dicha condición es de por sí desventajosa. En el Diccionario de Biología del Centro de Investigación y Desarrollo de Recursos Científicos, se habla de dos factores influyentes en el grado de esta condición de aislamiento, propio de las islas: el tamaño y la distancia. Mientras más pequeña sea la isla y mientras más alejada se encuentre del continente, se acentúan las desventajas a las cuales se enfrenta. Las desventajas que se nombran como inherentes a las islas son la limitación de espacio para la expansión, las condiciones estacionales peculiares, la baja posibilidad de inmigración, la alta proporción de endemismos y la escasez de especies cosmopolitas.

Sin embargo, estos son aspectos que no necesariamente debieran implicar una posición

de inferioridad con respecto a las localidades continentales. Existen perspectivas que ven en la insularidad una oportunidad y la posibilidad de sacar provecho a estas características.

Antonio R. Boadas (2011) admite que la separación geográfica de las islas afecta directamente en las relaciones externas e implica un incremento en los costos de los productos de abastecimiento externo y de los bienes que son importados, pues por lo general los suministros básicos requeridos en estos asentamientos humanos no son garantizados de forma endógena, con una falta de producción local. Sin embargo, el autor propone una serie de caminos para lograr una **viabilidad insular** y para cumplir con la satisfacción de las necesidades humanas básicas que garanticen una buena calidad de vida. Reconoce como indispensables tres factores: la formación cultural, la creatividad humana y los elementos de la naturaleza. A través de la unión de los dos primeros factores puede conformarse la capacidad y disposición del ser humano para usar de manera provechosa el tercer factor, o sea, los elementos que ofrece la naturaleza. De esta manera,

a partir de dichos elementos se pueden obtener los medios necesarios para la subsistencia. Se abre la posibilidad de acceder a ellos gracias a **estrategias de aprovechamiento de los recursos internos**.

Siguiendo esta misma línea, Andrés Nuñez (2010), Doctor en Historia de la Pontificia Universidad Católica de Chile, propone la **territorialización** del aislamiento. Esta sugiere un desarrollo endógeno del territorio, el cual implica la habilidad de **innovar a nivel local a través de los recursos propios de una región**, a diferencia de la lógica de la globalización e integración de la localidad con el territorio nacional central, lo cual no corresponde necesariamente a un mejor modelo. Según el autor, los modelos basados en la globalización suelen implicar des-territorialización. La perspectiva que plantea Nuñez, propone como elemento central la sustentabilidad de los recursos locales, insertando a la naturaleza como un agente activo en el funcionamiento del territorio. Pone énfasis en la necesidad de definir nuevas estrategias, en las cuales se priorice la equidad social, una gestión prudente de los recursos y el paisaje y una competitividad equilibrada.

“Frente a un mundo que presenta un conjunto de posibilidades, la efectividad y desarrollo de modelos de ordenamiento territorial sustentables dependen en gran parte de las oportunidades ofrecidas por los lugares.”

(Nuñez *et al.*, 2010, p.52)

Permacultura en la educación escolar

“Permaculture is a philosophy of working with, rather than against nature; of protracted and thoughtful observation, rather than protracted and thoughtless labor; of looking plants and animals in all their functions, rather than treating any area as a single-product system.”

(Mollison, 1979, p.1)

El concepto de permacultura fue acuñado en el año 1978 por Bill Mollison y David Holmgren en su libro *Permaculture One; a perennial agriculture for human settlements*. En sus inicios, se enfoca en una producción de alimentos sostenible, sin embargo, hoy la permacultura se ha transformado más bien en una filosofía. Este concepto se ha extendido a través del tiempo hacia una manera de **entrelazar los sistemas económicos, sociales y políticos con los modelos de producción sustentable y preservación local** (Kroeger, Myers y Morgan, 2019).

Patrick Whitefield, autor de *Permaculture in a Nutshell* (1993), describe la permacultura como una aproximación a una vida sustentable. El autor se refiere a la permacultura como un diseño de sistema, basándose en la creación de hábitats humanos más sustentables y amigables con el medio ambiente, haciendo conexiones provechosas entre los elementos que existen en la naturaleza, sin perjudicarla. Cada uno de estos hábitats humanos es diferente al otro, pero siguiendo los mismos principios. El autor lo explica afirmando que la Tierra es variada, pues las condiciones físicas, biológicas y culturales nunca son exactamente iguales. Lo que

puede ser apropiado para un lugar puede no ser lo más apropiado para otro lugar. **Los principios de la permacultura deben ser utilizados en combinación con los conocimientos locales** y se llegará a diferentes resultados.

“It is the realisation that the Earth is a single living organism, and we humans are part of her, in just the same way all the other plants and animals are.”

(Whitefield, 1993, p. 6).

Para lograr un cambio en las costumbres dañinas que hemos llevado como sociedad hasta el día de hoy, **es clave comunicar a las nuevas generaciones la importancia de un pensamiento ecológico.** Así lo proponen Jack Hunter y Steven Jones (2019), declarando que el cambio climático es un fenómeno global, y nuestro tema central es que el currículum principal de las escuelas necesita un cambio, que se trate y hable acerca de esta realidad.

A partir de su experiencia como educadoras, Kroeger, Myers y Morgan (2019) transmiten su convicción que, a través de un entendimiento en torno a los principios de la permacultura, las personas pueden ser parte de la solución hacia los desafíos ambientales que hoy enfrentamos. Se pone especial énfasis en los beneficios que traen las prácticas de la permacultura en los colegios, tanto hacia los profesores, los estudiantes y para la comunidad. Según las autoras, lo más importante es traspasar estos conocimientos a los niños y **desarrollar este proyecto como un modelo educacional,** extendiendo el clásico modelo

de educación dentro del aula de clases, hacia un **aprendizaje adquirido a través del hacer, de la experiencia.** Ponen énfasis en que cada niño debiese tener la oportunidad de experimentar por sí mismos los beneficios de su propio aprendizaje (Kroeger et al, 2019).

En el documento *Educación ambiental para la sustentabilidad: síntesis para el docente*, el Ministerio del Medio Ambiente del Gobierno de Chile (2018) también enfatiza lo importante que es concientizar a los niños de la situación ambiental actual e incentivar a que tomen acción a través de costumbres que contribuyan con el mejoramiento de dicha situación. Se considera como fundamental una educación ambiental desde los valores, siendo el **docente el actor clave en este proceso de generar conciencia.** Cabe destacar que no basta con transmitir la información. También se debe indagar, generar nuevas ideas, proponer acciones y costumbres. A su vez, estas acciones se deben propagar entre personas y grupos, a modo de influencia positiva, pues son las acciones colectivas las que pueden generar transformación a nivel social.

“No hay mejor manera de llegar a la población y formar ciudadanos responsables, si no es a través de los docentes, por eso es necesario recalcar la importancia de los educadores como formadores de valores en las personas, ya que son ellos quienes deben transmitir a sus estudiantes sus principios, contribuyendo de esta forma a la transformación que se quiere de la sociedad.”
(Ministerio del Medio Ambiente, 2018, p. 5).

Economía circular

La economía circular es una estrategia que apunta a **convertir el metabolismo actual de la industria en uno sustentable**, a través de la reducción del input de material virgen y del output de desechos, respondiendo a los desafíos ambientales y económicos del siglo XXI (Hass, 2015). El modelo económico actual es predominantemente lineal, en el cual los bienes y productos que consumimos pierden rápidamente su valor y son desechados como basura, terminando en vertederos y acumulándose de forma descontrolada, generando un alto impacto ambiental. Se presenta como una necesidad urgente darle un giro a la lógica lineal de los productos, reemplazándola por una lógica de economía circular.

El modelo de economía circular apunta a que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad en todo momento de la cadena de valor. Los productos o materiales usados a nivel industrial pueden ser recuperados y reutilizados de diversas maneras, basándose en principios tales como preservar y mejorar el capital natural del medio ambiente, optimizar el uso de los recursos y su vida útil y fomentar la eficacia del sistema (Fundación Chile, 2018).

“The race is on to create a circular, waste-free and super efficient economy that is actively good for the environment, wildlife and biodiversity.”

(Hunter y Jones, 2019, p.12).

María Eugenia Fernández, subgerenta de Nuevos Negocios de Fundación Chile, comunica la preocupante cifra entregada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la cual indica que **en Chile sólo el 4% de los residuos se recuperan, reciclan o compostan.**

Uno de los ejes de la economía circular es la búsqueda por dejar de perjudicar al medioambiente mediante nuestras prácticas, con el fin de mantener un equilibrio entre lo que tomamos de la naturaleza y lo que devolvemos a ella. Esta es una tarea que requiere de la colaboración de todos los actores. Una de estas tareas es evitar que los desechos se dirijan a los vertederos.

Se propone **extraer el máximo valor posible de los materiales agrícolas**, con el fin de inyectar los valiosos nutrientes biológicos en un proceso circular de reutilización del material o directamente devolverlo a la naturaleza.

“Los residuos orgánicos, es decir, restos de comida, alimentos vencidos, cáscaras y restos de frutas y verduras entre otros, conforman el 48% de los desechos domiciliarios en Chile”

(Fundación Chile, 2016).

Este es un porcentaje evidentemente importante, por lo cual **es necesario replantear el destino de este tipo de residuos**, pues existen maneras de obtener grandes beneficios a partir de ellos, las cuales están al alcance de todos (Ministerio del Medio Ambiente, 2018).

La Ellen MacArthur Foundation, organización del Reino Unido dedicada principalmente a repensar el futuro, desarrolla ampliamente este tema en su reporte Towards the Circular Economy. Define la economía circular como un **sistema industrial regenerativo a través de la intención y el diseño**, en el cual se reemplaza el concepto de fin de vida por restauración, se utiliza energía renovable, se elimina el uso de químicos tóxicos. Apunta a eliminar la producción de desechos a través del diseño de nuevos materiales, productos, sistemas y modelos de negocio (Ellen MacArthur Foundation, 2013).

El estudio realizado en Reino Unido, revela que el país pudo haber ahorrado millonarias sumas de dinero, de haber mantenido los desechos orgánicos fuera de los rellenos sanitarios, además de haber podido reducir en 7.4 millones de toneladas las emisiones de CO₂, gas con efecto invernadero proveniente del incorrecto paradero de estos residuos (Ellen MacArthur Foundation, 2013). Se pone énfasis en que se produce un desaprovechamiento de los múltiples beneficios que se obtienen a partir de una gestión correcta de los residuos orgánicos

y de la devolución de ellos al biosistema tras su consumo, a través de procesos tales como la extracción de bioquímicos y el **compostaje**. En relación al segundo, este consiste en un proceso biológico natural mediante el cual diversos insectos y microorganismos, tales como bacterias y hongos, descomponen la materia orgánica en un material de suelo llamado compost. Se refieren a este proceso como una forma de reciclaje y una manera natural de devolver los nutrientes a la tierra.

“The reality is that the planet is so badly damaged that we will have to actively fix it. We will have to physically pick the plastic out of the oceans if we want our ecosystems to survive and recover. It won't be market forces that restore the forests and streams and regenerate biodiversity. It will be a renewed and sustained period of human innovation that finds new and better ways to meet human needs”.

(Hunter y Jones, 2019, p.12).

Fabricación digital

“Communities should not fear or ignore digital fabrication. Better ways to build things can help build better communities. (...) After all, the real strength of a Fab Lab is not technical; it is social.”

(Gershenfeld, 2012, p.55).

Fab Lab, acrónimo en inglés de Fabrication Laboratory, consiste en una red de espacios de fabricación digital. Se define el concepto como una liga mundial de laboratorios para propósitos locales, con el fin de construir una red distribuida de laboratorios destinados a la investigación y la invención (Fablabs.io, Creative Europe Programme).

Los Fab Lab nacen a partir de un proyecto realizado en 2001 por parte del profesor Neil Gershenfeld en el Center for Bits and Atoms del Massachusetts Institute of Technology (MIT), en colaboración con otras áreas de investigación y tecnología del instituto. Estos laboratorios de fabricación digital, hoy presentes alrededor de todo el mundo, funcionan a partir de dos elementos principales: por un lado, los software que permiten generar modelos digitales, y por otro lado, las herramientas de fabricación digital que permiten materializar estos modelos en objetos físicos. Estos laboratorios se encuentran interconectados gracias a la lógica colaborativa de código abierto u open source, la cual implica que los archivos y modelos generados son compartidos en diversas plataformas web y puestos a disposición de quien quiera acceder a ellos, desde cualquier

parte del mundo. La posibilidad de aprendizaje e innovación está al alcance de todos, pues los modelos y el material generado es compartido de forma gratuita con la comunidad. Hoy, esta red de conocimiento compartido se expande a 30 países del mundo.

Cindy Kohtala, investigadora y educadora en Diseño Sustentable de la Universidad de Aalto de Helsinki, Finlandia, experta en diseño sustentable de sistemas de Producto-Servicio, se ha dedicado a examinar el **fenómeno Fab Lab desde una perspectiva social y medioambiental**. Kohtala (2016) explica el rol que tienen estos espacios para las comunidades, pues la fabricación personal que se lleva a cabo en ellos es más bien producto de una cadena de interacciones sociales y colaborativas, implicando el compartir y modificar los diseños, proyectos de cooperación y el uso compartido de las herramientas en estos espacios abiertos a la comunidad. La red Fab Lab comparte una identidad a nivel global, sin embargo cada laboratorio es libre de determinar sus propias actividades, dependiendo de las condiciones locales del lugar en el que se encuentran insertos.

Los Fab Lab pueden ser también **actores fundamentales dentro del cambio desde la economía lineal hacia una circular**. Así lo fundamenta Martin Charter y Scott Keiller (2014), reconociendo que los procesos industriales basados en una economía lineal se alimentan de materiales baratos desechables y en un alto uso de energía. El movimiento Maker, uno de los ejes estructurales de la fabricación digital, es considerado como una **nueva revolución industrial y un potencial precursor de una producción y consumo más sustentable**, a través de la reducción de residuos, nuevos modelos de negocio, eco-diseño y una extensión de la vida útil de los productos.

Estos laboratorios ofrecen la posibilidad de generar soluciones para necesidades específicas, permitiendo diseñar productos y servicios con el fin y la forma adecuada para cada una de estas necesidades. Gracias a esto, es posible generar propuestas de diseño acorde a los materiales que se disponen en el lugar, el espacio disponible, las condiciones ambientales y sociales. Los métodos de la fabricación digital ofrecen también reparar un objeto o sistema y deja de ser necesario desechar un artefacto completo si una de sus partes ha dejado de cumplir su función o se ha dañado, debido a la posibilidad de volver a fabricar la pieza específica.

“There are environmental and social benefits embedded in this ideology. Such benefits include the ability to build, disassemble and reassemble products; to explore sustainable solutions; and to produce objects in small volumes, locally and only according to need.” (Gerschenfeld, 2005)

03 —



CONTEXTO DEL PROYECTO

Puerto Williams, la ciudad más austral del mundo

Esta localidad perteneciente a la XII Región de Magallanes, es el principal centro poblado de la Isla Navarino, ubicándose en su ribera norte y en la orilla sur del canal Beagle y corresponde a la capital de la provincia Antártica Chilena. Con una población de 2500 habitantes y la presencia de 662 viviendas, Puerto Williams corresponde hoy a la ciudad más austral del mundo. (Sernatur, 2018).

Hasta el año 2018 estaba considerada aún dentro de la categoría de pueblo, sin embargo, a partir de marzo de 2019 y cumpliendo con las nuevas características políticas y administrativas en el documento “Ciudades, Pueblos, Aldeas y Caseríos 2019”, Puerto Williams cambió su categoría de pueblo a la de ciudad (INE, 2019). Puerto Williams cuenta con sus propios organismos público-administrativos, tales como Gobernación y Municipalidad, además de tener un Liceo, compañía

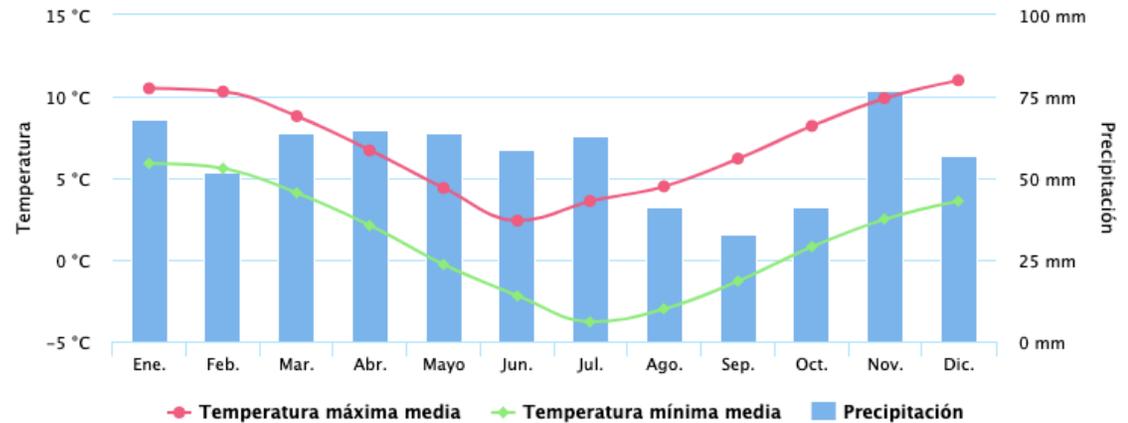
de bomberos, estación policial, hospital, y tribunales. (Gobernación Provincia de Antártica Chilena, 2019). Puerto Williams es también un lugar de gran valor en términos de historia y cultura, pues su territorio fue habitado por el pueblo originario de los yaganes. Actualmente, la localidad aún cuenta con la presencia de los descendientes yaganes, quienes viven en comunidad en el sector de Villa Ukika, donde se mantiene viva la cultura Yagán y sus técnicas artesanales.



Fuente: Google Earth

El clima de esta localidad, según la clasificación climática de Köppen, corresponde a un clima oceánico frío, también llamado subpolar oceánico. Los meses más fríos son de mayo a agosto, meses en los cuales se llega a los -4°C y no se superan los 5°C . En los meses restantes se llega a temperaturas algo mayores, sin embargo no se se suelen superar los 11°C .

En cuanto a la conectividad, existen dos alternativas para llegar a Puerto Williams: vía aérea y vía marina. La única línea aérea que realiza vuelos a esta ciudad corresponde a Aerolíneas DAP, la cual dispone de un vuelo diario de lunes a sábado, aterrizando el aeródromo Guardiamarina Zañartu ubicado a 1 kilómetro de Puerto Williams. Para llegar por vía marítima existe la embarcación Ferry Yaghan, la cual transporta carga y pasajeros. El Ferry sale desde Punta Arenas los días jueves y regresa los días sábado, teniendo una duración de viaje de 30 horas (Sernatur, 2018).



Fuente:Worldmeteo

Liceo Donald Mc Intyre Griffiths

Puerto Williams cuenta con un único establecimiento educacional, el Liceo Donald Mc Intyre Griffiths, el cual cuenta con kinder, educación básica y educación media y tiene alrededor de 450 alumnos en total.

El Liceo DMG se presenta como el centro neurálgico de Puerto Williams, pues es este establecimiento el lugar donde se realizan todos los eventos sociales y culturales de la localidad, tales como galas, premiaciones, votaciones y también es la sede de rendición de la Prueba de Selección Universitaria cada año (Universidad de Magallanes, 2016).



Fuente: Universidad de Magallanes

Un Liceo con dos enfoques: ambiental e intercultural

El plan educativo del Liceo se basa en dos ejes de forma transversal. Por un lado, **la educación científico-ambiental**, enfocada en promover la conservación del medioambiente natural y urbano, y por otro lado la **interculturalidad**, enfocada en la convivencia de culturas y diversidades (Ministerio de Educación, 2017).

Así lo confirma **Yanira Nanjari, profesora y Coordinadora Ambiental** del Liceo, cuyo apoyo resultó clave para la realización del presente proyecto. Yanira señala que:

“Esos dos ámbitos son el eje, el pilar del colegio. Están en el PEI del colegio, que es el Proyecto Educativo Institucional, y en el Programa de Mejoramiento Académico. Esas dos cosas son como el ADN del Liceo”.

“Como el plan educativo tiene la parte científico ambiental, el colegio tiene que tener estrategias para provocar conciencia ambiental en nuestros estudiantes. No es como que pueda quedar en el papel, sino que efectivamente y a lo largo de todo el año, se están realizando actividades en torno a este tema.”

(Yanira Nanjari, entrevista personal, 25 de febrero 2019).

Fundación Omora y la educación ambiental

La localidad de Puerto Williams corresponde a un foco de interés a nivel nacional e internacional, pues alberga diversos puntos de gran valor y atractivo cultural, biológico y turístico. Uno de ellos corresponde al Parque Etnobotánico Omora, que corresponde a una reserva natural y un lugar de conservación de la biodiversidad subantártica que presenta los bosques más australes del mundo. El Parque Omora es además un **centro de investigación, educación y conservación biocultural**, administrado por la Universidad de Magallanes y la Fundación Omora, co-administrado por el Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB Chile) en colaboración con la Universidad de North Texas (Universidad de Magallanes, 2016).

La **Fundación Omora**, desde el año 2000 ha sido un actor fundamental para la educación biológica y ambiental de esta localidad, pues desde sus inicios hasta el día de hoy ha mantenido de forma constante el **Taller Omora en el Liceo Donald Mc Intyre de Puerto Williams**, a través del cual se ha educado a más de diez generaciones de estudiantes de enseñanza básica y más de cinco generaciones de enseñanza media (Universidad de Magallanes, 2016).



Fuente: Universidad de Magallanes

Fab Lab Austral

Por qué se instaló un Fab Lab en Puerto Williams

Neil Gershenfeld, profesor del MIT y creador de Fab Lab, ha sido el principal promotor de la expansión de esta red de laboratorios de fabricación digital alrededor del mundo, con el fin de llegar a la mayor cantidad de lugares posible. Una reciente iniciativa por parte del profesor y su equipo, corresponde a la **creación de Fab Labs en lugares de condiciones particulares o extremas**, con el fin de prototipar el funcionamiento de estos laboratorios en todo tipo de contextos. A partir de esta iniciativa, se han elegido diversos lugares del mundo, tales como Bután y Ruanda, para llevar a cabo la construcción y desarrollo de estos espacios y **extremar las condiciones de alcance de esta red de laboratorios**. El proyecto más reciente de esta iniciativa corresponde a la creación del **Fab Lab más austral del mundo**, el cual encontró su sede en territorio chileno.

Se eligió la localidad de Puerto Williams como el lugar para desarrollar el proyecto, debido a su condición de insularidad y su particular ubicación al extremo sur del planeta, ofreciendo un espacio interesante de oportunidad como caso de estudio.

Se abren nuevas oportunidades

La construcción del Fab Lab Austral puede brindar grandes oportunidades para esta ciudad y su comunidad. El proyecto fue impulsado por la Escuela de Diseño de la Universidad Católica, en colaboración con el Massachusetts Institute of Technology (MIT) de Estados Unidos, la Universidad de Magallanes (UMAG), contando también con el apoyo del municipio local y de organizaciones comunitarias (Economía y Negocios, 2019). En enero de 2019 se llevó a cabo la inauguración del laboratorio, contando con la presencia de Neil Gershenfeld, Sherry Lassiter, la directora de Fab Foundation; Patricio Fernández, el alcalde de Cabo de Hornos; Pedro Bouchon, el vicerrector

de Investigación de la Universidad Católica; el vicerrector de la Universidad de Magallanes, Andrés Mancilla; y decenas de invitados de diferentes instituciones.

(...) el Fab Lab Austral promueve la capacidad de crear soluciones locales, en tiempo real y desarrolladas por su propia comunidad. Un aprendizaje que adelanta cómo sería la vida del hombre y la mujer en espacios aislados (en la tierra o fuera de ella), con una necesidad de autonomía para la creación y materialización de soluciones, al final de la cadena de suministros. (Diseño UC, 2019)

La distancia y la posición geográfica dejan de ser un factor determinante en cuanto a la accesibilidad que tiene Puerto Williams a ideas, productos y objetos, pues a través de las herramientas y maquinarias del laboratorio es posible fabricarlas localmente. Este laboratorio de fabricación digital se transforma en un **punto de conexión** entre este lugar geográficamente aislado con el resto del país y también lo conecta a nivel mundial. Vincula a la comunidad de Puerto Williams con los más de 1.300 talleres de fabricación existentes en los

cinco continentes, permitiendo compartir y crear conocimiento en una red global (La Tercera, 2019).

En la inauguración del Fab Lab, Gershenfeld expresó: “El impacto del Fab Lab Austral es directo: es ser capaz de elaborar aquí un producto en vez de esperar que este llegue en un barco”

Sumado a estas palabras, el académico de la escuela de Diseño UC y líder local del proyecto Fab Lab Austral, Tomás Vivanco, indicó en la inauguración:

“Internet es más rápido que el barco. Ya no descargo del barco, sino de la web, y lo fabrico acá”

(Economía y Negocios Online, 2019).



Fuente: Diseño UC

04-



PROBLEMÁTICAS Y OPORTUNIDADES

Problemáticas detectadas

Dentro de sus condiciones de insularidad y aislamiento geográfico, en esta ciudad se experimentan situaciones particulares en diversos ámbitos relacionados a la forma de vivir.

Residuos

Una de estas problemáticas corresponde al manejo de residuos de la localidad. Los desechos generados por los habitantes de Puerto Williams se dirigen a un único vertedero, el cual se encuentra ubicado a un kilómetro de distancia del sector Villa Ukika. El vertedero ocupa una superficie de 7,5 hectáreas y recibe cerca de **1.200 toneladas de basura** que generan los habitantes de Puerto Williams cada año (Prensa Antártica, 2011).

Este problema no sólo afecta en el sentido de la acumulación de basura dentro de la isla. También resulta preocupante para los habitantes de villa Ukika, el riesgo de contaminación del río Ukika debido a filtraciones de líquidos percolados que se generan en el vertedero.

Por otro lado, en villa Ukika viven cerca de 40 personas y cada vez que mejora el clima en época de primavera o verano y aparece el viento, se sienten olores sumamente desagradables (Prensa Antártica, 2011).

Escaso nivel de producción local de frutas y verduras

Una segunda situación que se vive en Puerto Williams es la escasa accesibilidad a alimentos frescos. Sus habitantes acceden a ellos a través de cuatro almacenes que son abastecidos semanalmente los días sábado. Las provisiones llegan en un ferry gracias a un proveedor general (La Tercera, 2017).

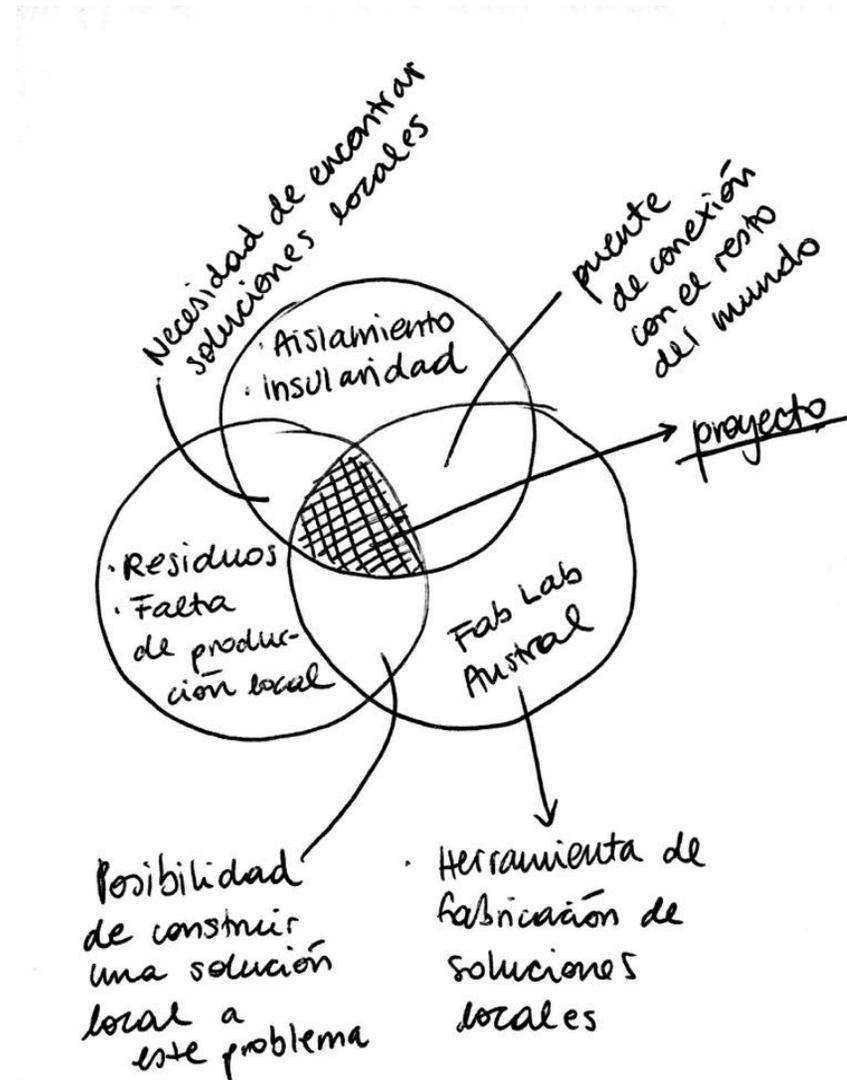
Los alimentos no perecibles no implican un problema mayor, ya que estos no se deterioran en el tiempo de transporte de dicha importación. Son las frutas y verduras los alimentos que sí presentan un empeoramiento evidente de su estado una vez que llegan a su destino. Las frutas y hortalizas que consumen los habitantes de Puerto Williams se encuentran en **condiciones defectuosas**, debido a los miles de kilómetros que recorren para llegar al puerto. Además de las malas condiciones de los productos, los **precios** que se cobran por ellos son **exageradamente altos** (Magallanews, 2017).

Oportunidades

En virtud del carácter insular y de aislamiento geográfico de Puerto Williams, resulta imprescindible la creación de **sistemas locales** que den solución a las condiciones actuales que son mejorables, sistemas que en términos de **circULARIDAD** estén destinados a mejorar la calidad de vida de la comunidad, que además promuevan la autonomía de la localidad y su gente.

Es aquí donde el **Fab Lab Austral** aparece como un agente fundamental y facilitador de herramientas para desarrollar ideas y soluciones locales que contribuyan con el mejoramiento de las situaciones que hoy no son abordadas de manera beneficiosa.

A partir de lo anterior, se comienza a indagar en estas dos problemáticas, es decir, en la **falta de una gestión en torno a los residuos**, poniendo foco en los **residuos orgánicos**, y en el **escaso nivel de producción de vegetales a nivel local**. Se toma al Fab Lab Austral como una oportunidad para generar una propuesta de diseño que pueda ser un aporte para la comunidad.



05-



LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN EN TERRENO

Primer viaje a terreno

En febrero de 2019 se realizó el primer viaje a la ciudad de Puerto Williams. Los principales objetivos que se propusieron son:

- 1 Conocer en primera persona el lugar y entorno con el cual se va a trabajar.
- 2 Identificar lugares y espacios clave, que serán necesarios para desarrollar e implementar el proyecto.
- 3 Recopilar información de primera fuente a través de reuniones con personas clave.
- 4 Dar a conocer las ideas en torno al proyecto, su propósito, alcances, evaluar la factibilidad y posibilidades de ejecución del proyecto.



Fotografías propias

Identificación de lugares clave

Liceo Donald Mc Intyre Griffiths



Se recorrió el Liceo desde fuera, pudiendo conocer las dimensiones del establecimiento y de sus salas de clases. Se identificó la presencia de un invernadero en el patio trasero del Liceo.



Personas clave

Fab Lab Austral



La Municipalidad



Christian Cormack

Encargado Administrativo del Fab Lab Austral y jefe DAEM

Christian Cormack es el **Encargado Administrativo del Fab Lab Austral** y el jefe del **Departamento de Administración de Educación Municipal** de la Ilustre Municipalidad de Cabo de Hornos. Este cargo consiste en administrar el servicio de educación en la comuna, de acuerdo a las directrices y políticas del Ministerio de Educación, teniendo a cargo los establecimientos educacionales de la Comuna, siendo en este caso el Liceo Donald Mc Intyre Griffiths el único establecimiento educacional. Como Encargado Administrativo del Fab Lab, su principal tarea es asegurar el aunamiento del laboratorio con instancias de aprendizaje y desarrollo para el Liceo DMG. Christian también mostró interés en el proyecto y ofreció su apoyo en todo lo que se llegara a necesitar, ya sea información, materiales, contactos, etc.



Yanira Nanjari

Profesora y Coordinadora Ambiental Liceo DMG

En esta visita fue clave conocer a Yanira Nanjari, quien vive en Puerto Williams y forma parte del equipo docente del Liceo Donald Mc Intyre Griffiths como **profesora** de Religión y Biología, además de tener el cargo de **Coordinadora Ambiental** del establecimiento. Se pudo planificar una reunión con ella, quien demostró interés en las ideas en torno al proyecto, pudiendo conversar acerca de la realidad que se vive en este lugar y las problemáticas actuales relacionadas al medioambiente. A través de Yanira se pudo conocer de primera fuente el enfoque ecológico que tiene el Liceo y las medidas concretas que existen en torno a transmitir a los alumnos una responsabilidad y conciencia en temas ambientales a través de la educación.

Se le presentaron las ideas centrales del proyecto y la idea de trabajar con compost y cultivo. Yanira mostró un gran interés en torno al proyecto y lo consideró como un potencial aporte a la educación ambiental para los niños del Liceo.

“Súper bueno, porque yo tenía varias ideas para trabajar con los niños, y tú quieres trabajar con esas mismas ideas. Un proyecto como el que me cuentas va a tener buena recepción, porque calza con nuestro plan educativo.”
(Yanira Nanjari, entrevista personal, 25 de febrero 2019)

Se le consultó a Yanira en cuanto al invernadero del Liceo y su uso, a lo que ella comentó que este se encuentra vacío y que hace mucho tiempo que no es usado. La profesora comentó su interés por trabajar en el invernadero, darle vida y por ello se encontraba armando una estrategia de trabajo en este espacio. Un único alcance es que las actividades de cultivo en el Liceo deben comenzarse el segundo semestre. Esto se debe a que las condiciones climáticas de los meses de invierno dificultan este proceso. De todas maneras, Yanira confirma la posibilidad de cultivar en estas condiciones. “Uno podría pensar que acá no crece nunca nada, pero uno se sorprende. Hemos hecho visitas a distintas casas, y tienen todas sus plantas afuera, incluso grosellas, y también plantaciones de diferentes cosas en invernaderos”.



La profesora reconoce que el principal problema para hacer huertos es la tierra. “La gente compra tierra o va a buscarla al bosque y saca la primera capa, acá no hay buena tierra” explica.

Dentro de sus planes para el año escolar, también estaba planificando trabajar con los residuos orgánicos, aprovechando de incentivar a los niños para que traigan comida saludable como colación, que traigan más frutas y menos golosinas. De esa manera, se puede juntar material orgánico para hacer compost o vermicompost.

Miguel Troncoso

Profesor Liceo DMG por Fundación Omora y Universidad de Magallanes.

Miguel Troncoso dicta clases en el Liceo Donald Mc Intyre Griffiths desde el año 2017 y es el **encargado de Educación** de Puerto Williams, dentro del **Programa de Conservación Biocultural Subantártica de la Fundación Omora y la Universidad de Magallanes**.

Como se mencionó anteriormente, los talleres de la Fundación Omora han formado parte del plan educativo del Liceo desde hace casi dos décadas. Los **Talleres Omora** se insertan en la malla curricular de los estudiantes como talleres de libre elección, pues se presentan como una de las diversas opciones que tienen los estudiantes dentro de un horario establecido.

Los cursos de Omora que se dictan hoy en día en el Liceo son: “Apresto científico” para los niños de 1° a 4° básico, el “Taller Omora del Medio Ambiente” para los niños de 5° a 8° básico, y “Omora de investigación” para los estudiantes de 5° básico a 4° medio.

Miguel es actualmente el profesor de la clase “Apresto científico” la cual se desarrolla los días lunes en dos horarios. En el horario de la mañana, de 11:30 a 13:00 corresponde a la clase para los niños de 1° y 2° básico, y en el horario de la tarde, de 14:30 a 16:00 para los niños de 3° y 4° básico. Cada grupo está conformado por entre 10 y 12 alumnos. En este curso se ve materia relacionada a las ciencias naturales, el mundo vegetal, el ecosistema, el cuidado del medio ambiente y las problemáticas ambientales actuales.

Miguel mostró un gran interés en torno al proyecto y ofreció la posibilidad de insertarlo dentro del taller **“Apresto Científico”**.



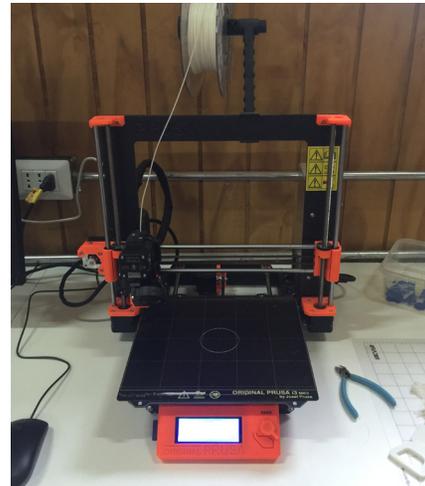
Visita al interior del Fab Lab Austral

En el momento de esta primera visita a Puerto Williams, el Fab Lab pese a que ya había sido inaugurado, aún no se encontraba operativo ni abierto para la comunidad. Esto se debió a que aún faltaba el proceso de contratar al personal que quedaría a cargo del laboratorio y capacitarlo a para entregarles las competencias para el correcto manejo de cada una de las maquinarias, con el fin de que ellos puedan enseñar a la comunidad a hacer uso del Fab Lab y sus herramientas.

De igual manera, fue posible ingresar al Fab Lab gracias a Christian, pudiendo conocer el interior del laboratorio y su equipamiento. Se conocieron las dimensiones de cada máquina, la disposición de ellas en el espacio y la disponibilidad de materiales e insumos.

El Fab Lab Austral está ubicado en la ex capilla, la cual se encontraba en estado de abandono desde hace un par de años, dando entonces un nuevo uso a esta construcción. El laboratorio está completamente equipado con maquinaria, insumos y materiales para trabajar. Entre sus equipos se encuentra una máquina de corte láser, tres impresoras 3D de

diferentes modelos, una router CNC industrial, una router CNC de precisión, una máquina de bordado digital, una impresora de plotter, entre otras. El laboratorio además cuenta con decenas de filamentos para las impresoras 3D, diversos tipos de papeles, planchas de materiales sólidos de distintos tipos, espesores y tamaños, cientos de piezas para trabajos de electrónica, etc.



Conclusiones primer viaje a terreno

De esta primera visita al lugar donde se llevará a cabo el proyecto, se sacaron diversas conclusiones que apuntan a que Puerto Williams es un contexto propicio para su implementación.

- 1 El Liceo Donald Mc Intyre Griffiths corresponde a una institución enfocada en la responsabilidad ambiental, siendo uno de los principales ejes de la enseñanza que se imparte, por lo cual sería adecuado trabajar con los niños los temas de compostaje y cultivo en huertos.
- 2 Existe un interés por parte de docentes del Liceo hacia un proyecto con estas características, contando con el apoyo de Miguel, Yanira y Christian. Para la realización del proyecto, resulta fundamental contar con el apoyo de residentes de Puerto Williams, más aún con personas que desempeñan cargos importantes en el ámbito de la educación. Por lo tanto, las conexiones que se generaron con estas personas son un pilar para enfocar correctamente el proyecto y posibilitar su ejecución. Además, demostraron una disposición a colaborar con el proyecto en todo lo que sea necesario.

- 3 El Fab Lab Austral se presenta como un lugar disponible y propicio para fabricar un artefacto físico que soporte las prácticas de compostaje y cultivo. El laboratorio cuenta con las maquinarias necesarias para replicar un diseño que sea diseñado y prototipado en Santiago.

Consideraciones importantes

Se establecen también los aspectos a considerar para continuar con el proyecto, aspectos que serán fundamentales a la hora de diseñar y organizar los tiempos de trabajo durante el semestre:

- Es clave mantener la comunicación con las personas que se presentaron como aliados del proyecto. De esta manera, se podrá estar al tanto del desarrollo del semestre en el Liceo, de igual manera mantener a estas personas al tanto de los avances que se vayan generando progresivamente en torno al proyecto a lo largo del semestre.

- Planificar con anticipación el segundo viaje a terreno, estableciendo con los profesores Miguel y Yanira una fecha para la actividad con los niños destinada a insertar el proyecto en la comunidad escolar. De igual manera, se debe planificar la clase con anterioridad y siempre considerando la aprobación y aporte de los docentes del Liceo.
- Se debe considerar que, de acuerdo a lo conversado con Yanira, las actividades de cultivo no pueden ser realizadas durante el primer semestre, debido a las dificultades que implican las bajas temperaturas.
- La gestión de materiales para la fabricación del artefacto en el Fab Lab debe ser realizada con anticipación con el Encargado Administrativo, pues todo material que no se encuentre disponible en la ferretería de Puerto Williams debe ser importado desde Punta Arenas. La solicitud de materiales debe efectuarse con dos semanas de anticipación, previas a la fabricación in situ del artefacto.



06-



PLANTEAMIENTO

Oportunidad de diseño

Para una localidad insular y geográficamente aislada, como lo es Puerto Williams, resulta fundamental **incentivar prácticas de reciclaje y autosustentación**. Mediante el reciclaje de los residuos orgánicos se evita que estos se dirijan al vertedero junto al resto de los residuos sólidos. Mediante el cultivo de frutas, verduras y hortalizas, es posible hacer frente a la dependencia que se tiene hacia el exterior para poder acceder a este tipo de alimentos. Si se incentiva el aprendizaje y la posibilidad de generar los propios alimentos, se abren nuevas oportunidades para la comunidad, de mayor autosustentación e independencia.

Al igual que los productos alimenticios, la accesibilidad a todo tipo de productos se ve dificultada por la ubicación geográfica de Puerto Williams. Por lo tanto, también se ve afectado el

acceso a elementos educativos. Es en este aspecto, donde el **Fab Lab Austral** se presenta **como un generador local de artefactos dirigidos al aprendizaje y educación de los niños**.

Poniendo el foco en el Liceo Donald Mc Intyre y con el objetivo de transmitir a los niños nuevos hábitos dirigidos hacia una mayor responsabilidad medioambiental, se propone un sistema que permita mediante la práctica, la **reutilización de residuos orgánicos a través del vermicompostaje** y el **cultivo de vegetales y hortalizas**.

Dicho sistema debe contemplar un **artefacto físico**, el cual se diseña bajo los métodos de la fabricación digital para ser fabricado en el Fab Lab Austral, quedando además disponible para la comunidad para ser replicado. Este artefacto, además de incentivar las prácticas de reciclaje

y autosustentación, **acerca a los niños hacia el mundo de la fabricación digital** y pueden comenzar a comprender todas las posibilidades de creación que ofrece un Fab Lab.

Además del artefacto físico, resulta fundamental que este se encuentre **inserto en un contexto de educación ambiental**, que genere en los niños la inquietud de tomar acción frente a las problemáticas actuales del medioambiente.

El artefacto se presenta como una herramienta de apoyo a las prácticas de permacultura para que los niños incorporen estos aprendizajes mediante la experiencia vivencial.

Formulación del proyecto

QUÉ

Huerto-vermicompostera como herramienta de concientización y aprendizaje medioambiental para los estudiantes del Liceo Donald McIntyre de Puerto Williams, desarrollado a través de los métodos de la fabricación digital.

POR QUÉ

Porque hoy vivimos en un contexto en el cual la situación medioambiental es alarmante y resulta fundamental generar un cambio de conciencia en las personas desde edades tempranas e incentivarlas a que tomen acción a través de prácticas sustentables. Puntualmente, Puerto Williams, al ser una localidad insular y geográficamente aislada tiene menor grado de acceso a productos y soluciones.

PARA QUÉ

Para incentivar prácticas de responsabilidad medioambiental y autosustentación en los estudiantes de Puerto Williams, tales como la reutilización de residuos orgánicos y el cultivo de vegetales, y así reducir el impacto ambiental. Además, el proyecto se presenta como una instancia para que la comunidad conozca las posibilidades que ofrece el Fab Lab Austral como puente de conexión con el mundo y como generador de soluciones locales.

Objetivos

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un huerto-vermicompostera como herramienta de apoyo al aprendizaje y concientización medioambiental a través de las prácticas de vermicompostaje y cultivo, desarrollado a través de los métodos de fabricación digital.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Diseñar un artefacto físico que permita efectuar un proceso de vermicompostaje.



Medible a través de datos cualitativos y cuantitativos de un ejemplar fabricado del artefacto.

Diseñar un artefacto físico que permita el cultivo de plantas y hortalizas.



Medible a través de datos cualitativos y cuantitativos de un ejemplar fabricado del artefacto.

Elaborar un diseño replicable a través de las herramientas que ofrece la fabricación digital.



Medible a través de la reproducción in situ del artefacto en el Fab Lab.

Plantear un plan de actividad dirigido a enseñar a los niños el uso y mantenimiento de los componentes del artefacto.



Medible a través de la tasa de niños capacitados para la utilización de este sistema.

Usuario

Se identifican dos grupos de usuarios, quienes interactúan con el sistema de maneras diferentes.

1

Niños y niñas escolares que cursan educación básica. El rango etario de este grupo de usuarios va entre los 7 y los 12 años. Los niños y niñas interactúan con el artefacto de forma directa, pero acceden a él de forma indirecta, es decir, a través de un profesor o profesora que realiza la iniciativa de incorporar esta instancia educativa a sus clases. Estos usuarios son los que reciben la información dada por el docente a través de una o varias instancias de aprendizaje y ejecutan las acciones necesarias para darle el uso al artefacto físico mediante las prácticas de vermicompostaje y cultivo de hortalizas. Este grupo de usuario tiene un rol fundamental para el funcionamiento del sistema a lo largo del tiempo y son quienes reciben fundamentalmente los aprendizajes.

2

Profesores y profesoras de asignaturas tales como Biología, Ecología, Ciencias Naturales o similares. De igual manera, pueden ser docentes de alguna otra asignatura relacionada a educación tecnológica, aplicando la actividad en su sentido de fabricación digital. Este grupo de usuario tiene un rol activo y directo en la incorporación de esta instancia en su plan educativo, como también lo tiene en la enseñanza. Es el docente quien crea el contexto de los temas de responsabilidad ambiental para luego trabajar directamente con el artefacto. El profesor es quien acompaña al niño en el proceso de interacción constante con la vermicompostera y los cultivos.

07-



ESTADO
DEL ARTE

Antecedentes

Proyecto Emaa

Emaa (Eco Modelo Agroalimentario) es un proyecto de capacitación para la comunidad de Puerto Williams, en el que a través de charlas y talleres se enseña a hacer compost, huertos, mejoramiento de suelo, sistemas de riego, construcción de invernaderos, entre otros temas agroalimentarios regenerativos. El proyecto surgió a partir de una inquietud de Patricia Soto, directora de Emaa, en torno a la escasez de productos frescos en la localidad, a partir de lo cual comenzó a indagar en cómo dar una solución a este problema desde la permacultura. El propósito del proyecto corresponde a capacitar a la comunidad para que puedan producir alimentos a escala familiar y semi industrial.

Este proyecto se concretó gracias a la adjudicación de fondos por parte del Programa de Innovación Social de CORFO Magallanes, y se materializó en un taller gratuito de seis días que tuvo lugar en marzo de 2019. Una veintena de habitantes de la localidad recibieron clases teóricas y prácticas, impartidas por un equipo multidisciplinario de especialistas en permacultura, turismo y arquitectura. La parte práctica del proyecto se llevó a cabo en el Invernadero Municipal, donde se continúa trabajando hasta el día de hoy.



Lombriclaje

Lombriclaje es un emprendimiento chileno dirigido a fomentar la práctica de vermicompostaje. Los agrónomos creadores de este emprendimiento, Felipe y Maritza, frente a una inquietud al observar la cantidad de residuos orgánicos que se dirigen a la basura, deciden tomar acción y comienzan a fabricar sus propias vermicomposteras. Hoy, Lombriclaje pone a la venta tres diferentes diseños de vermicompostera. Todos sus diseños están compuestos por tres cajones destinados a los residuos orgánicos y las lombrices, y un nivel inferior en el cual se acumulan los lixiviados. Lo que varía en sus tres diseños son el tamaño del artefacto y el tamaño de los cajones. La más pequeña, la vermini, mide 30x33x58 centímetros. La lombricera mediana, la vermiclásica, tiene medidas de 40x44x60 centímetros. La más grande, la vermaxi, mide 60x40x80 cm.

Los emprendedores, además de vender estas vermicomposteras ofrecen despacho a domicilio que incluye una clase de capacitación a quienes las adquieren. En estas capacitaciones, ellos enseñan a los nuevos usuarios paso a paso el modo de utilización de las vermicomposteras, cómo organizar correctamente los residuos orgánicos,

cómo mantener y monitorear el proceso. Además, incluyen un núcleo de lombrices californianas para cada artefacto vendido. Hasta el minuto, son más de 300 familias las que han adquirido una de sus vermicomposteras a lo largo de todo Chile. Sumado a la venta de estas vermicomposteras, los emprendedores de Lombriclaje han ampliado su proyecto y comenzaron a realizar talleres gratuitos en diferentes contextos, tales como en jardines infantiles y municipalidades de comunas de Santiago.

Se tuvo la oportunidad de conocer a los creadores de Lombriclaje, quienes tuvieron la mejor disposición de mostrar su taller, su hogar, sus diseños y compartir el conocimiento que manejan en torno al vermicompostaje y todo lo que esta práctica significa. Se puede ver en ellos el compromiso con aportar al cuidado del medioambiente, reducir las cantidades de basura que se generan en los hogares y además compartir su experiencia y conocimiento con todo aquel que quiera vermicompostar.



Invernaderos Metalcom

Proyecto desarrollado por el Instituto de Desarrollo Agropecuario (Indap) y el Gobierno Regional Metropolitano de Santiago (Gore), dirigido a la construcción de invernaderos en la Región de Magallanes, con el fin de apoyar a agricultores de las localidades a producir cultivos de frutas y verduras. El proyecto inició en el año 2017 e involucra la construcción de 58 invernaderos a lo largo de la región, sumando una superficie total de 10 mil metros cuadrados destinados a la producción agrícola (Indap, 2017).

La tecnología Metalcom consiste en un sistema constructivo compuesto por una estructura de acero galvanizado de bajo espesor y de alta resistencia, cubierta por planchas de policarbonato alveolar. Estos invernaderos y su materialidad están diseñados para proteger a los cultivos del frío y los vientos propios de la zona (Corporación de Desarrollo Tecnológico, 2017).

A través de este proyecto, algunos agricultores de la localidad de Puerto Williams ya han logrado cultivos exitosos de diversos vegetales, tales como lechuga, choclo, papas, cilantro, entre varios otros (Economía y Negocios, 2017).



Fuente: Indap

Referentes

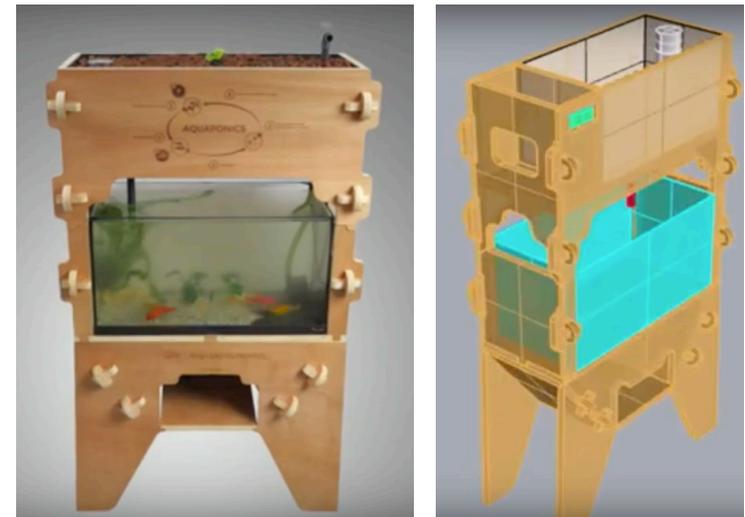
Open Source Beehive

Estructura de colmena de abejas construida a través de los métodos de fabricación digital, específicamente con la máquina router CNC. La estructura está compuesta únicamente por piezas planares y se ensambla mediante encajes. Esta propuesta ayuda a visualizar el presente proyecto y sirve de inspiración en su lógica de fabricación y de construcción.



Aquapioneers

Proyecto de estudiantes del Fab Academy en el Green Fab Lab de Barcelona que combina las prácticas de acuaponía y fabricación digital, proponiendo un sistema circular en el cual conviven peces y plantas en el mismo ecosistema, en el cual ambos se aportan recíprocamente. Este proyecto es de código abierto y está disponible para la comunidad, ofreciendo diferentes tamaños del artefacto para que el usuario eleija el formato más conveniente. Este artefacto también está construido en sus piezas estructurales a través de router CNC, y utiliza combina las piezas de madera con otros materiales, tales como vidrio y sistemas electrónicos.



Levantamiento de información

Vermicompostaje

El vermicompostaje es una técnica que consiste en la utilización de lombrices para la obtención de compost a partir de restos de materia orgánica. Las lombrices se mueven a través del sustrato, aireando así el medio y otorgándole una textura esponjosa. Las lombrices se alimentan de las partículas orgánicas existentes en el sustrato, las digieren y las expulsan en forma de humus de lombriz, una sustancia rica en nutrientes y que consiste en un abono natural para cultivos. El tipo de lombriz que más se utiliza en los sistemas de vermicompostaje corresponde a la lombriz roja californiana que es la *Eisenia foetida*, la cual puede llegar a comer hasta el 90% de su propio peso por día, tiene una gran adaptación a diversos climas y una rápida tasa de reproducción (Manual de vermicompostaje Vermican, 2019).



Fuente: Lombriclaje

Beneficios del vermicompostaje

La Asociación Grama, asociación ecologista dedicada a la protección ambiental de la Comunidad de Madrid, establece en su manual de vermicompostaje los múltiples beneficios que implica esta técnica, entre los cuales se encuentran:

- Producir de un humus de alta calidad, con una estructura migajosa muy estable, el cual resulta altamente ventajoso frente a otro tipo de abonos orgánicos, ya que tiene una alta riqueza en enzimas y microorganismos que estimulan el crecimiento de las plantas y restauran el equilibrio entre la tierra y los vegetales.
- Producir un abono natural para las plantas y cultivos de forma ecológica y a un bajo costo.
- Reducir la cantidad de materia orgánica que se dirige al vertedero.
- Enriquecer el suelo a través del humus de lombriz, debido a su acción de aireación y potenciación de los minerales propios de la tierra.

- Producir, junto con el compostaje, un ahorro significativo en el transporte y gestión de los residuos a nivel municipal.
- Concientizar y educar a la ciudadanía a la hora de fomentar la separación y reciclaje de los residuos en los hogares.
- Ser una técnica que puede llevarse a cabo en espacios reducidos.

“Con el vermicompostaje se pueden reducir hasta en un 60% de los residuos orgánicos generados en el hogar. Si tenemos en cuenta que la materia orgánica está presente en nuestra bolsa de basura en torno al 40%, entonces mediante el vermicompostaje se puede reducir un 24% del total de la bolsa de basura.”

(Manual de vermicompostaje Vermican, 2019)

Clasificación de restos orgánicos: material seco y material fresco

Para poder llevar a cabo un buen proceso de vermicompostaje, resulta fundamental tener un manejo en cuanto a los dos tipos de residuos orgánicos necesarios para efectuar el proceso de la mejor manera. Para lograr un equilibrio en el lecho de las lombrices, se debe considerar una proporción de 2:1, de material seco y material fresco, respectivamente. Para esto, lo más importante es saber diferenciar entre ambos tipos de material y separarlos.

Material seco: hojas secas, ramas secas, paja, papel y cartón humedecido, servilletas, cáscara de huevo triturada, fibra de coco, tierra de hoja, mate, bolsas de té, residuos del café en grano molido, estiércol de animales herbívoros (vaca, oveja, caballo).

Material fresco: cáscaras, trozos y hojas de frutas y verduras crudas.

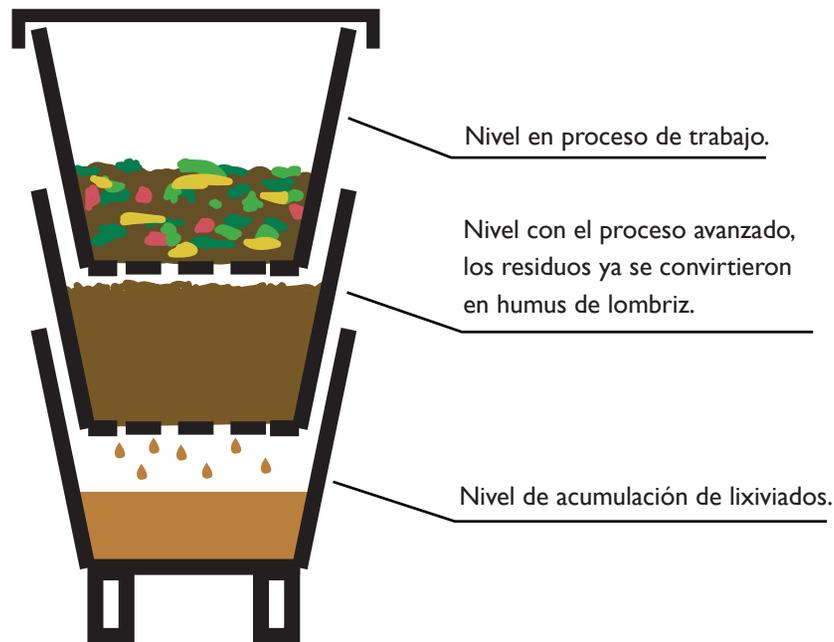
Lixiviados

En el proceso de vermicompostaje los residuos orgánicos frescos se descomponen. Cuando la célula vegetal se descompone, esta se rompe liberando partículas de agua, a partir de lo cual se generan los lixiviados, también llamado humus líquido. Esta sustancia líquida es un también un fertilizante natural ideal para cultivos, gracias a su riqueza en nutrientes: Nitrógeno, Fósforo y Potasio. Para usar los lixiviados como riego, debido a su alta concentración, debe ser diluido en agua en la proporción de 1:10 (una parte de lixiviados en diez partes de agua). Dado lo anterior, es altamente recomendable acumular estos líquidos en un nivel inferior a todas las composteras para que puedan ser usados posteriormente para regar los cultivos.



La vermicompostera

Una vermicompostera funcional debe estar constituida por al menos dos niveles de trabajo de residuos y un nivel destinado a la acumulación de lixiviados. Se debe comenzar incorporando materia orgánica en un cajón, y una vez que este llegue a su capacidad máxima se continúa con el siguiente. Los niveles deben estar comunicados entre sí a través de agujeros, permitiendo la migración de las lombrices entre un cajón y otro, permitiendo también el flujo de los líquidos percolados que resultan del proceso de descomposición.



Cómo hacer vermicompostaje

A partir de la oportunidad de conversar con los creadores de Lombriclaje y la información que contiene su Manual de Usuario, facilitado por ellos para el proyecto, se establecen los pasos a seguir para comenzar con el proceso.

1 Preparar el material orgánico fresco

Previo a comenzar con la utilización de la vermicompostera, es necesario preparar los residuos orgánicos a través de un proceso de precompostaje, llevado a cabo por dos semanas. Para precompostar, se deben cortar los residuos en pedazos pequeños y dejarlos en un recipiente durante ese tiempo. El recipiente debe permitir la aireación hacia su interior a través de agujeros, o una malla. El precompostaje es fundamental, ya que así se facilita la acción digestiva de las lombrices.

2 Preparar el lecho

Una vez terminado el precompostaje, se puede proceder a trabajar con el vermicompostaje. Se debe trabajar un cajón a la vez, y se recomienda comenzar con el nivel superior. Se prepara una capa inicial o “cama” de material orgánico seco en la base del cajón, de 5 a 7 cm. de espesor.

3 Incorporar el núcleo de lombrices

Es preferible comenzar con un núcleo de lombrices que venga dentro un sustrato, el cual puede ser tierra de hoja, humus de lombriz o fibra de coco. Cuando las lombrices vienen insertas en este núcleo y se incorporan a la vermicompostera junto con su sustrato de cría, las lombrices se pueden adaptar de mejor manera al medio.

4 Incorporar los desechos orgánicos

Luego se pueden comenzar a incorporar los residuos orgánicos. Lo más importante es mantener una proporción constante de 2:1, dos partes de material orgánico seco y una parte de material orgánico fresco. Esta proporción puede ser dada mediante la creación de capas, incorporando de forma intercalada las capas de material seco y de material orgánico. También se puede dar esta proporción incorporando una mezcla de ambos tipos de material, respetando esas cantidades. Se sugiere incorporar residuos orgánicos dos veces por semana, hasta que se complete el espacio disponible en el cajón.

5 Siguiendo cajón

Una vez completado el espacio del cajón superior, se debe intercambiar de lugar con el cajón que se encuentra debajo para que el cajón vacío ocupe el nivel superior, con el fin de que se pueda trabajar más fácilmente en él. Se vuelve a repetir el procedimiento de preparación e incorporación de elementos orgánicos. En el cajón que ya se completó, al suspender la entrada de nuevos residuos orgánicos y suspender la humidificación, las lombrices no tendrán más alimento y tenderán a migrar naturalmente hacia el nuevo cajón con alimento disponible para ellas. Si se dispone de tres o más cajones, se repite el procedimiento con el siguiente. Siempre se debe poner debajo el cajón que ya se encuentra lleno de contenido orgánico y lombrices, dejando en el nivel superior al cajón que se está trabajando.

6 Monitoreo del proceso

Cuando todos los cajones se encuentran llenos, hay que dejar que las lombrices realicen la transformación de los elementos orgánicos en humus. Es importante que el proceso sea

monitoreado, revisar su progreso y estar atento a las señales que indican que existe algún problema que debe ser resuelto (revisar tabla de cuidados).

7 Cosecha del humus

El tiempo que tardarán las lombrices en convertir todo el material orgánico de un cajón en humus será variable, dependiendo de las condiciones climáticas, las dimensiones de los cajones, entre otros factores. En verano, las lombrices tardan dos meses aproximadamente en completar el proceso. En el invierno el proceso toma más tiempo, pudiendo completarse en tres o cuatro meses. De todas maneras, el momento adecuado para cosechar el humus se evidencia a través de la observación. Cuando el material presenta un tono oscuro y uniforme, similar al color de la tierra húmeda, es momento de cosechar. El humus debe ser retirado del cajón e incorporado a otro recipiente, y se deja reposar por dos semanas para que pierda humedad. Una vez que se siente suave al tacto y más seco, significa que está listo para ser usado como abono.

Cuidados de la vermicompostera

Señal	Causa	Solución
Mal olor	Proceso anaeróbico. Exceso de humedad y falta de oxígeno.	Remover a mezcla para airearla. Se puede agregar cartón, papel o aserrín.
No ocurre la descomposición	Falta de humedad.	Agregar más restos orgánicos frescos. Rociar agua al contenido de manera uniforme.
Presencia de mosquitos	Restos de frutas y verduras están expuestos.	Tapar los restos con una capa de 2 centímetros de aserrín, cartón o papel.
Presencia de hormigas	El lecho está seco.	Regar de manera uniforme y lenta.
Fuga de lombrices	Exceso de calor, falta de aireación.	Incorporar residuos secos.

Fuente: Manual de usuario Lombriclaje

Alimentos no permitidos

Los siguientes alimentos no pueden ser incorporados en una vermicompostera, debido a que no son digeridos por las lombrices.

- Alimentos de origen animal (carnes y lácteos)
- Cítricos (limones, naranjas, pomelo y similares)
- Picantes, ají, cebollas y cebollines
- Ensaladas aliñadas
- Estiércol de animales domésticos

El humus de lombriz en los cultivos

El humus de lombriz es capaz de mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas de los suelos. Entrando en detalle en torno a los beneficios que trae la aplicación de este abono natural a la tierra, cabe señalar lo que aporta en cada ámbito.

Propiedades químicas

- Potencia los cultivos al incorporar a la rizófera nutrientes en forma inmediatamente asimilables.
- Incrementa la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo y Azufre.
- Incrementa la eficiencia de fertilización, de forma particular del el Nitrógeno.
- Estabiliza la reacción del suelo.
- Inactiva los residuos de plaguicidas gracias a su capacidad de absorción.
- Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias patógenas.

Propiedades físicas

- Mejora la estructura, dando menor densidad a los suelos pesados y compactos.
- Aumenta la unión de las partículas en suelos arenosos.
- Mejora la permeabilidad y aireación.
- Reduce la erosión del suelo.
- Incrementa la retención de humedad.

Propiedades biológicas

- Estimula la bioactividad, ya que posee microorganismos benéficos que consisten en un medio antagónico para algunos patógenos.
- Neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas e insecticidas.
- Solubiliza elementos nutritivos, poniéndolos a disposición de las plantas gracias a la presencia de enzimas que permiten las reacciones bioquímicas.
- Incentiva la actividad microbiana, ya que consiste en una fuente de energía.

Aplicaciones del humus de lombriz

- Macetas: Una parte de humus por cada cuatro de tierra, regando moderadamente al colocarlo. Agregar dos cucharadas por mes.
- Plantas aromáticas: Dos partes de humus por cada tres de tierra, regar posteriormente.
- Plantas frutales: Entre 2 y 3 dm³ mensualmente.
- Hortalizas: Una cucharada por planta, repetir de 2 a 4 veces en cada ciclo de cultivo.
- Rosales: 1,5 dm³ por planta.
- Césped: 1,5 dm³ por metro cuadrado, recomendable en otoño y primavera.

Valores de utilización de humus

Especie	Dosis de humus de lombriz
Legumbres	60-100 gr/planta
Cebolla	60-80 gr/planta
Espinaca	450 gr/m ²
Pepino	70/80 gr/planta
Pimientos	90-100 gr/planta
Tomate	80-100 gr/planta
Frutillas	150 gr/planta
Flores	200 gr/planta
Arbustos	250 gr.
Cítricos	1/2 kg
Manzano, peral	1 kg c/3 meses
Horticultura invernaderos	Al 20% (1:5)

Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, Municipio Capital de La Rioja (2002): Lombricultura, una alternativa de producción.

Entrevistas a Patricia Soto Gutiérrez de Proyecto Emaa

A partir de que el Proyecto Emaa es un proyecto enfocado en Puerto Williams y dirigido a fomentar las prácticas de permacultura en su comunidad, se consideró fundamental generar instancias de conversación con su directora Patricia Soto. Con una gran disposición a orientar y compartir sus conocimientos, se conversó con la directora de Emaa en varias ocasiones vía telefónica, y se presentó la oportunidad de una reunión presencial, en la cual se le presentó el prototipo. Se le compartieron las ideas centrales del proyecto y se pudieron aclarar diversas dudas en cuanto a los procesos de compostaje y cultivo en el contexto específico de Puerto Williams.

Lo primero que se conversó fue el tema de la **factibilidad de un proceso de vermicompostaje en un lugar con tales características climáticas**, lo cual confirmó positivamente mencionando “Está el mito de que una lombricera no puede prosperar en Williams debido al clima frío. Pero nosotros encontramos allá unas lombrices fantásticas, lombrices grises y coloradas (...) Uno de los de Emaa experimentó

poniéndolas con alimento y las lombrices están funcionando perfecto.” (entrevista telefónica, 20 de marzo 2019). Destacó que ellas pueden hacer un buen trabajo, siempre y cuando estén las condiciones adecuadas. “Ya poniendo un plástico encima, estás generando las condiciones. El plástico mantiene la humedad, la temperatura, y la oscuridad”, aclara.

Por otro lado, valoró positivamente la propuesta del proyecto en su eje educativo, expresando que “**para los niños de Williams podría ser alucinante una lombricera**, cuando vean cómo las lombrices comen y engordan, y que con esto están reciclando esto sea un proceso de reciclaje. Tiene un factor educativo súper interesante de relacionar con otros sistemas y con la vida.” (entrevista telefónica, 1 de abril 2019). También destacó la creación del artefacto como un sistema integrado, comentando que “para los cultivos, por ejemplo, se necesita Nitrógeno, y ese lo obtienes desde el producto del vermicompostaje. **Se forma un circuito virtuoso**. Hay un nexo directo entre ambos componentes, una sinergia entre la



lombricera y los huertos.”

Patricia comentó acerca de la importancia del lugar de instalación de un artefacto con estas características, rescatando como un lugar adecuado dentro del invernadero del Liceo. “Las plantas necesitan ciertas condiciones. Que reciba ciertas horas de luz y de oscuridad, que no esté expuesta al viento, porque este deshidrata.” (entrevista telefónica, 1 de abril 2019).

- * Es a través de Patricia Soto que se consigue el contacto para adquirir las lombrices en Puerto Williams.

Entrevista a Carlos Soto Anguita de Proyecto Emaa

Carlos Soto es el coordinador local del Proyecto Emaa, teniendo un rol fundamental como nexo constante entre los directores del proyecto y la agrupación de participantes que se conformó en Puerto Williams. Se tuvo la oportunidad de organizar con él una reunión, con la finalidad de conocer el proyecto en mayor detalle. Además, siendo Carlos un habitante de la localidad desde pequeño, se pudieron conocer de primera fuente las condiciones, situaciones y particularidades que se viven en esta ciudad. En primer lugar, se habló de las problemáticas e ideas que dieron pie a realizar un proyecto de estas características, contando que Emaa nace a raíz de la **limitante que existe hoy en día de poder adquirir productos frescos** en Puerto Williams, “en el ferry llega la lechuga que cortaron hace al menos tres días, pensando sólo en el tiempo que toma el tema el transporte. Pero sumado a eso, quizás cuántos días más tiene para atrás” relata. Menciona que muchas veces se puede rescatar solo el 50% del producto, y que estos tienen un valor agregado debido a la importación que tiene el producto acá. “Tienes casi un 70% de recargo, por sobre el valor que realmente se vende un producto en otras ciudades” (entrevista personal, 18 de junio 2019).

Se pudo conocer más acerca de la historia del cultivo en Puerto Williams, desmintiendo la idea de que no es posible cultivar en estas condiciones climáticas. Pequeños agricultores locales han logrado cosechar de lechugas, zapallos, repollo, frutillas, entre varios otros vegetales. Algunos han construido sus propios invernaderos con materiales más precarios y también han llegado nuevas tecnologías, como lo son los invernaderos Metalcom.

El invernadero Municipal, espacio donde se llevan a cabo los trabajos del proyecto, se encontraba en estado de abandono antes de Emaa. Este invernadero tiene más de cuatro décadas. “Nosotros tenemos data desde el año 1970. Los materiales son de esa época”, menciona Carlos. La fibra de vidrio con la cual está construido ya se encuentra quemada, ya no deja pasar la luz solar suficiente, por lo que se comenzó con un proyecto de renovar la materialidad y cambiar a policarbonato, material más transparente y mejor aislante.

Carlos cuenta cómo ha cambiado el clima en esta zona, comentando que “hoy en día podemos ver un calentamiento global manifestado aquí. Hace 10 años atrás, en esta fecha estábamos tapados en nieve,



los vehículos no podían andar por las calles. Estos días tenemos hasta 7 u 8 grados”. Antiguamente, la calefacción de la tierra de cultivo era fundamental, hoy en día ya no lo es.

Con el Proyecto Emaa se dio vida nuevamente al invernadero. Cuando llegaron, el suelo estaba compactado y lleno de ortigas. Tuvieron que hacer un trabajo conjunto de incursionar y levantar la tierra. Luego comenzaron a hacer compost y a partir del segundo semestre se empezará con los trabajos de cultivo. Comenta que “la gente está motivada (...) somos cerca de 20 personas y nos juntamos todos los sábados”. Carlos contó que el proyecto busca crecer, formalizar la agrupación y postular a nuevos fondos, queriendo trabajar a futuro en un sistema de recolección y compostaje de residuos orgánicos.

08—



PROCESO DE DISEÑO

Decisión de diseño: un mismo artefacto para ambos componentes

Se decide unificar ambos componentes, los espacios de cultivo y el sistema de vermicompostaje, en un mismo artefacto o estructura, en lugar de separarlos en dos o más estructuras independientes. Esta decisión se toma en base a las siguientes razones:

- 1 Al presentarse ambas prácticas en un mismo artefacto, se refuerza el sentido retroalimentativo de ambos procesos. De esta manera, el artefacto se convierte en un ejemplar de sistema circular, ya que la tierra resultante del vermicompostaje sirve como abono para los cultivos de hortalizas y vegetales. A su vez, los residuos orgánicos que resultan a partir de las especies que se cultivan, se incorporan en los espacios de compostaje.
- 2 Que sea un solo artefacto facilita el proceso de fabricación de las piezas. Se optimiza el uso de material requerido para construir el objeto, pues el desafío de juntar ambos componentes en una misma estructura exige que se piense de una manera más provechosa la organización de los elementos en un espacio determinado. Por lo tanto, todas las piezas que conforman la propuesta son parte de un solo objeto físico, y se producen en una misma tanda de fabricación. Así se prescinde de tener que además identificar las piezas, como sería en el caso de que no todas pertenezcan al mismo objeto.
- 3 Se facilita el proceso de armado, pues armar un solo artefacto resulta más simple y toma menos tiempo que el armado de múltiples estructuras.
- 4 Su instalación requiere de un solo espacio determinado. Si fuesen múltiples objetos físicos, se necesitaría un mayor uso de espacios, además de una organización y estrategia para la asignación de un lugar para cada componente.

Requerimientos de diseño

Para proceder al diseño del artefacto, primero se trabajó en establecer los requerimientos de diseño, los cuales corresponden a los aspectos **formales, funcionales y ergonómicos** que se deben considerar a la hora de generar la propuesta formal. Estos requerimientos son las directrices del proceso de diseño y favorecen a la posibilidad de llegar a una propuesta final más completa.

Una vez fijados, se procede a jerarquizarlos a partir de cuán fundamental es cada requerimiento para el diseño. De esta manera, hay requerimientos que son **obligatorios**, por lo que estos tienen que estar presentes sin falta en la propuesta para que sea posible llevarla a cabo. Los requerimientos **deseables** son aquellos que idealmente deben estar presentes en la propuesta, pero que no son esenciales y la propuesta puede prescindir de ellos. Por último, están los requerimientos **opcionales**, los cuales agregan valor a la propuesta, pero su ausencia no implica una desventaja para el proyecto.

Requerimientos de diseño

REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS FORMALES

Requerimiento de diseño	Qué implica
Espacio designado para el vermicompostaje debe ser apto para estar en contacto con elementos húmedos.	Las superficies en contacto con los desechos orgánicos deben ser pensadas en una materialidad estratégica, con el fin de que no sean propensas a la pudrición por humedad.
Permitir la visión hacia el interior, para que los niños puedan observar el proceso que se genera entre las lombrices y los desechos orgánicos, potenciando el fin educativo del proyecto.	Al menos una de las paredes de las vermicomposteras, debe ser transparente.
Ser seguro para los niños.	No puede presentar elementos peligrosos, ya sea esquinas angulosas, puntas o elementos punzantes.
Presentar espacios destinados a los cultivos y/o a los elementos que albergarán los cultivos.	Debe poseer espacios que puedan contener de manera correcta a los cultivos, considerando la tierra y las hortalizas.

REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS ERGONÓMICOS

Requerimiento de diseño	Qué implica
Estar diseñado para permitir la interacción con el usuario de edad mínima que hará uso de este.	Debe considerar las medidas antropométricas de un niño de seis años.
La superficie debe carecer de desperfectos peligrosos o astillas.	Las piezas deben tener un proceso de pulido, posterior a la fabricación de las piezas en el Fab Lab.

REQUERIMIENTOS OBLIGATORIOS FUNCIONALES

Requerimiento de diseño	Qué implica
Ser de estructura firme y resistente.	La estructura, una vez que ya se encuentre armada y en uso, no puede colapsar ni desarmarse debido al contenido que tendrá en su interior, es decir, debe soportar de forma exitosa el peso de los desechos orgánicos y de los cultivos.
Ser apto para fabricarse en el Fab Lab Austral.	Estar compuesto de materiales que pueden ser trabajados en las máquinas de Fab Lab Austral, respetando espesores, tamaños y formatos.
Permitir el flujo de oxígeno entre el interior de la vermicompostera y el exterior.	Las vermicomposteras no deben ser totalmente herméticas.
Permitir el riego o humidificación de los cultivos.	Debe contar con un sistema de riego o ofrecer una entrada que permita manualmente incorporar agua a las tierras de cultivo.
Permitir el fácil transporte de las piezas desde el Fab Lab hasta el lugar de instalación.	Las piezas fabricadas en el Fab Lab deben respetar el tamaño manipulable por un adulto.
El espacio de vermicompostaje debe estar pensado para que el contenido (desechos y lombrices) esté en oscuridad.	Debe considerar aislamiento lumínico, no permitir la entrada de luz hacia el interior.
El espacio de vermicompostaje debe permitir un acceso cómodo y constante hacia su contenido, para manipular correctamente la distribución de residuos orgánicos e interactuar con el contenido.	Los espacios de vermicompostaje deben poder abrirse y/o sacarse de la estructura con facilidad, para poder tener un control de los elementos que se encuentran en el interior. Estas interacciones no deben perjudicar a las lombrices y su acción con los residuos orgánicos.
Permitir el riego o humidificación de los cultivos.	Debe contar con un sistema de riego u ofrecer una entrada que permita incorporar agua a las tierras de cultivo manualmente.
Permitir la acumulación de los lixiviados que provienen del proceso de vermicompostaje.	Debe tener un espacio o sistema destinado a la retención y acumulación de los líquidos que provienen del proceso, para poder utilizarlos como riego.

Permitir la migración natural de las lombrices una vez que se haya completado el proceso de descomposición de los residuos en un espacio de vermicompostaje.	Contemplar al menos dos espacios, para que las lombrices se retiren del espacio que contiene el humus de lombriz listo. Estos espacios deben estar comunicados entre ellos a través de una pared con orificios.
Permitir el fácil armado.	El armado del artefacto debe estar correctamente comunicado a través de las mismas piezas y un manual.

REQUERIMIENTOS DESEABLES FORMALES

Requerimiento de diseño	Qué implica
Estar diseñado para ser acoplado mediante encajes, acorde a la lógica constructiva que ofrece la fabricación digital	Las piezas estructurales deben unirse mediante encajes y fricción, prescindiendo de clavos o tornillos para la estabilidad de la estructura.
Estar diseñado de acuerdo a un aprovechamiento óptimo del espacio de instalación.	Considerar la verticalidad en la estructura, quedando a una altura alcanzable y manipulable para los niños.
Ser de bajo costo, en comparación con las estructuras similares ofrecidas en el mercado.	El único gasto incurrido es el costo de los materiales.

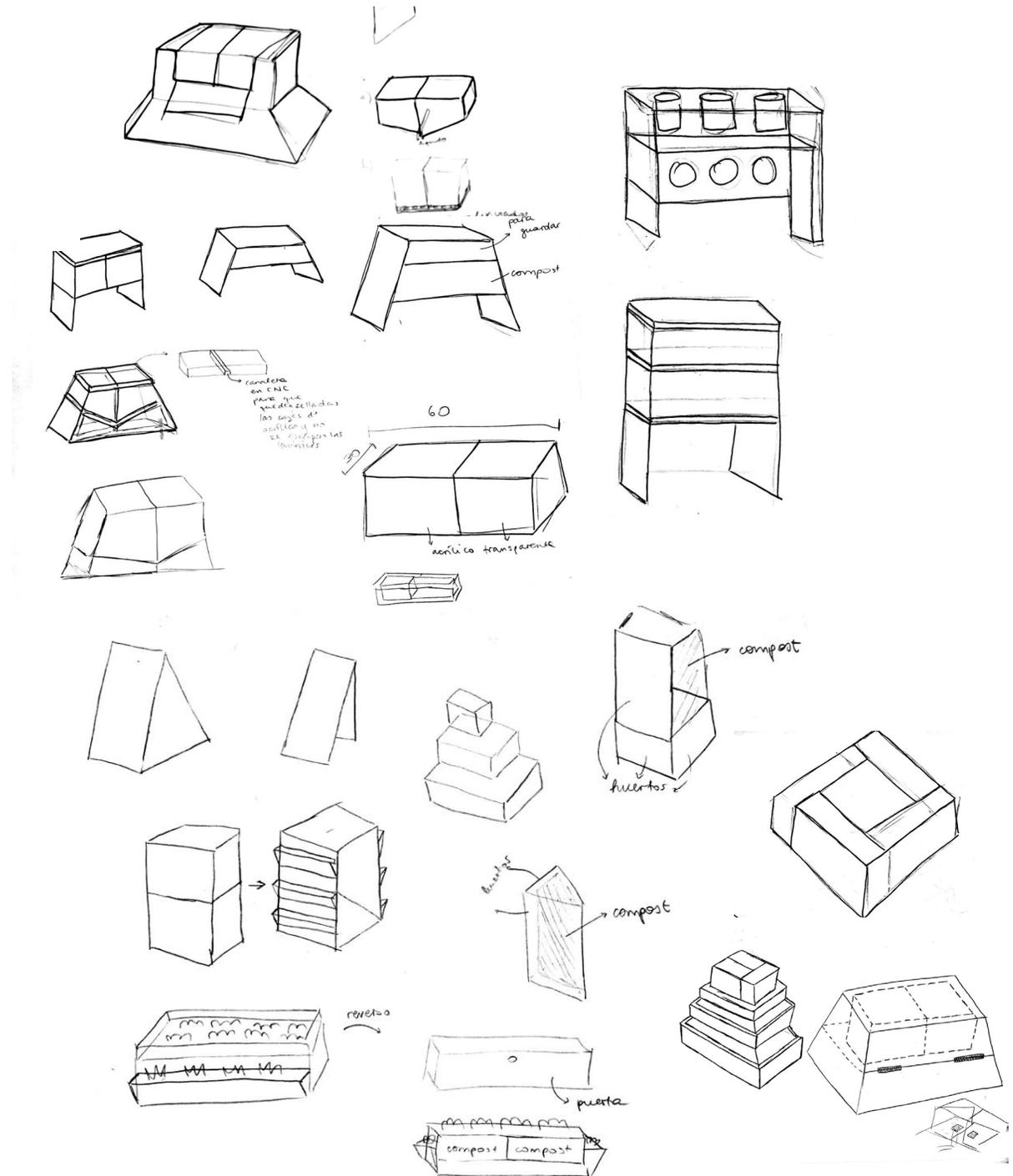
REQUERIMIENTOS OPCIONALES FORMALES

Requerimiento de diseño	Qué implica
Evidenciar la materialidad de los componentes.	No se interviene el aspecto de los materiales con fines estéticos.
Controlar la salida de los líquidos lixiviados acumulados en la vermicompostera.	Debe tener un sistema que permita drenar de forma controlada los líquidos acumulados.

Exploración de forma a través del bosquejo

Tras establecer y analizar los requerimientos de diseño, se procedió a explorar en torno a la forma del artefacto. Primero se realizaron múltiples bosquejos rápidos, a modo de lluvia de ideas. A partir de estos dibujos exploratorios, se llegó a una idea central: **generar un diseño basado en la optimización del espacio**, aprovechando los requerimientos de cada uno de los dos componentes. Debido a que los espacios de cultivo requieren de luz natural y las vermicomposteras requieren de oscuridad, se trabajó en torno a la idea de disponer los cultivos en las caras exteriores de la estructura, y aprovechar el espacio interior que se genera dentro de las caras estructurales.

A partir de ese eje, también se decidió trabajar con una forma que permita la **interacción en múltiples caras**. De esta manera, cuando el artefacto se encuentre funcionando como sistema, es decir, produciendo vermicompost y cultivando especies en sus espacios de huerto, se permite una mayor posibilidad de que los niños observen e interactúen de forma simultánea.

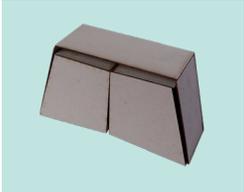


Primer ciclo de prototipado como exploración de forma

Se comenzó prototipando en dos tandas de tres ideas, obteniendo seis prototipos de exploración para comenzar a trabajar. Se procedió a analizar estas seis ideas a partir de cinco criterios: cantidad de caras disponibles para cultivos, espacio disponible para sistema de lixiviados, disposición de vermicomposteras, acceso a las vermicomposteras y aprovechamiento del espacio interior de la estructura.



Análisis comparativo de prototipos

						
Caras disponibles para los cultivos	3	3	3	2	3	3
Espacio libre para destinarse al sistema de acumulación de lixiviados	Si, inferior y amplio	Si, inferior y largo	No tiene	Si, inferior, pero excesiva (espacio inferior es el más amplio)	Si, inferior y largo	Si, inferior y reducido
Disposición de vermicomposteras	Horizontal	Horizontal	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
Acceso a las vermicomposteras	Desde arriba mediante una tapa o desde el frente sacando las composteras como cajones	Desde arriba mediante una tapa o desde el frente sacando las composteras como cajones	Desde arriba mediante una tapa o desde el frente sacando las composteras de la estructura	Desde el frente sacando las composteras hacia afuera	Desde arriba mediante una tapa o desde el frente sacando las composteras como cajones	Desde arriba mediante una tapa o desde el frente sacando las composteras como cajones
Aprovechamiento del espacio interior de la estructura	Mitad del espacio utilizado por las composteras, resto disponible para lixiviados	Mitad del espacio utilizado por las composteras, resto disponible para lixiviados	Totalidad del espacio utilizado por las composteras	Espacio triangular ofrece poca oportunidad de aprovechamiento	Mitad del espacio utilizado por las composteras, resto disponible para lixiviados	75% del espacio utilizado por las composteras, resto disponible para lixiviados

						
Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> - Estructura horizontal permite un uso del espacio, un recorrido y múltiples interacciones en sus diferentes caras. - Favorece la observación simultánea por parte de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se aprovecha el espacio, las composteras se adaptan a la forma de la estructura y siguen siendo intercambiables. - Las caras laterales son inclinadas, lo que es positivo para los cultivos - Buen uso del espacio, se genera un flujo alrededor de la estructura. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verticalidad para los cultivos, posibilidad de múltiples espacios de cultivo por cara - Inclinación de las paredes exteriores, ofrece mayor espacio vertical para las plantas, pues la estructura de arriba no interfiere con el crecimiento de la planta inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verticalidad para los cultivos, posibilidad de múltiples espacios de cultivo por cara - Inclinación de las paredes exteriores, ofrece mayor espacio vertical para las plantas, pues la estructura de arriba no interfiere con el crecimiento de la planta inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> - Composteras dispuestas de forma horizontal ofrecen mayor espacio para la visión de más niños de forma simultánea. - Buen uso del espacio del artefacto en lugar de instalación, favorece un flujo a su alrededor y simultaneidad de trabajo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verticalidad para múltiples espacios de cultivo por cara. - Se aprovecha el espacio que aporta la dimensión vertical. - Estructura usa un espacio más acotado, por lo que podría haber más de un ejemplar en el lugar de instalación.
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> - La verticalidad total de las caras (en 90°) implica que las plantaciones se encontrarán interferidas por las estructuras de cultivo superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> - La verticalidad total de las caras (en 90°) implica que las plantaciones se encontrarán interferidas por las estructuras de cultivo superiores. 	<ul style="list-style-type: none"> - No hay suficiente espacio para la acumulación de lixiviados. - Vermicomposteras tienen una base inclinada hacia afuera, los lixiviados se dirigen a los lados contrarios (poco eficiente). 	<ul style="list-style-type: none"> - Las composteras no podrían ser iguales, por lo tanto no son intercambiables. - Huertos superiores pueden quedar inalcanzables para niños pequeños. 	<ul style="list-style-type: none"> - No se aprovecha tanto el espacio desde una perspectiva de la verticalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Artefacto usa un espacio más acotado dentro del lugar de instalación, no pueden trabajar tantas personas de forma simultánea.

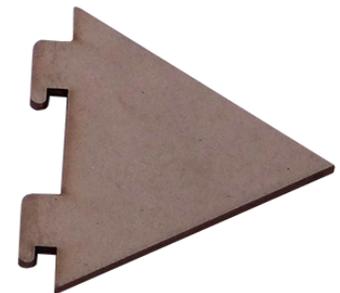
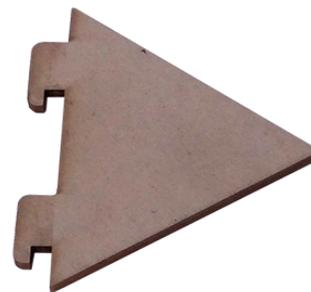
Observaciones y conclusiones

- La horizontalidad permite que varios niños estén trabajando de forma simultánea con el artefacto.
- La verticalidad significa un aprovechamiento optimizado del espacio, ya que utilizando un perímetro de base determinado, es posible la existencia de múltiples elementos hacia arriba. Sin embargo, un artefacto más vertical que horizontal significa que menor cantidad de niños pueden interactuar con él de forma simultánea.
- Aprovechar el recurso de la verticalidad en cuanto a los espacios de cultivo, para que se presente más de un nivel por cara. Pero un exceso en la cantidad de cajones dispuestos verticalmente puede implicar un artefacto muy alto para los niños, incapacitando una visión e interacción cómoda hacia los cultivos superiores.
- Las vermicomposteras deben estar a una altura accesible para los niños, para que no tengan que hacer un gran esfuerzo para poder ver lo que está pasando al interior de ellas.
- Los espacios de los cultivo deben estar a una altura que permita la interacción de los niños con las plantaciones y una visión hacia estos.
- Considerar una inclinación para las caras de cultivo, para que las plantas no sean interferidas por material estructural de una terraza superior.
- Considerar una combinación entre lo que aporta la verticalidad y la horizontalidad.

Pruebas de piezas y encajes

Se trabajó realizando pruebas de encajes, diseñando las piezas en Illustrator y materializándolas en cartón a través de corte láser. Con el fin de lograr tres caras disponibles para albergar los cultivos, se intentó construir una estructura con tres de sus caras inclinadas. Sin embargo, las caras opuestas tendieron a juntarse al otro extremo, debido a la imposibilidad de formar un ángulo de 90° con la tercera cara que las sostiene. Esta tendencia de las

caras a cerrarse, implicaría una dificultad a la hora de ensamblar las piezas, con riesgo a romperse. El tipo de unión funcionó, pero se debe considerar dos caras verticales en 90° , que mediante su forma otorguen la inclinación a una tercera cara. Se realizaron pruebas con encajes de enganche, los cuales implican mayor seguridad de ensamble, reduciendo la posibilidad de que las piezas se separen al sufrir cualquier tipo de fuerza contraria.



Decisiones de diseño

Se prosiguió trabajando en una propuesta de artefacto considerando en mayor parte la horizontalidad, para cumplir con el objetivo de simultaneidad de interacción con los cultivos por parte de una mayor cantidad de niños, y la horizontalidad en la disposición de las vermicomposteras.

Sin embargo, tras trabajar en Fusion 360 con el diseño tridimensional de la idea, se pusieron en evidencia los requerimientos fundamentales que se estaban dejando de lado, tales como:

- Un artefacto horizontal y que requiera de un gran espacio para su instalación, pese a las ventajas anteriormente mencionadas, implica piezas estructurales excesivamente grandes. Al ser un objeto grande, pesado y voluminoso, resulta más difícil la manipulación de sus piezas y el armado del artefacto, siendo estos aspectos sumamente importantes para la propuesta. Además, dar dimensiones muy grandes al objeto y sus piezas implicaría mayor uso de material y por lo tanto, un mayor costo de producción.



- Las caras del artefacto estaban cumpliendo únicamente un rol de soporte para estructuras adicionales dirigidas a los cultivos. Por lo tanto, los espacios de cultivo estaban compuestos en su totalidad por piezas extra. Esto resulta contraproducente en términos de facilitar el armado, requerimiento importante establecido para el objeto.

Se toma la decisión de repensar las dimensiones totales del artefacto y la disposición de los elementos de cultivo y vermicompostaje. A partir de las observaciones, se procede a trabajar en un diseño que considere:

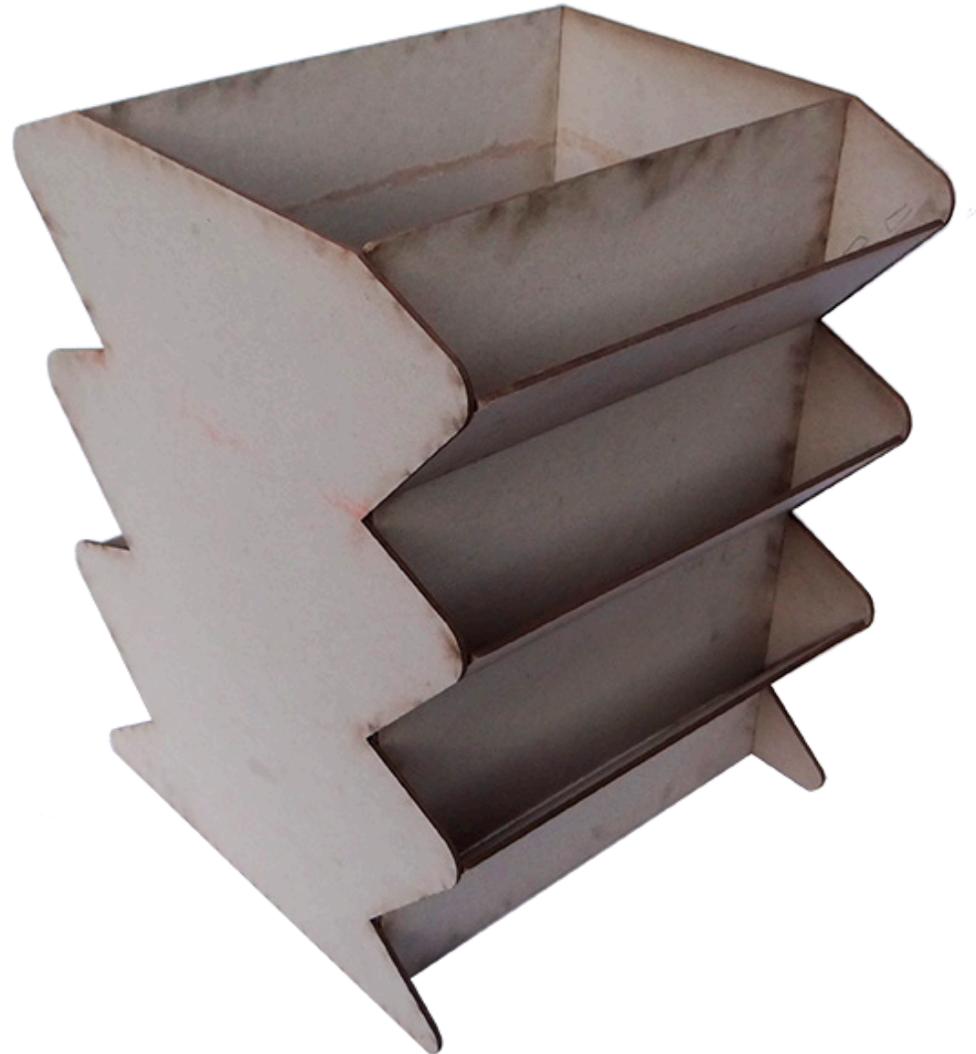
- Un equilibrio adecuado en torno a su horizontalidad y verticalidad.
- Una simplificación en su cantidad de piezas y el proceso necesario para armarlo.

Iteraciones de diseño

Se genera un nuevo prototipo que contempla dos caras verticales en 90°, que mediante su forma, permite la incorporación de terrazas de cultivo en las otras dos caras. De esta manera, se acerca a una optimización en cuanto a la cantidad de piezas y al proceso de armado. Cada espacio de cultivo se construye con las dos caras y una tercera pieza.

Sin embargo, se tuvieron que afinar más detalles en cuanto a la estabilidad de la estructura. Las dos caras que componen los lados de las terrazas de cultivo y que sostienen a las piezas rectangulares, terminaban en su parte inferior en un perímetro menor que el perímetro superior del artefacto, por lo que la base no aseguraba que la estructura se caiga hacia un lado por el peso. Por esta razón, se agregó una extensión en la base de las caras, que aportaría más estabilidad. Pese a que esta solución podía funcionar, dejaba en duda su efectividad y resistencia.

Se iteró en cuanto a la mejor manera de aportar estabilidad y firmeza a una estructura con verticalidad, llegando a la conclusión que se debía diseñar una estructura, cuya base tenga el perímetro suficiente para sostener el artefacto completo.

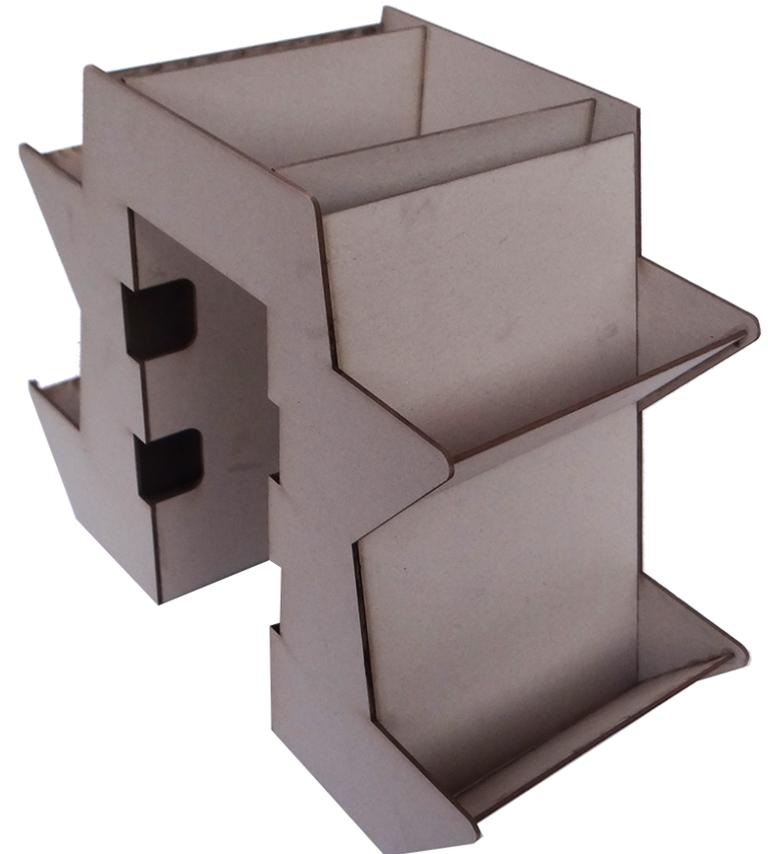
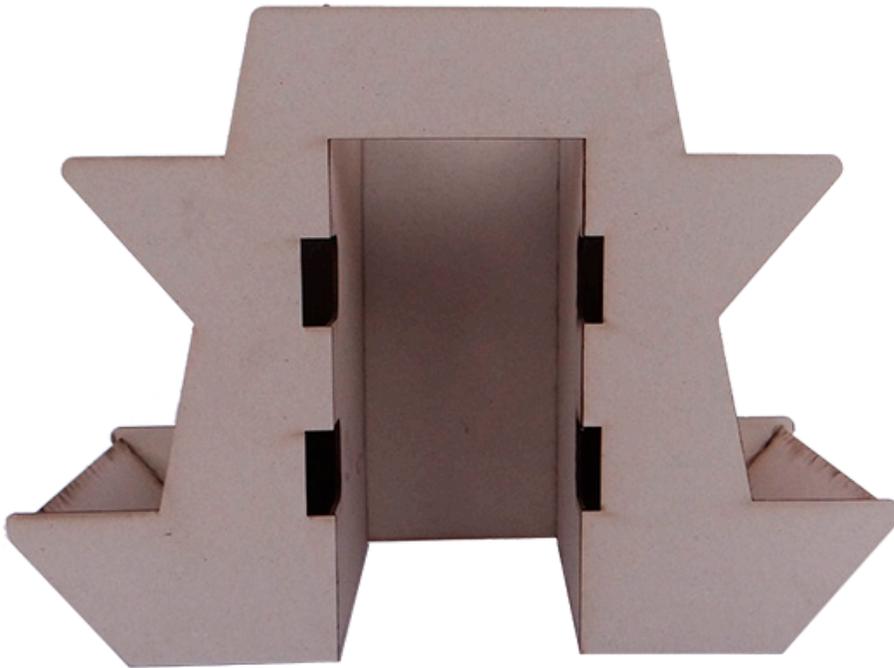


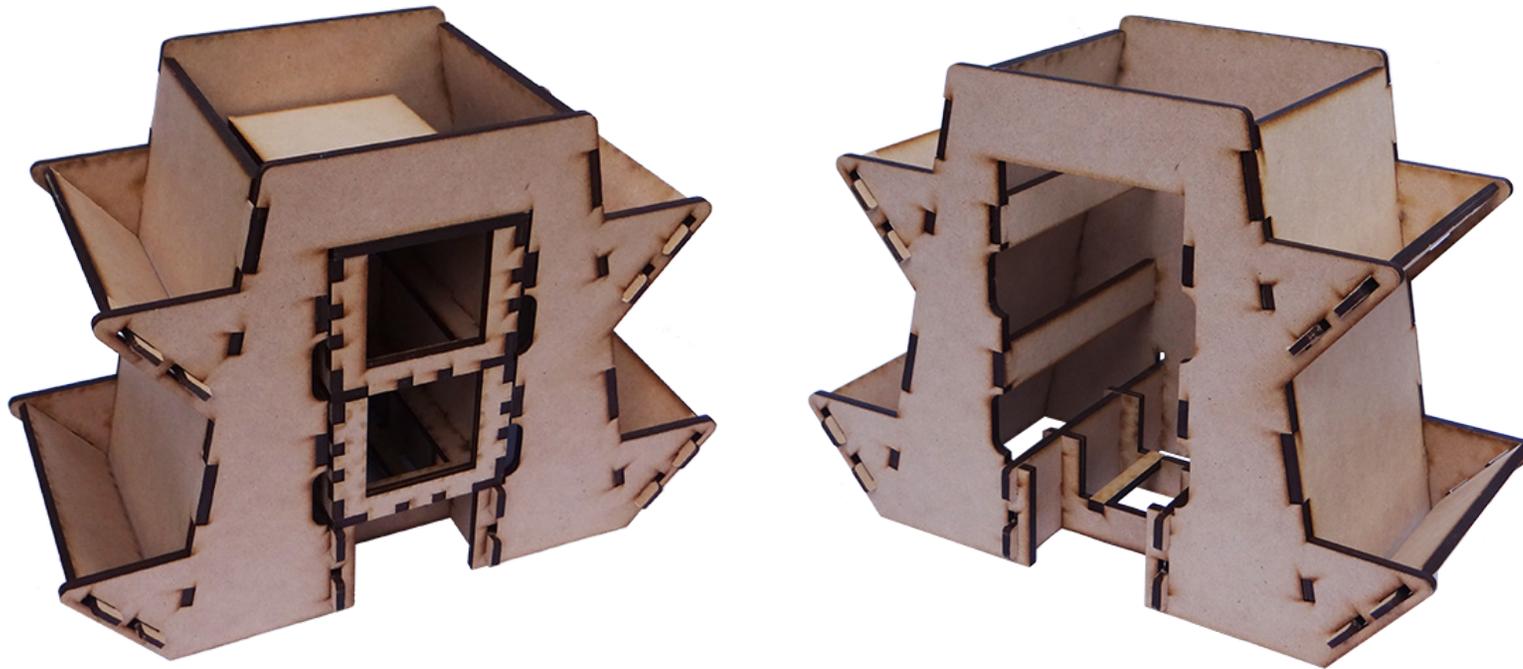
Iteraciones de diseño

Se itera hacia un diseño que continúa con la lógica de simplificación de piezas. La estructura tiene fundamentalmente la forma de un trapecio para asegurar su estabilidad. Esta estructura está conformada por una cara frontal y una cara posterior, ambas perpendiculares al suelo; dos caras laterales con una inclinación dada por la forma trapezoidal de las caras principales; y por las piezas

rectangulares que extienden en las laterales, que sostendrán a los cultivos. La cantidad de espacios destinados a cultivo se reduce a dos por caras. Gracias a esto, se pudo aumentar el tamaño de cada terraza de cultivo y por lo tanto su capacidad de almacenamiento. Además, se aumenta la distancia de separación entre espacios de cultivo, para ofrecer verticalmente un mayor crecimiento a las especies

plantadas. Desde la cara frontal se tiene acceso a las vermicomposteras, las cuales se insertan en el espacio interior de la estructura y se yuxtaponen de forma vertical. Se presentan paredes interiores que mantienen en su lugar a las vermicomposteras.





Se analizó el prototipo, concluyendo que corresponde a un diseño oportuno para el huerto-vermicompostera, lo cual fue un gran paso hacia la forma final de la propuesta. Se construyó un prototipo en madera mdf de 3 milímetros de espesor a través de corte láser. A este prototipo se le incorporó mayor detalle y se resolvieron los elementos faltantes, tales como:

- Los ensambles mediante los cuales las piezas se unen y mantienen la estructura armada.
- La estructura interior que corresponde a la base que eleva y sostiene a las vermicomposteras,

al mismo tiempo cumple un rol estructural para el artefacto. Esta estructura basal también posee el espacio determinado para la caja que recibe y acumula los lixiviados derivados del proceso de vermicompostaje.

- Se simplificó la estructura interior que determina el espacio de las vermicomposteras y las mantiene su lugar. En lugar de una pared completa que contenga a las cajas, se simplifica a cuatro piezas que se desempeñan como barras de contención.

- Las cajas que conforman a las vermicomposteras se deslizan como cajones hacia fuera de la estructura, esta acción se facilita con los agujeros que se incluyen en los lados que ofrecen un mejor agarre. La cara delantera de la estructura presenta agujeros que calzan con la posición de estos agarres, para que exista el espacio necesario para introducir la mano para sacar los cajones.

Diseño final

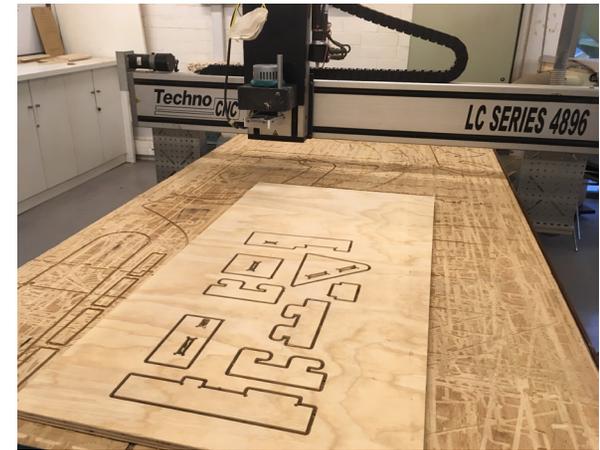
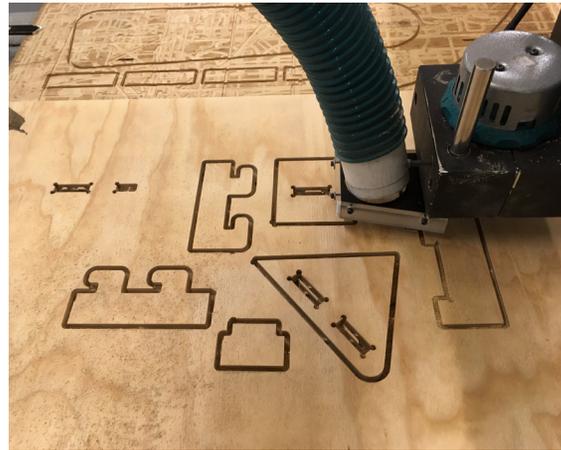
Se aprueba la propuesta con todos sus componentes, piezas y encajes, el diseño ofrece un fácil flujo de armado, por lo que se define como la propuesta definitiva del artefacto.

Para la construcción del artefacto se utilizan dos materiales: **madera y acrílico**. Las piezas estructurales son de madera, destinadas a ser cortadas en la máquina router CNC, y las piezas de acrílico se incorporan al sistema de vermicompostaje y están destinadas para ser cortadas a través de corte láser.

Las vermicomposteras están recubiertas por piezas de acrílico en sus paredes interiores, para que sean las superficies que estén en constante contacto con los residuos orgánicos y evitar una posible descomposición en la materialidad interior de los cajones donde se llevará a cabo este proceso. La pieza de acrílico que se ubica en la base de cada cajón, presenta los agujeros destinados a la migración de las lombrices entre composteras y permite el flujo de los lixiviados hacia abajo. Incorporado en la estructura base de las vermicomposteras, se encuentra una caja de acrílico de menores dimensiones, destinada a recibir los líquidos lixiviados de los niveles superiores.



Pruebas de encaje en CNC



Teniendo el diseño tridimensional en Fusion 360, mediante el cual se materializó el último prototipo a escala, se procede a confeccionar el modelo con las medidas del prototipo a escala real, para ser fabricado en la máquina router CNC. Este modelo tridimensional definitivo se constituye por piezas de 15 milímetros de espesor. Previo a la fabricación del artefacto completo, se realizan pruebas de encaje con el material oficial.

Esta prueba se realiza para confirmar que los ensambles son adecuados, ya que las tolerancias pueden variar desde el modelo computacional a la realidad. El agujero que recibe el encaje de una pieza debe ser milimétricamente superior en su perímetro para que la pieza entre. Si ambos poseen exactamente la misma medida, sus perímetros van a coincidir y la pieza no puede entrar.



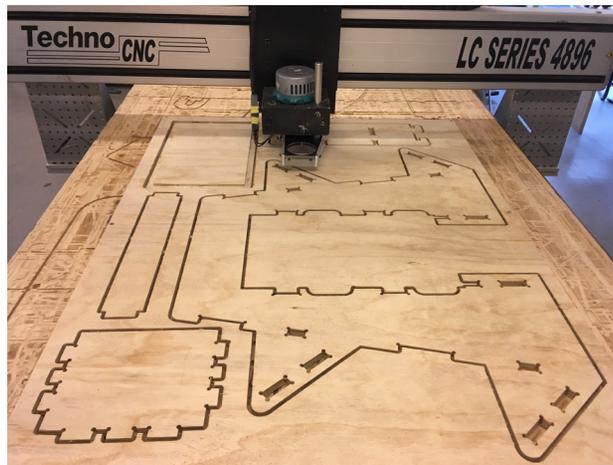
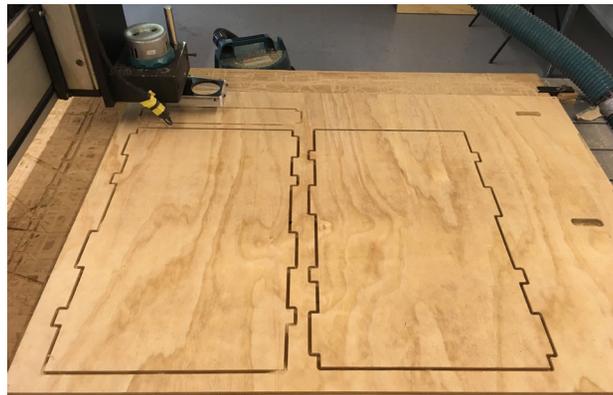
A través de esta prueba de encajes, se extrajeron los rangos de tolerancia adecuados para que los encajes se desempeñen correctamente. Para obtener los ejemplares de prueba, se cortaron las secciones específicas de las piezas reales que contienen ensambles. Se probó con piezas con variaciones milimétricas, mostrando los mejores resultados las piezas en las que se aplicó un offset de 1 milímetro.

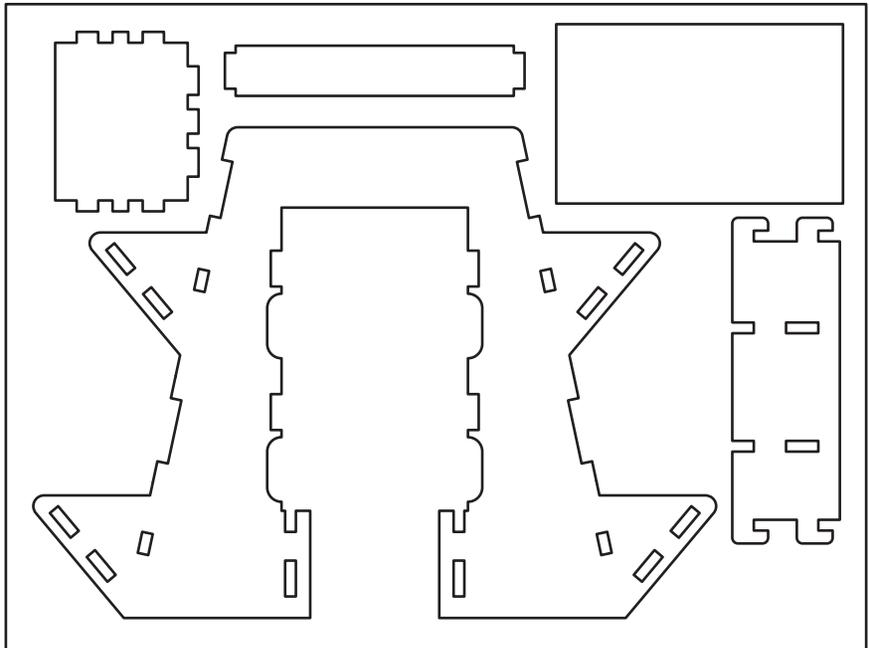
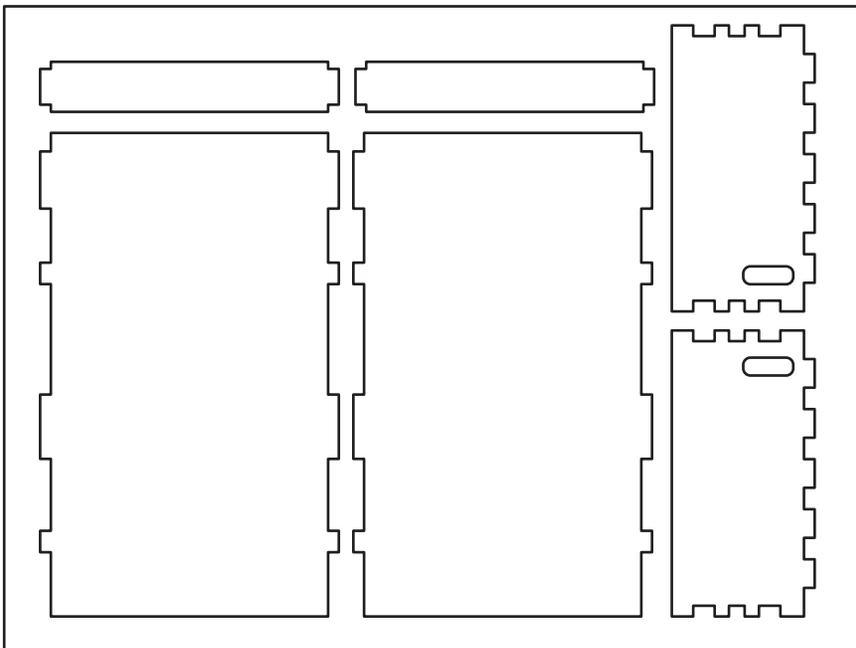
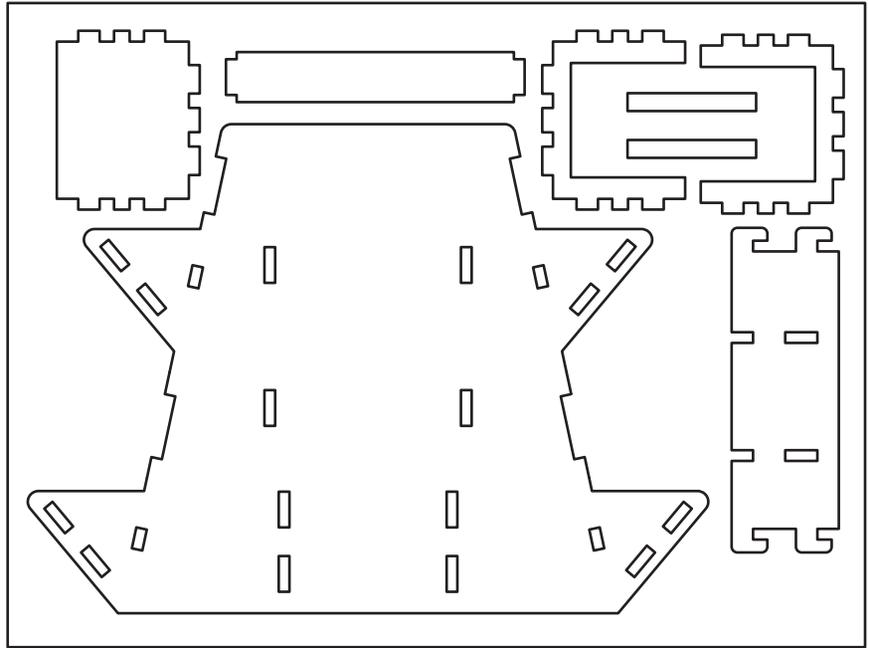
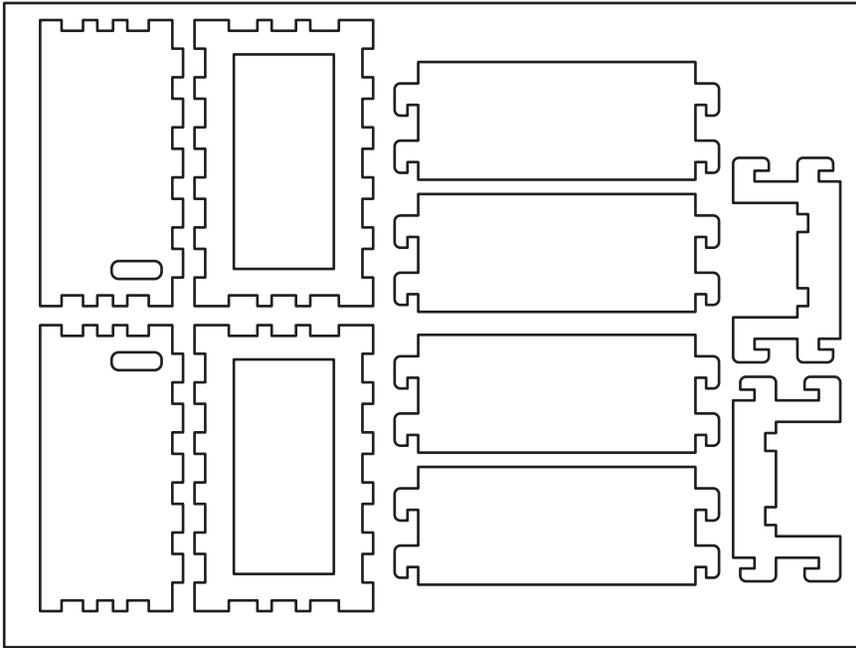
Fabricación del artefacto en CNC

Ya realizadas las pruebas de encaje, se aplicaron los offset en los ensamblajes correspondientes. Se procedió a separar las 29 piezas del modelo y posicionarlas en una misma dimensión, organizándolas en el espacio para optimizar el uso de la planchas de material.

Los tableros de madera que se ofrecen en el mercado de construcción tienen las dimensiones de 122x244 metros. Para la fabricación de un ejemplar del huerto-vermicompostera, se utilizó una plancha y media de madera terciada de pino estructural de 15 milímetros de espesor.

Se dimensionaron los tableros, obteniendo cuatro planchas de 122x90 cm. en las cuales fueron organizadas estratégicamente las piezas. El tiempo de corte de cada plancha fue variable entre 50 minutos y 2 horas con 30 minutos. En total, el trabajo de corte tomó al rededor de 8 horas, debido a que, al tiempo en que la máquina ejecuta el corte, se le suma el recambio de plancha una vez finalizado cada trabajo, el tiempo de instalación y fijación de las planchas a la mesa de la máquina y la emulación virtual previa que se realiza para asegurar que las instrucciones para la máquina estén correctas y no impliquen un daño al material o a la misma router.





90 cm.

122 cm.

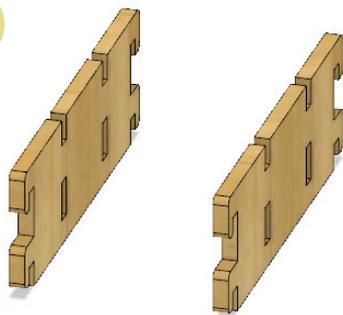
Prototipo final



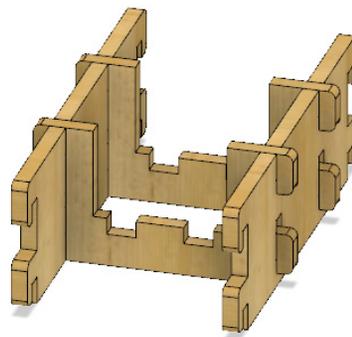
Armado del artefacto

Base de apoyo para las vermicomposteras

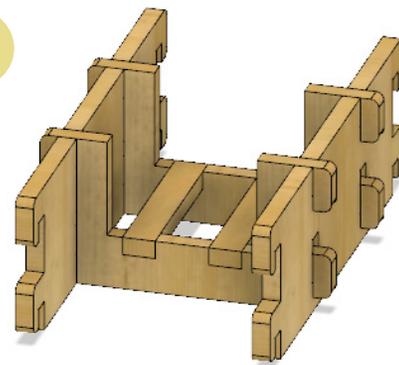
1



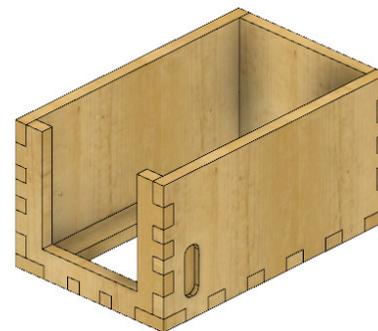
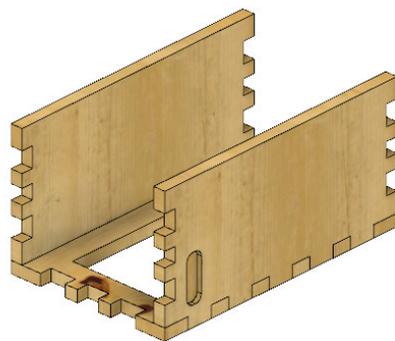
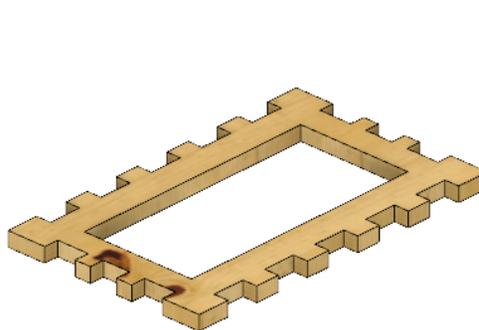
2



3

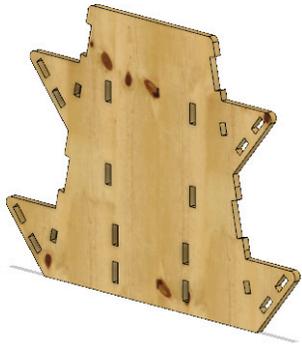


Vermicomposteras

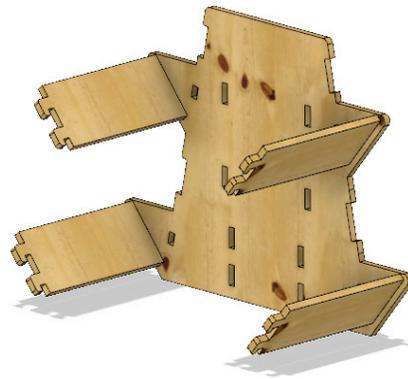


Estructura

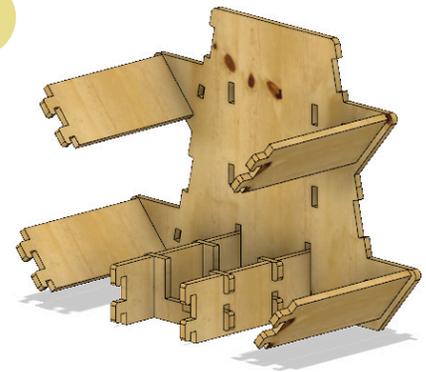
1



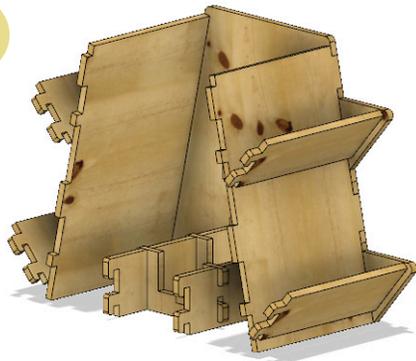
2



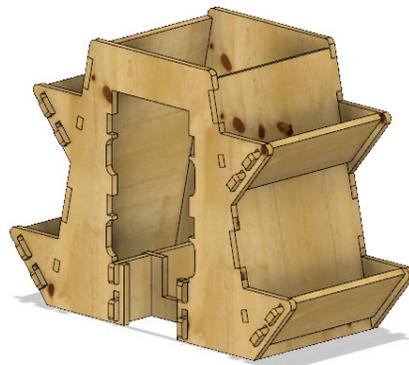
3



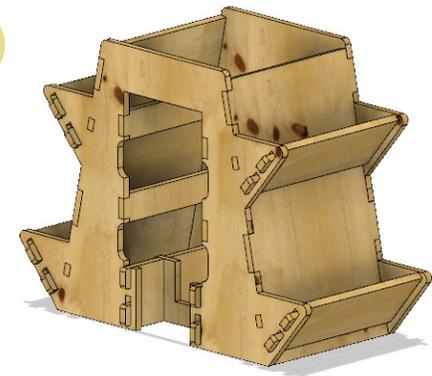
4



5



6



09—

PLAN
DE CLASE

Plan de la actividad

Como se mencionó anteriormente, el profesor Miguel Troncoso de los Talleres Omora dispuso la asignatura “Apresto científico” que dicta los días lunes en el Liceo DMG, en el horario de la mañana al grupo de niños de 1° y 2° básico, y en el horario de la tarde al grupo de niños de 3° y 4° básico. Se mantuvo el contacto con el profesor Miguel a lo largo del semestre, para ir informándole acerca de los avances en torno al proyecto.

Una vez ya definido el artefacto físico, se procedió a diseñar el plan de la actividad que se llevaría a cabo para los niños de la clase Apresto científico. Se comenzó por elaborar una propuesta general para el profesor, a modo de presentar el flujo de actividades que conformaría la clase. Con la aprobación del docente, se desarrolló cada punto y en conjunto se logró diseñar un flujo de actividades pertinente y adecuado al contexto de la clase.

En vista de que cada sesión se debe llevar a cabo en un tiempo una hora y treinta minutos, lo cual es un tiempo acotado, la sesión tendría que centrarse directamente en el vermicompostaje, el cultivo, en el huerto-vermicompostera y las prácticas que este artefacto permite.

Para que los niños llegaran preparados a dicha sesión, junto al profesor se tomó la decisión de dirigir la materia de las clases previas hacia una contextualización de estos temas. De esta manera, los niños ya habrían aprendido de forma detallada y profunda los aspectos importantes que implica el reciclaje, vermicompostaje y el cultivo de hortalizas. Miguel se comprometió a cumplir con esta contextualización para facilitar la comprensión por parte de los niños hacia este nuevo complemento que recibirán en el invernadero de su colegio.

- 1 Introducción en sala de clases hacia los temas de compostar los residuos orgánicos, el vermicompostaje, el cultivo propio de plantas y los beneficios de la autosustentación tanto para las personas como para el planeta.
- 2 Mostrar el artefacto, asociando las prácticas de vermicompostaje y cultivo a sus espacios correspondientes.
- 3 Visita al Fab Lab. Debido a que el artefacto está fabricado a través de la máquina router CNC, tardando horas
- 4 Explicar a los niños cómo tienen que usar y mantener el huerto-vermicompostera, transmitirles que ahora tienen una gran responsabilidad y que a través de este sistema pueden ser un gran aporte al cuidado de nuestro planeta. Explicar el ciclo circular que implica convertir los residuos orgánicos en un sustrato natural a través de las lombrices, utilizando este producto como fertilizante natural para cultivar diversas plantas.

en su fabricación y generando un ruido perjudicial para los niños (no se dispone de protección auditiva en el Fab Lab), se decide mostrar el proceso de corte de un prototipo a escala en la máquina de corte láser. De esta manera, no se pone en riesgo la seguridad de los niños presentes y se puede observar la lógica constructiva del artefacto mediante piezas planas. Dejar que los niños interactúen con las piezas y experimenten con el proceso de armado.

Tareas para el profesor

Se determinó la actividad hasta el punto 4, considerando el tiempo disponible. Además, se requiere que el profesor continúe con la instalación, puesta en marcha y mantenimiento de este sistema con sus alumnos a partir del segundo semestre escolar. Por esto, se establecieron las tareas que quedan en manos del docente:

- Sellado de la madera.
- Sesión de instalación del artefacto en el invernadero del Liceo.

El profesor deberá acompañar a los alumnos en las siguientes actividades:

- Proceso de preparación de los residuos orgánicos (precompostaje) y de las vermicomposteras.
- Seguimiento del proceso de vermicompostaje.
- Cosecha del humus de lombriz.
- Cultivo de las hortalizas en los espacios del artefacto destinados a las plantas.
- Seguimiento del proceso de cultivo.

Resulta importante aclarar que el plan de clase constituye una guía, dando al docente las directrices del flujo sugerido de actividades y los temas centrales. El docente puede realizar modificaciones al plan y adecuarlo a su asignatura en particular.

Los niños y el Fab Lab

A raíz de la oportunidad que implica el Fab Lab Austral para los alumnos del Liceo DMG, se ha trabajado por incorporar en el currículum educativo el uso de este laboratorio en las clases. Para conocer mejor este tema de primera fuente, se tuvo una reunión con Alejandra Montaña, encargada del Fab Lab y la vinculación entre el laboratorio y el Liceo.

Ya se han realizado en el laboratorio varias actividades para la comunidad y para los alumnos. “Hemos venido con cursos completos acá, y los cursos tienen unos 25 alumnos, en total han venido alrededor de 94 niños” (Alejandra Montaña, entrevista personal, 18 de junio 2019).

Alejandra relata que este vínculo aún se encuentra en marcha blanca, de manera que a partir del año 2020 se pueda ejecutar correctamente esta asociación de algunas asignaturas con el laboratorio. Comenta que “se quiere partir con la asignatura de educación tecnológica, la cual aún se aborda desde una mirada ya obsoleta, con el papel y la tijera”. El Fab Lab es un espacio para que ellos puedan empezar a diseñar en computadores y luego vengan a ejecutar sus ideas y proyectos en las máquinas. Cuenta que el Liceo tiene una sala de computación, pero los computadores no se encuentran habilitados aún. Sin embargo, por ejemplo ya se compró la licencia del software Rhinoceros, con el cual se pueden elaborar archivos para trabajar en todas las máquinas.

10-



IMPLEMENTACIÓN EN TERRENO

Segundo viaje a terreno

En junio de 2019 se realizó el segundo viaje a Puerto Williams, viaje que tuvo diversos objetivos:

- 1 Fabricar el artefacto en el Fab Lab Austral.
- 2 Realizar el taller con los niños de la asignatura “Apresto científico” junto al profesor Miguel Troncoso.
- 3 Entusiasmar a los niños en cuanto al uso del huerto-vermicompostera que se desarrollará durante el segundo semestre.
- 4 Entrevistar a personas que pueden enriquecer de una u otra forma el proyecto.

Fabricación del artefacto

La fabricación del huerto-vermicompostera se desarrolló durante los primeros días de la estadía en Puerto Williams y tuvo lugar en el Fab Lab Austral. En esta etapa fue clave el apoyo de Alejandra Montaña, encargada del Fab Lab, y de Christian Cormack, el encargado administrativo. Gracias a ellos, se pudo acceder al laboratorio durante el fin de semana para realizar la fabricación.

La adquisición de las planchas de madera de pino de 15 milímetros se gestionó con semanas de anticipación a través de Christian.

Para la fabricación del artefacto se presentaron diversos contratiempos que tuvieron que ser resueltos en el camino.

Problemática

La router CNC que dispone el laboratorio había sido utilizada sólo una vez durante el periodo de funcionamiento del Fab Lab, por una persona externa. Las personas encargadas del Fab Lab no tenían los conocimientos necesarios para utilizar en esta máquina y nunca habían trabajado con ella,

debido a que aún no han recibido la capacitación correspondiente. Se había conversado acerca de esta situación con anticipación, pero se contaba con el apoyo de esta persona externa anteriormente mencionada. Sin embargo, esta persona por motivos personales tuvo que viajar de improviso en la fecha.

La router CNC del Fab Lab Austral corresponde a un modelo distinto a la router con la cual se trabajó en Santiago y con las cuales se ha trabajado en otras ocasiones, además de que el software de operaciones para esta máquina no reconoció el archivo de corte que se traía preparado. Se intentó incursionar en la máquina y en el software, sin embargo no se obtuvieron resultados exitosos.

Asimismo, la router CNC es una máquina compleja en la cual se necesita una capacidad total de manejo, pues cualquier error de instrucción puede significar un daño a la máquina y sus componentes, por lo que era fundamental el apoyo de alguien entendido en la máquina específica. Por esta razón, en vez de fabricar el artefacto en la CNC corriendo diversos riesgos, se optó por buscar una alternativa para efectuar la fabricación.

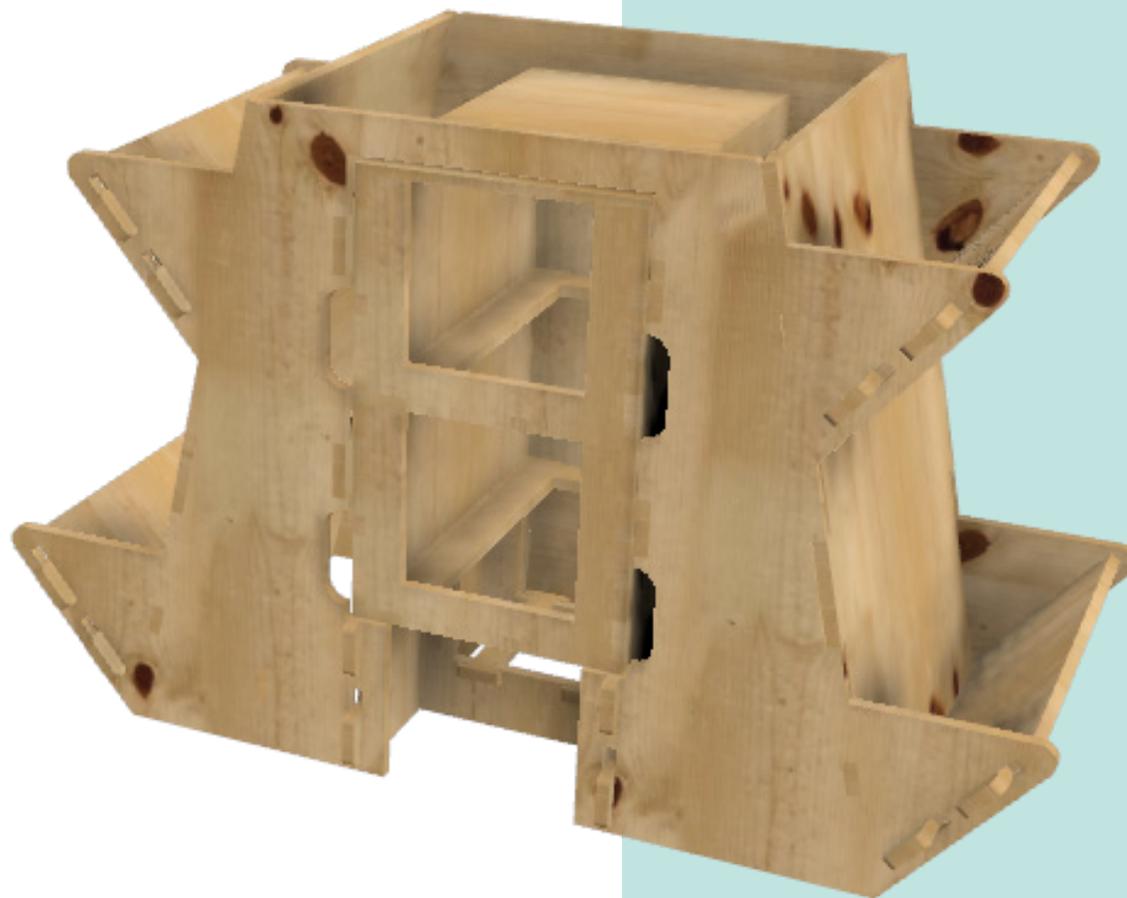
Favorablemente, la máquina de corte láser con la que cuenta el laboratorio tiene la capacidad de cortar planchas de material de un espesor superior a la mayoría de las máquinas, gracias a la alta potencia del láser. La mesa de trabajo que dispone tiene medidas de 100x610 milímetros. Se realizaron diversas pruebas de corte con maderas de diferentes espesores, comenzando por la madera de 15 milímetros que correspondía al material del diseño original. Sin embargo, no se logró cortar la plancha de tal espesor, por lo cual se tuvo que probar con planchas de espesor menor, ocupando los retazos sobrantes que se encontraban en el laboratorio. Se encontró el tipo de madera y espesor más adecuados para fabricar el artefacto, sin que se comprometiera la resistencia y estabilidad del artefacto.

De manera fundamental, se consideró que el láser sea efectivamente capaz de cortar el material con una sola pasada, y se consideró también que el material se viera afectado en la menor medida posible en cuanto al grado de quemado de la superficie. Los resultados más adecuados se obtuvieron con la madera de 9 milímetros de espesor.

Se adquirieron dos planchas de madera de dicho espesor en la ferretería de Puerto Williams. Debido a que el stock de materiales es acotado en comparación con lo que se dispone en las grandes ciudades, hubo que adecuarse a la disponibilidad de la tienda. El tipo de madera que se disponía en ese momento en planchas de espesor de 9 mm. correspondió a OSB. Se pudo interactuar con las planchas de madera para evaluar su solidez y se procedió a comprar. Ya en el Fab Lab, se dimensionó la plancha de OSB de acuerdo a las medidas de la mesa de trabajo de la máquina láser.



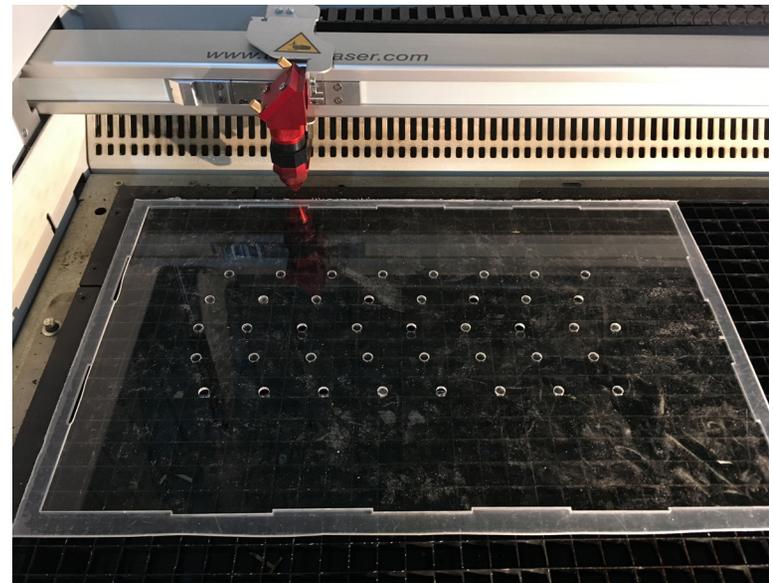
Se modificaron las dimensiones de algunas piezas para adecuarlas al tamaño de la mesa de trabajo de la máquina láser. El artefacto tiene originalmente una altura de 68 centímetros, por lo cual se tuvo que reducir en 7 centímetros la altura de las piezas que conforman los lados. Estas modificaciones se realizaron en el diseño tridimensional en Fusion 360. Una vez adecuado el diseño, se exportaron las piezas en 2D al software Illustrator para trabajar el archivo para la máquina láser. Se organizaron las piezas estratégicamente en las planchas, y como resultado se pudieron insertar las 29 piezas en 7 planchas de 100x610 cm. También se tuvo que modificar el tamaño de los encajes para funcionar con el nuevo espesor, ya que el modelo original estaba diseñado para encajes de 15 mm.



El trabajo de corte de las piezas de madera se logró sin mayores complicaciones. El corte de cada plancha tomó 30 minutos en promedio. Posterior al corte, se procedió al lijado de las piezas para suavizar la textura que conlleva el tipo de madera en que se fabricaron las piezas.



Luego se cortaron las piezas de acrílico que recubren las paredes interiores de los cajones de vermicompostaje. Las dimensiones de estas también tuvieron que ser modificadas debido al cambio de espesor de las piezas de madera, por lo que se recalcularon las dimensiones del espacio interior de las composteras y se establecieron las dimensiones nuevas de las piezas de acrílico.





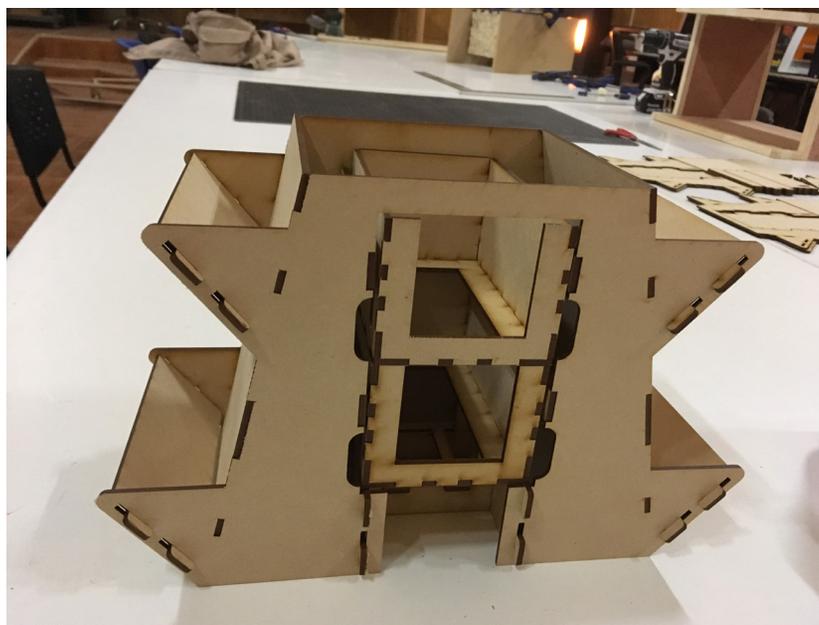
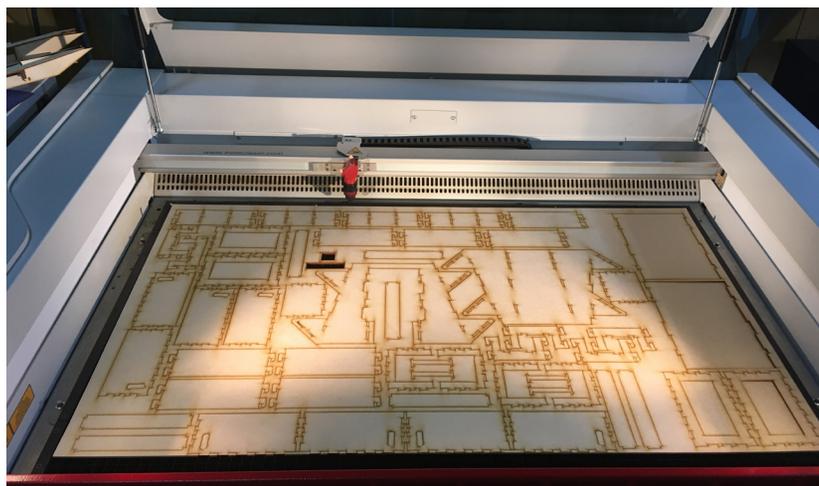


Prototipos a escala

Con el fin de que los niños puedan interactuar con el huerto-vermicompostera de manera más didáctica y puedan entender el proceso de armado, se generó un archivo de las piezas escaladas para corte láser, adecuado a madera mdf de 3 milímetros de espesor.

A través de estos ejemplares escalados del artefacto, se permite que los niños comprendan la lógica con la cual está diseñado el huerto-compostera, es decir, que son piezas laminares que se unen únicamente mediante ensambles. Así, los niños pueden explorar por sí mismos el proceso de armado sin tener que depender de las piezas de gran tamaño del artefacto real, las cuales podrían ser complicadas de manipular para ellos. Además, teniendo varios ejemplares a escala, todos los niños pueden armar el objeto y explorar la forma de ensamblarlo. De esta manera, el huerto-compostera permanece armado durante el taller, los niños pueden observarlo e interactuar con él, y usarlo como guía para armar los modelos a escala del mismo.

Se fabricaron 5 prototipos a escala del 33,3% del tamaño real del artefacto. El corte de cada plancha tomó un tiempo de 15 minutos aproximadamente.



Afinación de la actividad

Clases previas: contextualización

Para efectos del taller destinado a que los niños conozcan el huerto-vermicompostera, el profesor Miguel enfocó sus últimas semanas de clases de la asignatura Apresto Científico hacia los temas de conciencia medioambiental, reciclaje, cultivo y compost, con el fin de crear el contexto necesario para los niños y que ellos comiencen comprender, a formar un interés en torno a las problemáticas medioambientales actuales y sus soluciones, y puedan relacionar este artefacto a estas prácticas responsables en términos de medio ambiente.

Reunión con el profesor

Se realizó una reunión con el profesor Miguel con el objetivo de afinar los últimos detalles del taller que se llevaría a cabo en conjunto. El plan de clase ya había sido conversado y establecido con anterioridad. Primeramente, el taller iba a ser realizado por el mismo profesor hacia sus alumnos, sin embargo Miguel tuvo que realizar una salida a terreno a otro

lugar ese día lunes para el cual habíamos organizado la sesión. De todas maneras, los espacios de clases estaban disponibles para realizar la actividad, por lo cual se decidió quedar a cargo y realizar la actividad. En la reunión se revisaron las presentaciones con las cuales el profesor impartió las clases de contextualización de estos temas a los niños, revisando la información que el profesor dio en cada diapositiva, los comentarios y preguntas que hicieron los niños con respecto a cada una. Luego se conversó en torno al plan de clase, revisando en cada punto la mejor manera de comunicar los conceptos e ideas, la forma más adecuada de hablarle a los niños para que estos se entusiasmen y participen. El profesor sugirió que para el grupo de la mañana, se realizara una actividad de cierre que él realiza con los niños cada clase. Esta actividad consiste en que los alumnos dibujen lo que aprendieron durante la clase, que dibujen alguna idea en torno a la materia, o bien que plasmen en un dibujo sus pensamientos

o emociones que obtuvieron a partir de lo visto en la clase. Según el profesor, de esta manera, los niños incorporan y elaboran de mejor manera la nueva información y los aprendizajes.

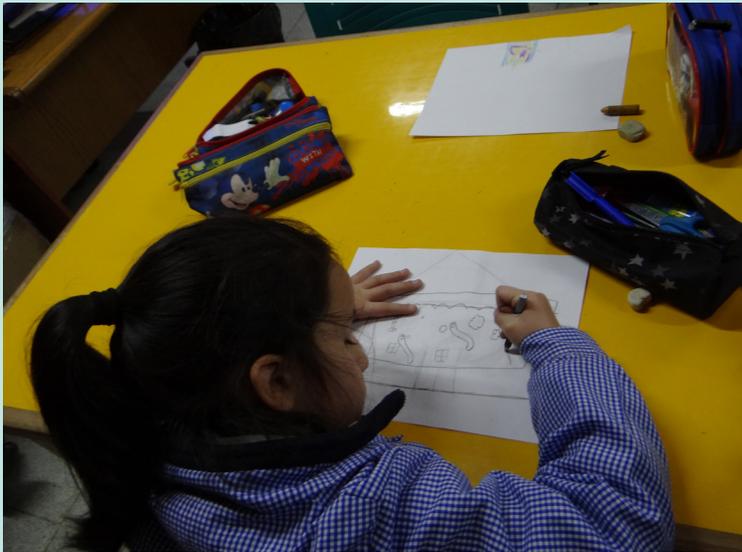
Para ambas sesiones, se contó el apoyo presencial de la profesora María Anguita, quien está a cargo de los talleres de ciencia de los cursos de básica. María determinó que la sesión de la mañana, con los cursos 1° y 2° básico, debía ser llevada a cabo en la biblioteca del Liceo y no en el Fab Lab. Esto se debió a que consideró que los niños más pequeños no debían abandonar las instalaciones del Liceo para esta ocasión.

Actividad con los niños

I Cursos: 1° y 2° básico
Horario: 11:30 a 13:00
Lugar: Biblioteca del Liceo

En el horario de la mañana se llevó a cabo la clase para los más pequeños. Esta tuvo lugar en la biblioteca del Liceo, donde se realiza la clase Apresto Científico normalmente. En la primera etapa de la clase se les mostró la presentación, recordando los conceptos que habían aprendido con el profesor en las clases anteriores. Los niños se manejaban de manera sorprendente en torno al reciclaje de residuos orgánicos, la creación de compost, la acción de las lombrices y el cultivo de plantas y vegetales, mostrando un gran entusiasmo en torno a estos temas. Luego se les presentó una imagen del huerto compostera, explicándoles que este fue creado a través del Fab Lab y que el artefacto quedará en el Liceo para ellos, mediante el cual podrán hacer su propio compost y cultivar diferentes vegetales y hortalizas. La mayoría de los niños ya conocía el Fab Lab y sus máquinas. En la segunda etapa de la clase se les hizo entrega de los prototipos a escala, los cuales fueron manipulados y armados por los niños. Luego se les presentó el artefacto en tamaño real, el cual provocó mucha emoción en los niños. A modo de cierre de la actividad y como recomendó el profesor, se les pidió a los alumnos que dibujaran lo aprendido.





Actividad con los niños

2 Cursos: 3° y 4° básico
Horario: 14:30 a 16:00
Lugar: Fab Lab Austral

Para la clase para los niños de 3° y 4° básico, la cual se efectúa en la tarde, sí se obtuvo el permiso de la profesora de planta María Anguita para llevar a los niños al Fab Lab. Al igual que al grupo de la mañana, se les hizo la presentación revisando los conceptos clave, los cuales tenían ya integrados y aprendidos. Luego se les presentó la imagen del huerto-vermicompostera, frente a la cual los niños entendieron sus partes y su funcionamiento. Se procedió a mostrarles los prototipos a escala, cuyas piezas pudieron analizar y armar, y después se les enseñó el diseño tamaño real, frente al cual también mostraron emoción y entusiasmo. A modo de cierre, se hizo una actividad para que los niños pudieran interactuar con la máquina láser y verla en acción. Como era de esperarse, los niños quisieron llevarse cada uno un ejemplar del prototipo a escala, sin embargo debido al acotado tiempo que se disponía, se optó por realizar un ejercicio de corte más simplificado y personalizado. Cada alumno pudo cortar en la máquina láser fabricando una placa con su nombre.





Conclusiones segundo viaje a terreno

A partir de la puesta en marcha del proyecto que se desarrolló en este segundo viaje a terreno, se pudieron obtener diversas conclusiones y también aprendizajes. Se reconocen aspectos que se pueden mejorar del proyecto y elementos que podrían sumarse para complementarlo, en cuanto a los diversos componentes del proyecto.

Diseño tridimensional

- La experiencia de fabricación del artefacto puso en evidencia lo importante que es considerar un diseño paramétrico en lugar de un diseño fijo. El modelo tridimensional original se diseñó en el software Fusion 360, construyendo cada pieza con un espesor fijo de 15 milímetros en su material estructural. No se contempló de antemano la posibilidad de alguna contrariedad, como lo fue el tener que modificar el diseño del artefacto a un espesor menor del material, lo cual afectó también a las dimensiones de los ensambles. Se tuvo que modificar pieza por pieza y también cada agujero de forma específica, lo cual tomó bastante tiempo. Esto se podría haber evitado si el diseño hubiese sido creado con un parámetro estandarizado para el espesor de las piezas, lo que también permite automatizar

la intersección entre dos piezas, con lo que se generan los encajes. De esta manera, el parámetro del espesor es modificable y de forma automática se adecúan todas las piezas y los encajes a cada espesor indicado. A modo de proyección se establece la parametrización del diseño, con el fin de facilitar la experiencia al usuario, pudiendo este ingresar en el software el espesor del material que tiene a disposición. Así, también se potencia un mayor alcance de este diseño open source, siendo más amigable para quien desee replicar el artefacto y ampliando su cobertura hacia más posibilidades de fabricación.

Actividad con los niños

- La instancia del taller realizado para los niños del curso “Apresto científico” resultó bastante positiva y de ella también se pueden extraer conclusiones y aspectos para afinar. Por circunstancias imprevistas, se tuvo la experiencia de dirigir el taller en primera persona, en lugar de que haya sido realizado por el profesor como se había planificado. A partir de esto, se pudo concluir de forma personal que los niños son unos grandes entusiastas en torno

al cuidado del medio ambiente, comprenden de manera sorprendente las problemáticas actuales relacionadas a los residuos sólidos orgánicos y también de todo tipo, muestran emoción por ser un agente de cambio e incorporar las prácticas de compostaje y cultivo en el colegio. Se confirma la importancia de una contextualización para el taller en torno a los temas de compost y cultivos, pues los niños recordaban los conceptos e ideas revisadas con el profesor Miguel en las clases anteriores, relacionándolas con el huerto-vermicompostera y entendiendo la función que cumple el artefacto.

- El tiempo que se dispuso para cada sesión (una hora y treinta minutos) resultó algo acotado, faltando tiempo para cubrir de manera profunda el uso de la vermicompostera y los cultivos. Los niños comprendieron ambas funciones presentes en el objeto, sin embargo habría sido provechoso entrar en detalle en cuanto al uso a lo largo del tiempo. De todas maneras, resulta fundamental el acompañamiento por parte del docente durante los procesos y ciclos de estos componentes, para que los niños integren la interacción con el artefacto como una misión que requiere responsabilidad y compromiso.

Elementos complementarios

- Se pone en evidencia la necesidad de generar material de apoyo para la utilización y mantención de los componentes del artefacto. Este material complementario debe contener información escrita y visual, que se complementen entre sí. La creación de un manual podría ser sumamente beneficioso, comportándose como una guía tanto para el docente como para los alumnos. Este manual debe transmitir la forma correcta de armado del artefacto, el sellado del material para alargar su vida útil, el modo de preparar y mantener el contenido de las vermicomposteras, los tiempos de los ciclos, el proceso de cultivo, el uso de los líquidos lixiviados, entre otros aspectos. Esta guía se muestra como un componente fundamental del proyecto, ya que la fabricación del artefacto y el taller que se realizó con los niños consiste solo en una parte de la ejecución del proyecto, siendo igualmente importante

el uso del artefacto a lo largo del tiempo, el cual será llevado a cabo durante el segundo semestre escolar. El profesor debe conocer el modo de uso y transmitirlo constantemente a los niños, para que prosperen los resultados del vermicompostaje y de los cultivos.

- Surge la idea de la creación de un diario de registro de los procesos de vermicompostaje y de cultivo, diario que estaría diseñado para los niños. Este diario de registro se convierte en una estrategia de seguimiento, con el cual se pueden observar los cambios y el progreso que se genera a lo largo del proceso. Esto podría fomentar una mayor participación por parte de los niños, que surge desde la motivación que significa ver que su trabajo tiene resultados visibles y que los procesos van progresando.

Apreciaciones y comentarios del profesor

Igualmente importante que las conclusiones personales obtenidas de esta experiencia, resultan las apreciaciones y conclusiones por parte del profesor Miguel Troncoso, como el aliado clave para la realización del proyecto.

Por esta razón, una vez ya finalizado el segundo viaje a terreno, se le realizó una breve entrevista por escrito con el fin de conocer los comentarios y valoraciones del docente. Se le preguntó, por un lado, su opinión con respecto a la importancia de la educación ambiental, y por el otro lado, con respecto a la propuesta de este proyecto en particular.

1. A partir de tu experiencia como educador en el Liceo DMG, ¿cuál es tu opinión en cuanto a la posibilidad de, a través de los niños, comenzar a cambiar nuestro comportamiento como humanidad hacia una mayor consciencia ambiental?

M.T: Me he impresionado de las altas posibilidades de incidir en el discurso cotidiano por medio de la educación. En el caso de estudiantes esto tiene un efecto multiplicador, ya que al desarrollar los contenidos de valoración y conservación de la biodiversidad local piensan, cuestionan y evalúan nuestro actuar, las conversaciones son desarrolladas en forma familiar.

2. ¿Cuáles han sido los contenidos de la asignatura Apresto Científico durante el primer semestre?

M.T: Este año en “Apresto científico” Comenzamos el año trabajando los secretos de la observación en la ciencia. Continuamos con el reconocimiento de plantas habitantes de la Isla y el uso de las lupas. Aprendimos plantas nativas de la Isla navarino. Conocimos el problema del plástico en el mar y como tomar acciones locales al respecto. Reconocimos el rol ecológico de los musgos y el ecosistema de turbera. Hablamos sobre la degradación del suelo. Luego conocimos el problema relacionado a los desechos orgánicos en los vertederos siguiendo con el trabajo sobre desechos orgánicos y el uso de composteras. Por último recordamos los contenidos desarrollados en el año y generamos una maqueta de hábitats.

3. ¿De qué manera el proyecto puede aportar a la clase Apresto Científico y al aprendizaje de los niños de forma general?

M.T: Este es un trabajo a largo plazo, ya que el contenido debe ser desarrollado, acogido y familiarizado, es por ello que los conceptos ecológicos se desarrollan en ciclos de actividades por medio del desarrollo de la empatía y actividades que involucren el encuentro directo. Es verdaderamente inspirador sentir que estudiantes desarrollen los contenidos trabajados en su discurso, recuerdos y acciones; es por ello que el proyecto de título relacionado al vermicompostaje cobra alto sentido, los estudiantes una vez que aprenden teóricamente respecto al reciclaje de nutrientes desarrollarán el ciclo de forma interactiva y en conjunto observando los cambios en el estado de

la materia y visualizando el ciclo de producción de los alimentos de forma sustentable, sostenible y autónoma. Una vez que crezcan las plantas estas serán utilizadas con distintos fines visibles para estudiantes que pueda cerrar el ciclo.No solamente se integra esta actividad al curriculum y a los objetivos desarrollados por el Programa de Conservación Biocultural Subantártica, sino que contar con la actividad, el diseño para la multiplicar la vermicompostera, el instructivo de uso y la posibilidad de llevar una de ellas a Puerto Toro (el asentamiento más austral del mundo) demuestra de este proyecto una responsabilización ante el conocimiento generado.

En un lugar donde los productos generan altas huellas de carbono la posibilidad de producirlas autónomamente es la dirección hacia la cual caminar.

11-

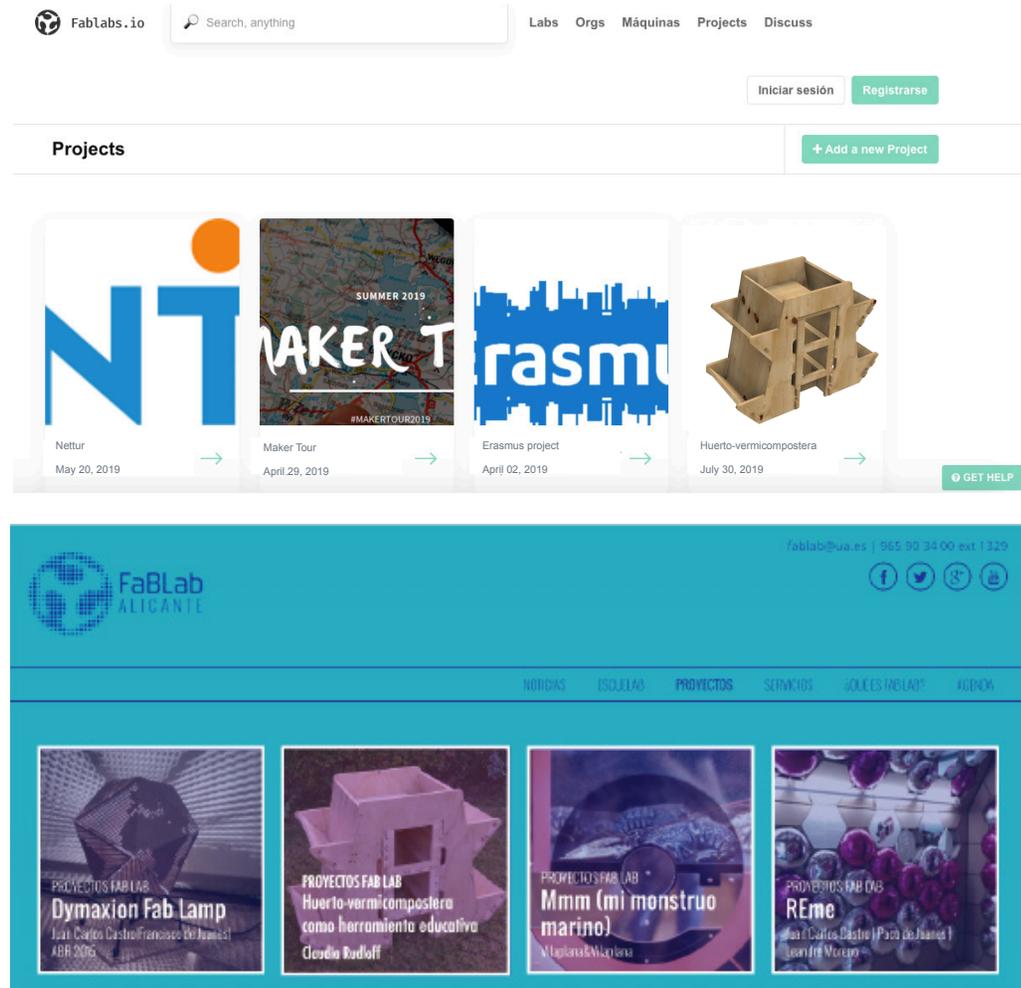


PROYECCIONES

Proyecciones del proyecto

I Archivos open source

Este proyecto no posee fines comerciales y se inserta en la lógica Open Source, inherente al mundo de los Fab Labs y de la fabricación digital. Es por esto que el diseño del artefacto físico y el plan de clase se suben a las diversas plataformas web en las que se comparten este tipo de proyectos. Se deja gratuitamente a disposición de quien desee tomar este diseño, modificarlo y replicarlo.



2 Estrategia de difusión

Se pueden generar estrategias para dar a conocer el proyecto y difundirlo, a través de redes sociales. La finalidad es lograr generar a partir del proyecto una red de usuarios que pongan en práctica esta instancia de educación mediante la experiencia de vermicompostar y cultivar. Se busca llegar a la mayor cantidad de potenciales usuarios, principalmente profesores de colegios con interés y motivación por transmitir a sus alumnos estas nuevas prácticas de responsabilidad ambiental, a través de la práctica vivencial que ofrece el artefacto.

3 Municipalidades

El proyecto, bajo su enfoque educativo, podría ser dado a conocer en Municipalidades de diversas comunas que presenten interés o iniciativas educativas y/o ambientales como la de este proyecto. Podría trabajarse con colegios y liceos, insertando este proyecto en el currículum escolar, de manera que se encuentre inserto y apoyado recíprocamente por materia y asignaturas relacionadas a la ecología, tecnología, ciencias naturales, entre otras.

12-



CONCLUSIONES

Conclusiones

A modo de cierre, se puede decir que la experiencia que significó la realización del proyecto fue desafiante y a la vez enriquecedora. Se descubre que es posible generar un proyecto con un impacto en la vida de las personas y que sea un aporte hacia generar conciencia en la gente, con la finalidad de construir una sociedad más responsable con el planeta. A través de la experiencia junto a los niños del Liceo Donald Mc Intyre de Puerto Williams, se da cuenta de la emoción por parte de los niños ante nuevas ideas y también se revela un interés en las nuevas generaciones por combatir los problemas medioambientales actuales. De manera sorprendente, los niños conocen las problemáticas de los residuos, del daño a las especies naturales y la responsabilidad que tenemos las personas al respecto. Además conocen y manejan las opciones concretas que se pueden llevar a cabo para ser personas más responsables y ecológicas.

Dirigiéndose a un análisis más crítico en torno a las metas del proyecto, se puede decir que se detectan diversos logros alcanzados por el proyecto y también aspectos que no fueron resueltos o cumplidos en su totalidad.

Algunos aspectos logrados del proyecto fueron la creación de redes y conexiones con personas clave de Puerto Williams, quienes tienen cargos relevantes a la hora de aprobar y ejecutar un proyecto que involucre a la comunidad. Contando con el apoyo de docentes, de la Coordinadora Ambiental del Liceo y del jefe del Departamento de Administración de Educación Municipal de la localidad, se extrae que el proyecto coincide y aporta a las necesidades e intereses de la comunidad de Puerto Williams y sus instituciones.

Otro aspecto logrado corresponde a la instancia educativa que se generó junto a los niños del curso “Apresto Científico”, la cual se desarrolló acorde a lo esperado, pese a que hubo que adecuarse en algunos puntos. Se obtuvo una gran participación e

involucramiento por parte de los alumnos.

El proceso de fabricación del artefacto, pese a haber presentado una dificultad inicial importante, pudo ser eficazmente resuelto a través de su fabricación en la máquina de corte láser. Esta situación tiene dos perspectivas. Por un lado, se evidencia una falta de preparación y planificación, sin embargo, también resulta una situación que abrió nuevas posibilidades de fabricación del mismo artefacto. A partir de esto, se amplía el alcance de fabricación del objeto físico, pudiendo ser replicado a través de dos opciones de máquina (router CNC y corte láser) y no solo una. El usuario puede disponer de una u otra máquina y podrá replicar el objeto.

En cuanto a los aspectos que no fueron logrados de forma total, se dirigen en parte a que faltó tiempo para comprobar una efectividad real de los procesos de vermicompostaje y cultivo que se proponen a través del artefacto. Estos sólo serán comprobados una vez que en artefacto se encuentre en uso y funcionamiento, lo cual se desarrollará en el segundo semestre escolar.

Por otro lado, la experiencia puso en evidencia la importancia de crear material de apoyo para el docente y para los estudiantes. Se toma la responsabilidad de completar el proyecto con la creación de estos elementos de apoyo. Uno de estos elementos es un manual de fabricación, ensamblado y uso del artefacto y sus componentes, dirigido a los docentes que guiarán las actividades relacionadas al artefacto durante el segundo semestre. El otro elemento que se plantea corresponde a un diario de seguimiento para los niños, en el cual ellos puedan registrar periódicamente los avances del estado de las vermicomposteras y luego de los cultivos. Además, este diario sirve de seguimiento para medir la efectividad del proyecto de los componentes, a través de datos cualitativos y cuantitativos. Para asegurar un desarrollo y continuación del proyecto en el Liceo DMG, resulta elemental crear estos materiales complementarios.

13-



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referencias bibliográficas

Agencia de Desarrollo Económico y Comercio Exterior, Municipio Capital de La Rioja (2002). Lombricultura, una alternativa de producción. Extraído de: <https://www.biblioteca.org.ar/libros/88761.pdf>

Boadas, A. (2011). Islas e insularidad geográfica. Terra Nueva, XXVII (Enero-Junio). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/721/72119117007.pdf>

Charter, M., Keiller, S. (2014). Grassroots Innovation and the Circular Economy A Global Survey of Repair Cafés and Hackerspaces. The Centre for Sustainable Design® University for the Creative Arts. Recuperado de: <https://research.uca.ac.uk/2722/1/Survey-of-Repair-Cafes-and-Hackerspaces.pdf>

Diseño UC (2019). Inauguración Fab Lab Austral. Recuperado de: <https://diseno.uc.cl/inauguracion-fablab-puerto-williams>.

Economía y Negocios (2017). Agricultores de Puerto Williams logran cultivar las lechugas más australes del mundo. Recuperado de: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=425298>

Economía y Negocios (2019). Puerto Williams ya tiene un Fab lab: un espacio para fabricar allá lo que se necesite. Recuperado de: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=539938>

Ellen MacArthur Foundation (2013). Towards the Circular Economy, I. Recuperado de: <http://www.thecirculareconomy.org>

Fundación Chile (2018). Economía circular desafía a mantener el valor de los recursos. Recuperado de: https://fch.cl/economia-circular-desafia-mantener-valor-los-recursos/?gclid=EAlaQobChMIwYDU0MHZ3glVDoaRChI-zgCFEAAAYASAAEgKC4PD_BwE

Fundación Chile (2016). La mitad de los residuos domésticos en Chile son orgánicos. Recuperado de: <https://fch.cl/la-mitad-los-residuos-domesticos-chile-organicos/>

Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution, 91 Foreign Aff. 43. Recuperado de: <http://cba.mit.edu/docs/papers/12.09.FA.pdf>

Haas, W., Krausmann, F., Wiedenhofer, D. Heinz, M. (2015). How Circular is the Global Economy?: An Assessment of Material Flows, Waste Production, and Recycling in the European Union and the World in 2005. Recuperado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jiec.12244>

Hunter, J., Jones, S. (2019). One School One Planet Vol. 2: Permaculture, Education and Cultural Change. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=uzGSDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=permaculture+kid>

Indap, Ministerio de Agricultura (2018). Entregan invernadero Metalcom y policarbonato más austral del mundo en Puerto Williams. Recuperado de: <http://www.indap.gob.cl/noticias/detalle/2018/07/03/entregan-invernadero-de-metalcom-y-policarbonato-m%C3%A1s-austral-del-mundo-en-puerto-williams>

Indap, Ministerio de Agricultura (2016). Inyectarán recursos para aumentar la producción hortofrutícola en la Región de Magallanes. Recuperado de: <http://www.indap.gob.cl/noticias/detalle/2016/08/04/aumentan-recursos-para-mejorar-la-produccion-C3%B3n-hortofrut-C3%ADcola-en-regi-C3%B3n-de-magallanes>

Kohtala, C. (2016). Making “Making” Critical: How Sustainability is Constituted in Fab Lab Ideology, 375-394. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14606925.2016.1261504?scroll=top&needAccess=true>

Kroeger, J., Myers, C., Morgan, K. (2019). Nurturing Nature and the Environment with Young Children: Children, Elders, Earth. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=_QqWdWAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT144&dq=permaculture+kids&ots=WxzkcshsAf&sig=bqvkBV-OVtywkc0GD9MYCCLnwL8#v=onepage&q=permaculture%20kids&f=false

Magallanews (2017). Orgullo regional: Agricultora de Puerto Williams cultiva las lechugas más australes del planeta. Recuperado de: <http://www.elmagallanews.cl/noticia/sociedad/orgullo-regional-agricultora-de-puerto-williams-cultiva-las-lechugas-mas-australes->

Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile. (2018). Educación ambiental para la sustentabilidad: síntesis para el docente. Recuperado de: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-Docentes-EA_web.pdf

Mollison, B. (1979). Permaculture Two; Practical Design for Town and Country in Permanent Agriculture. Recuperado de: http://library.uniteddiversity.coop/Permaculture/Bill_Mollison-Permaculture_Two-Practical_Design_for_Town_and_Country_in_Permanent_Agriculture.pdf

Núñez, A., Arenas, F., Brigand, L., Escobar, H., Peuziat, I., Salazar, A. (2010). Territorialización del aislamiento geográfico: criterio ambiental para una nueva representación territorial en la Región de Aysén. Recuperado de: http://geografia.uc.cl/images/academicos/A_salazar/Nuez-Arenas_et_al-2010.pdf

La Tercera (2019). Puerto Williams, epicentro de la investigación “glocal”. Recuperado de: <https://www.latercera.com/opinion/noticia/puerto-williams-epicentro-la-investigacion-glocal/616828/>

Prensa Antártica (2011). Comunidad yagan en alerta por contaminación de vertedero municipal de Puerto Williams. Recuperado de: <https://prensaantartica.com/2011/09/13/comunidad-yagan-preocupada-por-contaminacion-de-vertedero-municipal-de-puerto-williams/>

Vermican (2019). Manual de vermicompostaje. Recuperado de: <https://ecompostaje.com/download/manual-vermicompostaje-vermican/>

Whitefield, P. (1993). Permaculture in a Nutshell. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=ms6Vo5RdvI0C&oi=fnd&pg=PP11&dq=permaculture+kids&ots=TRsNL7jSSv&sig=YxX8ZfzSTVo-sz045X4HUymDSts#v=onepage&q=permaculture%20kids&f=false>

14-



ANEXOS

Entrevista a Yanira Nanjari

(25 de febrero de 2019)

CR: ¿Me podrías contar acerca del enfoque ambiental del Liceo y tu rol dentro de este enfoque?

YN: El colegio tiene dos sellos, uno es el sello científico ambiental, y el otro el sello intercultural, que tiene que ver con la posición en la que estamos, con la cultura yagán, etc. Esos dos ámbitos son el eje, el pilar del colegio. Están en el PEI del colegio, que es el Proyecto Educativo Institucional, y en el PMS, que es el Programa de Mejoramiento Académico. Esas dos cosas son como el ADN del colegio. Este es el proyecto educativo del Liceo DMG. Como tiene la parte científico ambiental, el colegio tiene que tener estrategias para provocar conciencia ambiental en nuestros estudiantes, y la parte científica y la parte intercultural. Lo que yo voy a comenzar ahora en marzo, es un trabajo como Coordinadora Ambiental. En primera instancia, lo que yo conversaba con la directora, era realizar un proyecto de voluntariado para hacer actividades con los estudiantes. La idea es tomar el Currículum de cada uno de los niveles, y ver cómo podemos aplicar la estrategia ambiental del Liceo. Hay varios profesores que son entusiastas del medio ambiente.

CR: Qué bueno que hayan profesores interesados en transmitir estos valores. Yo he estado conversando con el profesor Miguel y también mostró entusiasmo hacia mi idea y mi proyecto.

YN: Si, el Miguel hace un taller con los niños desde hace un par años, el taller es con respecto a la ecología, temas medioambientales. Miguel tiene eso de entusiasmar a los niños. Ellos tienen el Taller Omora, pero para el Ministerio del Medio Ambiente este taller es como algo externo.

CR: ¿Y crees que mi proyecto cabría dentro de esta línea?

YN: Súper bueno que estés acá, porque yo tenía varias ideas y mejor aún si tu quieres trabajar con estas ideas. Un proyecto como el que me cuentas va a tener buena recepción, porque calza con nuestro plan educativo. Tú quieres trabajar con compost y huerto, nosotros tenemos un invernadero acá en el Liceo, está vacío, no se ha ocupado hace tiempo. Un problema para hacer huertos es la tierra. La gente compra tierra o va a buscarla al bosque y saca la primera capa. Acá no hay buena tierra. Y por el lado de los residuos orgánicos, se podría aprovechar para incentivar la comida saludable, que los niños traigan

más fruta, etc. Yo toda la disposición del mundo en apoyarte en lo que pueda.

CR: Buenísimo. Y en torno al tema del huerto, ¿hay alguna limitante en cuanto a las condiciones climáticas de acá?

YN: Se puede cultivar, de todas maneras, pero eso sería el segundo semestre. A partir de agosto queremos comenzar con el tema vegetal y para cultivar hay que esperar a que haya un poco de mejor clima. En invierno es complicado lograr algo. Igual uno podría pensar que acá no crece nunca nada, pero uno se sorprende. Hemos hecho visitas a distintas casas, y tienen todas sus plantas afuera, grosellas, y también plantaciones de diferentes cosas en invernaderos.

Entrevista a Carlos Soto

(18 de junio de 2019)

CR: ¿Cuál es tu rol dentro del proyecto Emaa?

CS: A mi me incorporaron como coordinador local del proyecto, por un tema de que ellos siempre estaban viajando, yendo y viniendo, para tener a alguien acá, dejarme tareas para trabajar con la comunidad e ir avanzando. Necesitaban una persona de acá, local. Porque yo trabajo hace años acá en la Biblioteca Municipal. Yo estudié administración de empresas y gastronomía. Mi trabajo en el proyecto Emaa es más los fines de semana.

CR: Quería preguntarte acerca de cómo funciona la agrupación, quiénes participan, etc.

CS: Somos cerca de 20 personas, nos juntamos los días sábado. Ahora estamos en un proceso de formalización para postular a un proyecto para compra de semillas, y fondos para lo que necesitamos. Cuando empezó el proyecto Emaa, fueron cerca de dos semanas en las que se hicieron cursos de compostaje, reconocer suelo, hablar de semillas, sistemas de riego. Esto fue en marzo. Y se empezó a trabajar en el invernadero. La idea es que a futuro, una vez que ya se conforme la agrupación, lograr una segunda nave de invernadero. Empezar a trabajar en la recolección y reducción de residuos. Porque sería súper importante trabajar por ejemplo

con los mini market, los mercados, empezar a separar la materia orgánica. De esa forma se aporta a esta agrupación de agricultores.

CR: ¿Me podrías contar un poco sobre la idea o la inquietud a partir de la cual surge el proyecto Emaa?

CS: Emaa nació a raíz de la limitante que existe hoy en día de poder adquirir productos frescos aquí en Puerto Williams, en la isla en general. Porque hoy en día tú no puedes decir que los productos que llegan en el ferry son frescos. Llega la lechuga que cortaron hace una base de tres días, pensando sólo en el tiempo que toma el tema el transporte. Pero sumado a eso, quizás cuántos días más tiene para atrás. Todos los productos son así. Entonces no es fresco. Imagínate un cilantro, un perejil que llega acá llega lacio, y rescatas solo el 50% del producto, más el valor agregado que tiene el producto acá. Por lo tanto tienes casi un 70% de recargo, sobre el valor que realmente se vende en otras ciudades.

CR: Averigüé que hay personas que han podido comenzar a cultivar aquí. ¿Me podrías contar acerca de eso?

CS: Hay estancias acá, aledañas a Puerto Williams, está la señora María de la estancia Lum, que tiene

un invernadero. Está la señora Gina acá abajo, que ella siembra al aire libre y ha cosechado alcachofas. A ese nivel. Pero ella se va a Punta Arenas en la temporada de invierno por las heladas, donde tiene más dificultad cultivar. El problema de la señora María la cantidad de suelo. Ella tiene una capa de unos 10 centímetros de tierra, sobre lo que tiene abajo que es arcilla. Con eso es suficiente para sacar lechugas, sacó dos o tres tipos de lechuga, zapallo italiano, cilantro, colinabo, repollo, frutillas, no me acuerdo que más. Entonces el único problema de ella era el espacio, decía que si tuviera más espacio, podría sacar más cosas. La señora Gina, que tiene otra estancia, en este momento no me acuerdo el nombre, pero ella tiene cuatro invernaderos grandes.

CR: ¿Esos invernaderos son de Metalcom?

CS: El último es Metalcom, los otros son de madera y bien artesanos, hechos por las mismas familias, con estructura de madera. Pero resisten los embates del clima, te digo, la acumulación de nieve por ejemplo rompe el nylon, pero ella pone una malla y con la estructura, ahí se acumula la nieve pero no se rompe. Y igual sigue permitiendo la entrada de luz. Entonces, basándonos en la experiencia de ellos y

tratando de revivir el antiguo invernadero municipal que está acá abajo. Quisimos revivir ese invernadero, porque antiguamente para Puerto Williams, ese invernadero era un tremendo avance tecnológico. Tiene panel, tiene una caldera para calentar, como calefacción.

CR: ¿Ese invernadero municipal desde cuándo está?

CS: Mira, nosotros tenemos data desde el 70. Que es súper antiguo. Los materiales son de esa época. Por eso, imagínate que tenía panel, panel eléctrico para regular la temperatura de aire y de la tierra. Debajo de la primera capa de tierra tiene un sistema de tuberías para calefaccionar la tierra. Pero ese sistema es muy antiguo, ya no funciona. Hablaba yo con el papá de uno de los funcionarios municipales y ellos cosecharon tomates, imagínate 40 años atrás, cosecharon tomates. Claro que bajo otras condiciones climáticas. Hoy en día podemos ver un calentamiento global aquí. Antiguamente, hace 10 años atrás, en esta misma fecha, estábamos tapados en nieve. No andaba ningún vehículo por las calles, porque no podían andar. Hoy en día hemos tenido 7 u 8 grados aquí. Ha cambiado demasiado el tema del clima. Entonces en esos tiempos tenían que calefaccionar la tierra, se les congelaba

todo, entonces era distinto. Quizás ahora no es fundamental esa calefacción.

CR: ¿De qué material está hecho el invernadero?

CS: El invernadero es de fibra de vidrio, pero hay un proyecto con el que se quiere cambiar por policarbonato. Es un material más transparente y mejor aislante. La fibra de vidrio ya está quemada y no da el suficiente traspaso de luz solar.

CR: ¿Me podrías contar más acerca de cómo se llegó a instalar los invernaderos Metalcom?

CS: Los de Metalcom y policarbonato fueron gracias al programa de INDAP. Eso es importante, que hoy en día INDAP está trabajando con todos estos pequeños agricultores para que mejoren su producción. Y que tengan la suficiente capacidad como para empezar a abastecer a Puerto Williams con otro tipo de productos.

CR: Claro, para no depender tanto de afuera.

CS: Claro, sino la dieta se transforma en súper básica, y es carne, arroz, fideos. Antiguamente era así. El tema es ir cambiando un poco eso y tomar independencia con cierta cantidad de productos. Un ejemplo es que el viernes fui a comprar al

supermercado, y vi una cantidad de cebollines en camino a la basura. Así textual. Me dijeron que no, que estos se van a la basura. Lo miré y le dije, acá puedo rescatar la mitad. El caballero me dijo ¿los quiere? se lo vendo a mitad de precio. Y yo le dije que ya, entonces se los compré a \$1000 pesos cada uno, de los que en realidad cobran \$2500 acá. En Punta Arenas y me imagino que en Santiago también, los encuentras a mil pesos. Acá salen más del doble de plata. Entonces me llevé los cebollines, para picarlos y congelarlos. Me llevé como cinco matas. No tanto para ahorrar, sino que, ¿para qué malgastar algo que todavía sirve? De esa mata rescaté la mitad de los cebollines.

CR: Por último que los pedazos que no se encuentran en buen estado, vayan al compost, ¿o no?

CS: Exactamente. Yo le pregunté qué hacía con los otros productos que van quedando, y me respondió que van a la basura. Ahí yo le propuse, si le pasaba un tacho y que todos los productos en vez de botarlos a la basura, que los tire ahí. Y el señor me dijo que le parecía bien. Entonces aquí de nuevo engancho con el proyecto Emaa, aquí tenemos un lugar donde sacar más materia orgánica para hacer el compost. Es bueno el proyecto Emaa. Con Patricia trajeron

dos relatores de El Manzano, Grifen y Carolina, que son expertos en permacultura. Ellos analizaron y empezamos a trabajar en la recuperación del invernadero. Grifen, haciendo un análisis basándose en su experiencia, dijo que el suelo estaba bastante bueno, dentro del invernadero, pero también que era interesante mejorar el suelo con compost.

CR: ¿En qué estado se encontraba el invernadero? ¿Había crecido vegetación, estaba pelado?

CS: Era una cama de ortigas. Pero el que haya ortigas era un buen indicio, había tierra fértil ahí.

CR: En cuanto al proyecto Emaa, ¿me contarías cómo están trabajando?

CS: Estamos avanzando bastante bien, y en este minuto nos estamos abocando a hacer compost. Compost caliente. Vamos armando el pastel con una cama de estiércol, de paja, de materia orgánica y güiro, que es un alga. Esa la sacamos de las orillas pero un poco más lejos. Acá la orilla está muy contaminada por todo el tema del puerto. Entonces vamos a recolectar, ahí los cortamos en pedazos. En eso estamos trabajando ahora, cosa que en agosto ya empezamos a hacer la siembra, que se hace ahí mismo en el invernadero. Aparte de

preparar el suelo, estamos aireando la tierra. Antes estaba compactada, así que hemos tenido que ir levantándola, ablandando. Así las raíces pueden crecer hacia abajo, sino crecerían hacia los lados, ya que no podrían abrirse paso hacia lo profundo. Yo creo que ya la próxima semana vamos a empezar a mezclar el abono que tuvimos como resultado del compost, con la tierra que hay ahí.

CR: Y después entonces viene el ciclo de siembra, ¿qué tipo de productos tienen pensado cultivar?

CS: Claro, luego viene la siembra y después esperar a que podamos cosechar. En base a eso también, uno de los profesores que estuvo acá, él empezó buscando sembrar productos que se den en similares condiciones, en zonas frías. Él trajo la semilla del colinabo, y este crece acá fabuloso. Se puede hacer guiso, ensalada. Está considerado como un súper alimento, para empezar a cambiar la dieta e introducir productos nuevos, y salir de la papa, zanahoria y zapallo. Es rico poder comer una lechuga verde, rica, fresca. No como las que llegan, medias blancas, feas. No están en buen estado. Los tomates que llegan son pálidos.

CR: Me parece buenísimo el proyecto, y también las proyecciones a futuro que me contabas, para crecer cada vez más. Además, para ser más conscientes con los residuos orgánicos.

CS: Sí, totalmente. De hecho, proyecto Emaa tiene un gran potencial. La gente está motivada, tenemos gente de distintas edades, por ejemplo la señora Gina que ya es de la tercera edad, y también jóvenes. Hemos avanzado hartito.

Entrevista a Yanira Nanjari

(18 de junio de 2019)

CR: ¿Me podrías hablar de tu experiencia trabajando en Medio Ambiente?

YN: Yo el año pasado trabajé en Medio Ambiente en la Municipalidad. El Municipio de estaba certificando ambientalmente, porque existe el SCAM, que es el Sistema de Certificación Ambiental Municipal, y en ese momento tenían el nivel básico, entonces necesitaban obtener la certificación intermedia. Me contrataron para obtener esta certificación. Y después, en una conversación con el Alcalde, como yo era profesora me ofreció el otro puesto acá en el colegio. A partir de marzo comencé con el cargo de Coordinación Ambiental del Liceo. Existe un sistema que es el SNCAE, que es el Sistema Nacional de Certificación Ambiental de Establecimientos Educativos, que va muy ligado con la certificación municipal que te contaba. De hecho, por ejemplo varias de las cosas que se realizan en la certificación municipal, tienen que generarse también aquí en el Liceo. Una de esas tareas es arman Comités Ambientales. En ambos lados teníamos que ver los mismos temas. Además, varios de los integrantes de un comité, por ejemplo quieren participar también en el otro. Eso es bueno, mientras más gente entusiasta haya, mejor.

CR: ¿Y qué es lo que hacen estos Comités?

YN: Lo que se hace es tomar líneas de trabajo. Por ejemplo, yo les presento el plan de trabajo del colegio, a partir de una matriz que te entrega el SNCAE. Tenemos que tener eficiencia energética, trabajar residuos sólidos, trabajar el tema vegetal, y así, distintas áreas que tienen que ver con gestión ambiental, con el currículum del aula, etc. Entonces yo le hago una propuesta de trabajo al Comité.

CR: ¿En el comité participan también alumnos?

YN: Sí, en el Comité de acá del Liceo, participan miembros del Centro de Alumnos, del Centro de Padres, profesores, y de otros organismos.

CR: ¿Qué actividades se han realizado aquí en el Liceo de acuerdo a estas líneas de trabajo?

YN: Aquí hemos trabajado con CONAF, por ejemplo hicimos una exposición de reciclaje, trabajamos un día de comida saludable. Una de las áreas también es de los residuos sólidos. Este año empezamos a hacer la segregación de residuos. En algunas salas los niños tienen cuatro tachos, por iniciativa de cada curso, de distintos colores para separar la basura. Lo orgánico también lo empezaron a separar porque

nos trajeron un balde para meter los residuos orgánicos y poder hacer compost, pero está un poco abandonado, no se incentivó mucho su uso.

Otra iniciativa que se está haciendo acá con los residuos sólidos son los ecoladrillos, que son botellas rellenas con residuos plásticos bien apretados. Eso sí se incentivó harto, por ejemplo en el quinto básico se le pidió a todos los niños que trajeran un ecoladrillo bien hecho. Se les mostró uno que está bien hecho, y otro que no estaba bien hecho, que no estaba bien relleno y con las basuras como sueltas.

CR: Veo que es importante la parte del incentivo. En cuanto a los residuos orgánicos, ¿se piensa también incentivar a los niños para que traigan sus frutas, cáscaras?

YN: Sí, de hecho estamos haciendo que los miércoles sea el día de traer colación saludable. Ahí tienen que traer sus frutas. Yo he inventado algunas técnicas de incentivo, por ejemplo a los niños que traen sus frutas los dejo salir unos minutos antes al recreo. Al principio a varios se les olvidaba, y yo dejaba salir sólo a los que traían la colación saludable. A la semana siguiente, los niños me decían “mire profe,

traje mi manzana”. Y así se fueron entusiasmando, como veían que efectivamente los dejaba salir un poquito antes.

CR: ¿Tú crees que mi huerto-vermicompostera tendrá buena recepción por parte de los niños?

YN: De todas maneras, porque cuando viniste en el verano y me hablaste de tu idea, justo, no podría haber calzado mejor, porque este tipo de cosas hace bien y porque desde distintas aristas estamos haciendo cosas con respecto al trabajo medioambiental. Algo súper importante es todo el tema de la vegetación aquí en Williams. Aquí la gente tiene mucho temor de plantar, por ejemplo, por las condiciones climáticas. Y los niños son los más entusiastas con el tema. Siempre.

CR: Claro, y también son los niños los que pueden cambiar la situación para un futuro mejor, más sustentable.

YN: Justamente. Y el tema ambiental es algo urgente, no es algo para esperar sentado en los laureles, que pase lo que pase. Es un tema preocupante, hay mucho que hacer ahí. Fíjate,

estamos en uno de los últimos lugares poblados en el mundo, y somos privilegiados. Imagínate, tenemos un Fab Lab ahora. Ese tipo de iniciativas, en realidad todo tipo de iniciativas, son buenísimas. Con el tema de la basura piensa que, sobre todo en una isla, los residuos se van acumulando. El tema del vertedero es potente también.

Entrevista a Alejandra Montaña

(18 de junio de 2019)

CR: ¿Podrías hablarme de tu experiencia como profesional trabajando en Puerto Williams?

AM: Yo llegué a trabajar en el colegio hace dos años como apoyo a los niños de integración con el programa PIE, que son niños con necesidades educativas especiales. Este año entré a labores administrativas en la UTP, que es la Unidad Técnica Pedagógica, estoy a cargo del Fab Lab como vínculo entre el laboratorio y educación, ya que necesitaban a alguien del colegio para estar a cargo del laboratorio. Eso sí, este año igual estamos como en una marcha blanca, de adquirir conocimientos, recibir capacitaciones, para que a partir del próximo año el colegio con sus asignaturas pueda vincularse con el laboratorio.

CR: ¿De qué manera se piensa hacer esta vinculación entre las clases y el Fab Lab?

AM: Por ejemplo se quiere partir con la asignatura de educación tecnológica. Esa asignatura está, pero se sigue abordando desde una mirada más bien obsoleta, entonces se sigue trabajando con la tijera, con el pegamento. Se espera mejorar estas condiciones para el otro año y poder vincular la asignatura con el Fab Lab. Que los niños puedan crear desde el colegio, y luego venir a ejecutar al laboratorio, por ejemplo.

CR: ¿Y en el Liceo cuentan con una sala de computación donde los niños podrían crear sus ideas y diseños? ¿O aún está en estado de proyecto a futuro?

AM: Los laboratorios de computación no están habilitados, no tenemos internet. Los computadores están ahí desde hace mucho rato, pero fueron comprados por lo que yo tengo entendido, sin sistema operativo ni nada. Entonces la persona tiene que habilitarlos para el funcionamiento. En el colegio se va a tener un laboratorio con 45 computadores, donde por ejemplo al menos va a estar el programa Rhino, que ya compraron la licencia para todos los computadores del colegio. Así los niños ya al menos pueden trabajar individualmente en sus proyectos y venir acá a ejecutarlos.

CR: Tengo entendido que ya han traído a los niños a conocer el laboratorio. ¿Me podrías contar de eso?

AM: Hemos venido con cursos completos acá, pero son de 25 niños hacia arriba, entonces ya a lo más podemos tener dos niños por computador trabajando bien, pero ya con cinco niños ya se perdía todo el hilo. Ahí solo uno está manipulando el computador, otro mira, y los otros se ponen a hacer desorden porque se empiezan a aburrir. Así que, el hecho de que el colegio habilite su laboratorio de

computación, eso va a potenciar mucho el trabajo acá.

CR: ¿Y han habido otras iniciativas para acercar a los alumnos al Fab Lab?

AM: Bueno, nuestra idea siempre fue partir en marzo, donde se inicia el semestre, pero tuvimos problemas técnicos de calefacción y otras cosas. Así que tuvimos que esperar un poco a eso. Y a fines de abril, la primera semana de mayo, se hicieron unos talleres, ya que la Universidad Católica postuló a unos fondos de CORFO para la realización de talleres, entonces se hicieron talleres de estampado y de bordado, de corte láser, de modelado en 3D, uso del scanner 3D, eso como extra del colegio, fuera del horario de clases. Y esto tuvo muy buena acogida por parte de los niños de básica. Bueno y el colegio, por ejemplo también, cuando habían espacios donde se podía sacar a niños de clases, venían al laboratorio para la inducción, para conocer, qué función tiene cada máquina, que máquinas habían, qué se puede hacer, y todas esas cosas. También podían contar cuáles eran sus expectativas del laboratorio.

CR: ¿En qué clases han traído a los niños al laboratorio?

AM: Dentro del horario de clases, no hay un horario para el Fab Lab, así que las actividades acá quedan sujetas al profesor que tenga la iniciativa o alguna actividad dentro de su programación para traer a los niños al laboratorio. Igual hubo hartos cursos que han venido este primer semestre a conocer y a interactuar con lo que hay. Principalmente en la asignatura de tecnología es que han traído a los alumnos. Lo que pasa es que desde primero a cuarto básico, todas las asignaturas son realizadas por el mismo profesor jefe a cada curso, a excepción de inglés, educación física y religión. Entonces ahí los profesores pueden tener más libertad para manejar sus horarios, y no dependen de que viene otro profesor después. Por eso los niños de esos cursos son los que más han venido. Después ya los más grandes, por ejemplo si habían ventanas de que un profesor había faltado, nos daban la posibilidad de traer a los cursos completos a conocer el Fab Lab.

CR: ¿Me podrías contar más de los talleres que se han realizado?

AM: En la láser se hicieron timbres en goma eva. Los niños elegían un diseño para sus timbres y nosotras les teníamos la base de madera hecha desde antes, entonces ellos pegaban ahí esa goma eva y con pintura usaban sus timbres. Después hicimos el

grabado de una fotografía de Puerto Williams en un trozo de madera. También hubo una actividad con el scanner 3D, donde los niños se escaneaban y podían hacer una figura pequeña de ellos mismos, cada uno se llevó la suya a la casa. Ahí pudieron ver la Prusa, la impresora 3D abierta. Y con el bordado y estampado, trabajamos con diseños que están predeterminados en la máquina, y les pasamos un trozo de tela.

CR: Y entonces con la CNC, ¿no han interactuado los niños? ¿Tampoco la han visto en funcionamiento?

AM: No, porque no hay nadie capacitado en este momento para la CNC. Allá hay un tema más de seguridad. No sé en qué momento va a ser ese acercamiento, si va a haber una edad hacia arriba, o algo. Bueno, también el Fab Lab está abierto a la comunidad, porque de los talleres que se realizaron hubieron días específicos para la gente adulta, para la comunidad. Participó harta gente en estos talleres que se realizaron.

CR: ¿Cómo se hace para la difusión de estos talleres?

AM: En el Facebook Fab Lab Austral se suben los afiches de los talleres y también los imprimimos y los pegamos en el colegio. Cada taller tiene un cupo de 10 o 12 niños, y es por grupo. De primero

a cuarto básico es un grupo, de quinto a séptimo otro, y de octavo a cuarto medio otro. Todos estos grupos tenían un día y un horario para el mismo taller. Previo a eso, yo iba al colegio a hacer la captación de los niños para que se inscriban, y quedaban inscritos los niños que querían ir a ese taller. Se logró capacitar alrededor de 94 niños en ese periodo de uno o dos meses.

CR: Gran cantidad de niños. Esto ha sido entonces desde abril, que se iniciaron oficialmente las actividades en el Fab Lab.

AM: Es que en realidad, todavía no se hace como el lanzamiento Fab Lab. Todavía está en prueba. En septiembre quieren hacer una hackatón de dos días full Fab Lab, y con concursos para los niños. Y lo bueno es que por ejemplo, un día vino la directora regional de educación, que vino de Punta Arenas y está a cargo de toda la región en temas de educación, y vino a conocer el Fab Lab y quedó fascinada. Me decía, ustedes a lo mejor van a necesitar algo, ya podemos hacer alguna gestión. Así que tenemos ese apoyo. Yo espero que de aquí al otro año esté con todo, no sólo que la asignatura de tecnología esté vinculada, sino que varias clases estén vinculadas de alguna u otra manera al laboratorio. Es atractivo para los niños, más que estar anotando en un cuaderno, sino que acá aprenden haciendo.

Dibujos de los niños





