

**El entorno que habito. Prototipados artísticos especulativos como
ensayo para la coexistencia interespecie tecnovegetal**



Trabajo de fin de Máster
Máster Universitario en Artes Visuales y Multimedia

Natacha Cabellos Ricart.
Dirigido por: Dr. Moisés Mañas Carbonell.



Proyecto financiado por Fondart, convocatoria 2019

Valencia, Febrero de 2022

RESUMEN

Este trabajo de final de máster, muestra el desarrollo de un proyecto de investigación artístico teórico-práctico que aborda de manera introductoria y a nivel teórico-conceptual las repercusiones del desarrollo tecnológico en entornos naturales que afectan al mundo vegetal y su relación con lo humano y a nivel técnico-conceptual, las formas de comunicación entre lo biológico, lo mecánico y lo computacional desde una mirada artística y colaborativa estudiando tipos de conexión entre sistemas analógicos y digitales. Se ha planteado una estructura definida en tres partes: Revisión del desarrollo tecnológico en entornos naturales relacionados con las ciencias, la sociedad y el arte; observación de interacciones y colaboraciones interespecies en la era postinternet; y la ideación, diseño, análisis y desarrollo práctico final de la serie *Prototipados de coexistencia* a través de diferentes pruebas-ensayos y experimentaciones preliminares como investigación y resultado desde la práctica artística. Esta investigación se adscribe en las líneas Ecología y medios, Activismo e interfaces críticos buscando establecer paralelismos e intersecciones entre arte, ciencia, tecnología y naturaleza con el objetivo de elaborar diferentes tipos de interacciones poético-artísticas contemporáneas entre el entorno vegetal, en concreto plantas, y tecnología, con la intención de proponer metafóricamente un especulativo futuro interespecie máquina-objeto natural.

Palabras-clave: MEDIAART, MIGRACIÓN VEGETAL, INTERESPECIE, ECOMEDIA, INTERFACES CRÍTICOS, DISEÑO ESPECULATIVO, ANTROPOCENO

ABSTRACT

This master's degree final project shows the development of a theoretical-practical artistic research project that addresses in an introductory way and at a theoretical-conceptual level, the repercussions of technological development in natural environments that affect the plant world and its relationship with the human and at a technical-conceptual level, the forms of communication between the biological, the mechanical and the computational from an artistic and collaborative viewpoint studying types of connection between analog and digital systems. A structure defined in three parts has been proposed: Review of technological development in natural environments related to science, society and art; observation of interactions and interspecies collaborations in the postinternet era; and the conception, design, analysis and final practical development of the series *Prototypes of coexistence* through different tests-trials and experiments as research and results from artistic practice. This research is ascribed to the lines of Ecology and media, Activism and critical interfaces seeking to establish parallels and intersections between art, science, technology and nature to develop different types of contemporary poetic-artistic interactions between the plant environment, specifically plants, and technology, to metaphorically propose a speculative future interspecies machine-natural object.

Keywords: MEDIAART, VEGETAL MIGRATION, INTERSPECIE, ECOMEDIA, CRITICAL INTERFACES, SPECULATIVE DESIGN, ANTHROPOCENE

RESUM

Aquest treball de final de màster, mostra el desenvolupament d'un projecte d'investigació artístic teoricopràctic que aborda de manera introductòria i a nivell teòric-conceptual les repercussions del desenvolupament tecnològic en entorns naturals que afecten el món vegetal i la seua relació amb l'humà i a nivell tècnic-conceptual, les formes de comunicació entre el biològic, el mecànic i el computacional des d'una mirada artística i col·laborativa estudiant tipus de connexió entre sistemes analògics i digitals. S'ha plantejat una estructura definida en tres parts: Revisió del desenvolupament tecnològic en entorns naturals relacionats amb les ciències, la societat i l'art; observació d'interaccions i col·laboracions interespecies en l'era postinternet; i la ideació, disseny, anàlisi i desenvolupament pràctic final de la sèrie *Prototipados de coexistència* a través de diferents proves-assajos i experimentacions com a investigació i resultat des de la pràctica artística. Aquesta investigació s'adscriu en les línies Ecologia i mitjans, Activisme i interfícies crítiques buscant establir paral·lelismes i interseccions entre art, ciència, tecnologia i naturalesa amb l'objectiu d'elaborar diferents tipus d'interaccions poètic-artístiques contemporànies entre l'entorn vegetal, en concret plantes, i tecnologia, amb la intenció de proposar metafòricament un especulatiu futur interespecie màquina-objecte natural.

Paraules-clau: MEDIAART, MIGRACIO VEGETAL, INTERESPECIE, ECOMEDIA, INTERFACES CRITICS, DISSENY ESPECULATIU, ANTROPOCENO

Agradecimientos

A mi tutor Moisés Mañas por su guía y confianza en este proyecto.

A Marina Pastor y María José Martínez por el apoyo y diálogo en los inicios de esta investigación.

A mi querido amigo Nicolás Mardones por la entrega desinteresada de sus conocimientos en Arduino, Internet de las cosas y su apoyo constante en las vicisitudes de la vida.

A mi familia, por su apoyo moral y motivacional a la distancia para continuar con esta investigación en momentos de crisis mundial; especialmente a mi padre por sus sabios consejos que me impulsan a seguir mis ideales; a mi madre que me anima a seguir mis instintos de aventura; y a mi abuela que me llena de calma y me contagia fortaleza.

A mis amigos en Valencia, que han lidiado y me han contenido en el caos de mi estado creativo.

Índice

0. INTRODUCCIÓN	8
0.1 OBJETIVOS.....	10
0.2 MOTIVACIÓN.....	11
0.3 METODOLOGÍA	12
MARCO TEÓRICO	
1. EL ENTORNO QUE HABITO. ESTUDIO INTRODUCTORIO DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ENTORNOS NATURALES RELACIONADOS CON LAS CIENCIAS, LA SOCIEDAD Y EL ARTE	15
1.1 ÉXODO VEGETAL. PROCESOS MIGRATORIOS EN LA ÉPOCA DEL ANTROPOCENO	22
1.2 TERRITORIOS HOSTILES. DESDE LO NATURAL AL BALDÍO URBANO.....	31
1.3 ARTIFICIO Y NATURALEZA, UNA MIXTURA AL SERVICIO DEL ENSAYO ARTÍSTICO	39
2. ANTROPOMORFISMO TECNOVEGETAL; HABITANDO CON INTERESPECIES POSTINTERNET	44
2.1 ESTADOS DE CONEXIÓN: COMUNICACIÓN ENTRE LO BIOLÓGICO, LO MECÁNICO Y LO COMPUTACIONAL DESDE UNA MIRADA COLABORATIVA.....	50
2.1.1 <i>Automatismo tecnovegetal</i>	50
2.1.2 <i>Comunicación interespecie</i>	53
2.1.3 <i>Sensores e imagen reactiva</i>	60
2.1.4 <i>Dispositivos antropomorfos</i>	62
2.1.5 <i>Propuestas para una conquista interespecie</i>	67
MARCO PRÁCTICO	
3. SERIE “PROTOTIPADOS DE COEXISTENCIA” (2019-2021)	75
3.1 PROTOTIPADO I. LABORATORIO DE AFECTOS PARA UNA PLANTA MIGRANTE (2019).....	76
3.1.1 <i>Descripción</i>	79

3.1.2	<i>Ficha técnica</i>	79
3.1.3	<i>Bocetos</i>	80
3.1.4	<i>Esquemas técnicos</i>	81
3.1.5	<i>Resultados (imágenes finales y enlace a video)</i>	82
3.2	PROTOTIPADO II. HAY QUE LLENARLO TODO DE PLANTAS (2020).....	83
3.2.1	<i>Descripción</i>	85
3.2.2	<i>Ficha técnica</i>	85
3.2.3	<i>Bocetos</i>	86
3.2.4	<i>Esquemas técnicos</i>	87
3.2.5	<i>Resultados (imágenes finales y enlace a video)</i>	88
3.3	PROTOTIPADO III. HACIA LA CONQUISTA DE TERRITORIOS HOSTILES (2021)	89
3.3.1	<i>Descripción</i>	91
3.3.2	<i>Ficha técnica</i>	92
3.3.3	<i>Bocetos</i>	92
3.3.4	<i>Esquemas técnicos</i>	93
3.3.5	<i>Resultados (imágenes finales y enlace a video)</i>	94
4.	CONCLUSIONES	96
	ANEXOS	99
	RECURSOS UTILIZADOS	100
	ÍNDICE DE IMÁGENES	106

0. Introducción

Esta memoria continúa con una investigación teórico-práctica que se ha desarrollado desde el año 2013, la cuál se enfoca en establecer relaciones entre la naturaleza, lo humano y lo artificial desde una mirada crítica. Específicamente, ha sido formulada para acompañar a la investigación práctica de la serie *Prototipados de coexistencia* la cuál aborda formas de comunicación entre plantas, mecanismos y tecnología digital desde lo colaborativo, buscando generar pequeñas relaciones entre las partes, pensando en la supervivencia del mundo vegetal frente a la intervención tecnológica por parte de los humanos de sus espacios naturales. Como su nombre indica, es un proyecto que se conforma de prototipados; una sola pieza dividida en tres etapas o estados para abordar un mismo problema, el cuál será puesto en contexto en el primer capítulo de esta memoria y luego desarrollado en profundidad en el segundo y tercer capítulo destinado al análisis conceptual y técnico de la obra.

El cuerpo de este estudio se ha dividido en tres apartados claves, que se han organizado partiendo por la presentación del contexto del problema a tratar, en torno a la relación entre las especies desde una mirada piramidal antropocentrista (Antropoceno), siguiendo con la búsqueda de un vínculo colaborativo entre las especies no humanas, incluyendo a los objetos técnicos para reflexionar sobre nuevas formas de relacionarnos y por último el trabajo práctico, desde una mirada crítica y reflexiva sobre la utilización de los materiales, con miras al desarrollo del proyecto *Prototipados de coexistencia* que es objeto de esta investigación.

Se ha trabajado en base a la siguiente estructura:

I.- Revisión del desarrollo tecnológico en entornos naturales relacionados con las ciencias, la sociedad y el arte.

En este apartado se abordan problemáticas relacionadas a la repercusión del desarrollo tecnológico en esos entornos (asociadas al calentamiento global y otros problemas medioambientales) tales como la descontextualización de ciertas especies vegetales producto de la migración forzada; la generación de territorios hostiles producto de la deforestación y el extractivismo; y nuestra relación con la naturaleza artificial que nos rodea. En ellos, se incluyen revisión de referentes y trabajos previos personales asociados a cada una de las problemáticas señaladas. Estos tres temas

serán fundamentales para poner en contexto el desarrollo de las tres piezas que conforman *Prototipados de coexistencia*.

II.- Antropomorfismo tecnovegetal. Habitando con interespecies postinternet.

Este capítulo lo hemos dividido en dos: la continuación del contexto propuesto en el Capítulo I y el inicio del cuerpo central del trabajo con una revisión de referentes y antecedentes a modo introductorio de la serie. A modo de introducción, buscando dejar atrás la mirada piramidal que nos posiciona a la cabeza evolutiva, se centra en investigar sobre otras formas de establecer relaciones entre las diferentes especies. Para ello, encontramos en el pensamiento indígena americano y latinoamericano las claves de una relación horizontal basada en el respeto por los procesos biológicos de la tierra y la defensa de los recursos naturales según una escala de prioridades totalmente distinta a la mayoría de las civilizaciones. Además, con miras al proyecto objeto de esta investigación, en este apartado se indaga la incorporación de los objetos tecnológicos como aliados de la naturaleza, encontrando en el pensamiento de Donna Haraway y el concepto de *Chthulucene* (Chthuluceno) un pilar fundamental para continuar con esta investigación. El Chthuluceno propone la unión entre las especies, considerando lo humano y lo no humano, buscando una relación transversal donde también cabe lo tecnológico, con la misión de seguir habitando un territorio herido.

En el sub-apartado, se busca poner en contexto la escena en la que se adscribe el proyecto; aliados en el arte que han trabajado o que actualmente desarrollan obras relacionadas; proyectos personales previos que a nivel técnico y conceptual dan pie a esta investigación; y ejemplos en el mundo actual sobre el uso de máquinas al servicio de plantas, que sirven de introducción al tercer capítulo.

III.- Serie “Prototipados de coexistencia” (2019-2021).

Este apartado está dedicado a la producción técnica del proyecto central, dividido en tres secciones con el fin de abordar las tres piezas que lo conforman; *Prototipado I. Laboratorio de afectos para una planta migrante* (2019); *Prototipado II. Hay que llenarlo todo de plantas* (2020); y *Prototipado III. Hacia la conquista de territorios hostiles* (2021).

Se presenta un repaso detallado por las herramientas digitales y análogas que se han utilizado en el proceso del proyecto, describiendo las etapas de trabajo de la

siguiente manera: Descripción / Ficha técnica / Bocetos / Esquemas técnicos / Resultados (imágenes finales y el enlace al video) incluyendo lo logrado, lo que no ha funcionado, las variantes y cambios de direcciones. En esta sección se ha trabajado en torno a lo aprendido en el máster de Artes Visuales y Multimedia (AVM) UPV y la búsqueda por fuera de aquello específico que no se ha alcanzado a profundizar, siempre desde una iniciativa investigadora y experimental en beneficio del proyecto artístico.

La última etapa propone un apartado de conclusiones a la memoria y al trabajo práctico, incluyendo reflexiones personales, posibles modificaciones y mejoras técnicas.

Como anexo, se ha incorporado una bitácora que ha sido utilizada para acompañar todo el proceso del proyecto, en la que se ha trabajado en base a bocetos, anotaciones, datos, reflexiones, gráficos y todo tipo de registros realizados en salidas de campo e investigación práctica.

0.1 Objetivos

Los objetivos de esta investigación han sido muchos y variados. Hemos dividido y resumido estos en generales y específicos, haciendo hincapié en el aspecto tecnológico de estos últimos.

Objetivos generales:

- Estudiar de manera introductoria y detectar desarrollos tecnológicos y conceptuales en entornos naturales relacionados con las ciencias, la sociedad y el arte a través de las principales teorías y conceptos fundamentales.
- Describir el concepto de interespecie desde el análisis de dispositivos, estados y sistemas de comunicación entre lo biológico, lo mecánico y lo computacional.
- Seleccionar referentes destacados del ámbito de la relación naturaleza-tecnología-arte y antecedentes previos propios con la intención de constatar la posible existencia de un metafórico éxodo vegetal postinternet.

- Detectar y establecer estados de conexión entre lo artificial y lo no artificial, a través del análisis de las posibles alianzas tecno-naturales ante la hostilización de los territorios.
- Idear, diseñar, analizar y desarrollar a nivel práctico una propuesta/serie artística titulada *Prototipados de coexistencia* como piezas-ensayos que recojan toda la investigación teórico-práctica.

Objetivos específicos y tecnológicos:

- Diseñar y desarrollar prototipados artísticos metafóricos y especulativos a modo de pequeños ensayos experimentales técnicos y conceptuales.
- Aplicar a nivel práctico los conocimientos aprendidos sobre computación física y redes y dispositivos, en concreto conocer mejor y utilizar las posibilidades de comunicación inalámbrica entre dispositivos físicos.
- Utilizar las herramientas adquiridas de programación gráfica para diseñar entornos visuales reactivos en tiempo real en *Touchdesigner*.

0.2 Motivación

Se considera importante reconocer tres aspectos fundamentales para entender las motivaciones de esta investigación; ¿por qué se escribe?; ¿desde dónde se escribe?; y ¿para qué se escribe? En este sentido debemos reconocer el estudio desde una visión artística, reflexiva, poética y crítica, más en la línea de la exploración que de la búsqueda de respuestas concretas para hipótesis concretas. ¿Por qué se escribe? para embarcar hacia una nueva dirección los temas de estudios recurrentes en mi producción artística; si en mis trabajos anteriores primaba la pugna entre ser humano y entornos naturales, tomando a los objetos tecnológicos como símbolo de la devastación de dichos entornos, hoy se ha volcado a restablecer esos vínculos o más bien, ha enfrentar desde la cohesión entre ser humano, objetos tecnológicos y naturales el presente hostil en que nos encontramos.

Podemos definir entonces que el presente texto se escribe desde la exploración artística y la búsqueda de sentido para con proyectos personales, para entender así el tono de escritura que lo define. Además, en este punto es importante mencionar que los temas aquí tratados; algunos desde el conocimiento previo, y otros cuidadosamente empleados desde el interés amateur por ciertos hechos antropológicos y científicos, se

escriben desde mi contexto como latinoamericana y mi origen chileno, un territorio de fuertes conflictos a nivel político, social, económico y ecosistémico asociado a la lucha por sus tierras, cuyas repercusiones han despertado a una sociedad consciente para con sus recursos naturales. Y a un nivel más personal, los temas aquí propuestos y el origen de este proyecto tienen su base en una vida relacionada fuertemente al mundo vegetal, cuya influencia ha sido reforzada por un padre, un abuelo y una hermana agrónomos y una vida adulta activista frente a los derechos de la vida silvestre.

¿Para qué se escribe? para acompañar el proceso técnico del proyecto *Prototipados de coexistencia*, como base de una investigación híbrida entre la teoría y la práctica. Es por ello que se presenta como una memoria que explora el contexto en el que se adscribe la obra en desarrollo, proponiendo la revisión de diferentes conceptos, ideas claves, propuestas, teorías, hipótesis y reflexiones de distintos referentes provenientes de diversas áreas dentro de las ciencias, pasando por estudios tecnológicos, biológicos, antropológicos, geográficos, históricos, artísticos y filosóficos, entre otros.

Esta base permite descentralizar el problema a tratar y analizarlo desde distintos puntos de vista, siempre desde una mirada reflexiva como aporte al proyecto práctico.

0.3 Metodología

Además de hacer un breve análisis introductorio del contexto en el que se enmarca el proyecto, esta memoria se va construyendo a modo de registro, de modelo en ejecución procesual de la praxis: exponiendo antecedentes, referencias, resultados de pruebas, prototipados y todo tipo de elementos necesarios para su desarrollo, siguiendo la guía de la siguiente triangulación de metodologías que se muestra en la Figura 1. Esta metodología ha sido desarrollada en el *paper* inicial de esta investigación, titulada *Colaboración (evolución): Proyecto máquina-objeto natural hacia la conquista de territorios hostiles*, en el que se asientan las bases que guiarán esta memoria (Cabellos, 2021).

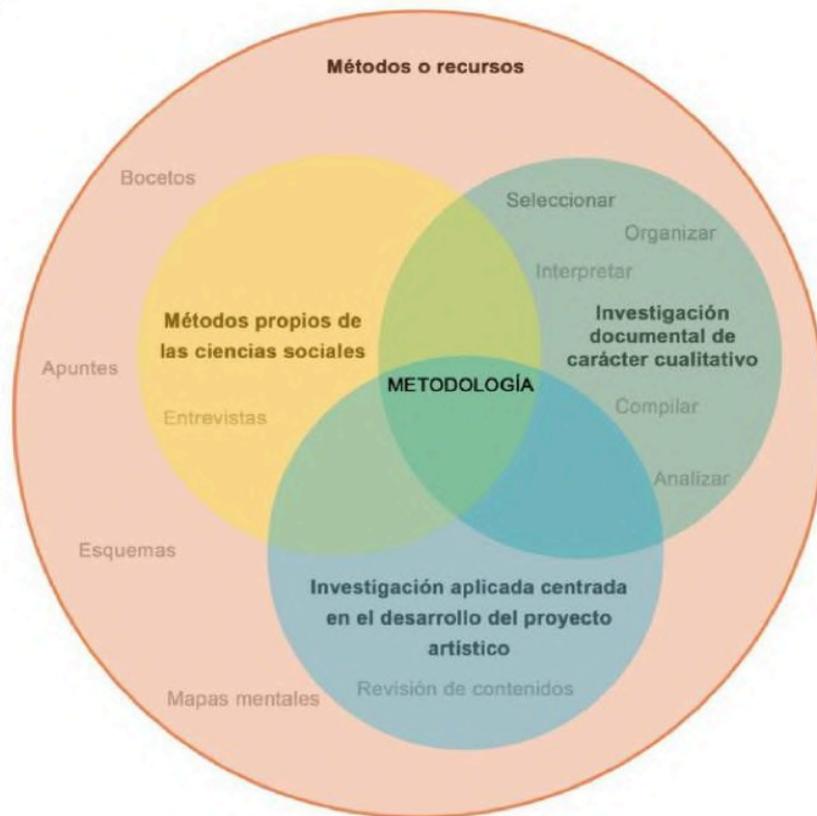


Figura 1. Esquema metodológico, Natacha Cabellos, 2021.

I.- La investigación documental de carácter cualitativo: seleccionar, organizar, interpretar, compilar y analizar información acerca del objeto de estudio definido por áreas, que han ayudado a organizar los diferentes intereses que engloban el problema de investigación tanto a nivel material como teórico, para beneficiar al desarrollo de obra y la escritura de la memoria al mismo tiempo.

II.- La investigación aplicada centrada en el desarrollo del proyecto artístico, proponiendo una revisión de contenidos prácticos aprendidos en el Máster, profundizando en aquellos que pudiesen beneficiar las posibilidades de conexiones analógicas y digitales para la creación de piezas reactivas, y el desarrollo de mecanismos para el movimiento de objetos inanimados que interactúen con organismos naturales.

III.- Utilización de métodos propios de las ciencias sociales como la realización de entrevistas a laboratorios o agentes especializados respecto a conceptos, términos, funcionamiento e historia relacionada a la migración de las plantas, la inteligencia del mundo vegetal, la relación máquina-planta, supervivencia de plantas en territorios hostiles, el ser humano y la destrucción del ecosistema. A la par se ha trabajado en una

bitácora que acompaña la investigación y producción del proyecto que se encuentra anexada al final de esta memoria.

A nivel estructural de la memoria hemos tomado la citación APA edición nº 7 como la base de citación académica del trabajo. Por último, cabe mencionar que los conceptos y temas aquí tratados, desde una visión artística con intereses científicos; la migración; el cambio climático; los desastres naturales; crisis eco-social; o lo relativo a la evolución de las especies y el desarrollo de la humanidad son presentados a modo de contexto, para poner en conocimiento al lector de esta memoria el panorama que guía los intereses de esta investigación, siendo esta una pincelada del problema real al cuál nos enfrentamos. Como los temas abordados son de gran alcance, se han establecidos ciertas limitaciones necesarias para guiar el desarrollo de este estudio, encausando siempre las reflexiones hacia el vínculo humano-planta asociado a dicho contexto por sobre otras que sin duda serían igual de pertinentes de abordar.

1. El entorno que habito. Estudio introductorio del desarrollo tecnológico en entornos naturales relacionados con las ciencias, la sociedad y el arte.

En base a los objetivos propuestos para la formulación de esta memoria y el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*, se ha resuelto el primer capítulo como un espacio para presentar el contexto en el que se inscribe la investigación abordada con perspectiva científica, cultural y artística dividida en tres sub-apartados. En ellos se propone el análisis de ciertos hitos que marcan la relación crítica entre ser humano, entornos naturales y las especies que habitan en él desde una mirada antropocentrista, como una era geológica profundamente relacionada al desarrollo humano. En la misma línea, y en base a las consecuencias ambientales de la evolución tecnológica para el avance cultural de las sociedades modernas, en este capítulo se da pie a pensar en la urgencia de buscar otras formas de comunicarnos con el entorno natural, ya sea desde el apoyo mutuo; desde las cosmovisiones indígenas; o la colaboración interespecie.

Por último, y en base a fortalecer tanto conceptual como visualmente a la producción de obra objeto de esta memoria, se ha propuesto también abordar el crecimiento de los medios de comunicación y el desarrollo de tecnologías digitales como parte del entramado que llevan al Antropoceno, y su inclusión y evolución en las artes, introduciéndonos en el uso de tecnologías para la producción de obras bajo el concepto de *Media Art* y la crítica de este uso con perspectiva ecológica bajo el concepto de *Ecomedia*, fundamental para poner en contexto desde un punto de vista crítico y activista la producción de la obra artística.

Propongo comenzar en este primer apartado analizando brevemente nuestra relación como especie y el desarrollo tecnológico con el entorno que nos rodea estableciendo como punto clave la era del Antropoceno, un concepto que ha surgido en los años 80' y que desde el año 2000, de la mano de las investigaciones del químico holandés Paul Crutzen y el biólogo estadounidense Eugene Stoermer, ha ido adquiriendo fuerza como el predecesor del periodo postglaciar Holoceno, y que aunque hasta hoy no se ha establecido como era geológica oficial, ya se encuentra instaurado como concepto tanto a nivel cotidiano como en el ámbito de las ciencias. En mayo del año 2000 los científicos publicaban un artículo en el *Global Change News Letter* en el que mencionaban la nueva era y pedían reconocerla como tal, poniendo como

evidencia todas las actividades humanas que habían agilizado un cambio climático exponencial a consecuencia del crecimiento en el efecto invernadero provenientes del desarrollo tecnológico de la mano de la revolución industrial, proponiendo como fecha de inicio hacia finales del Siglo XVIII (Cutzen y Stoermer, 2000). “La palabra «revolución» indica un cambio abrupto y radical. Las revoluciones industriales se han producido a lo largo de la historia cuando nuevas tecnologías y formas novedosas de percibir el mundo desencadenan un cambio profundo en los sistemas económicos y las estructuras sociales” (Schwab, 2016, cap. 1). Desde una economía basada en la agricultura a la industrialización mecanizada, pasando por la rápida evolución de los medios de transporte y de comunicación, la revolución de la inteligencia con la utilización de energías renovables, llegando a la cuarta revolución industrial en la que nos encontramos, vivenciando en palabras de Schwab (2016): “avances tecnológicos que abarcan amplios campos, como la inteligencia artificial (IA), la robótica, el internet de las cosas (IoT), los vehículos autónomos, la impresión 3D, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales, el almacenamiento de energía y la computación cuántica, por nombrar unos pocos” (cap. 1), y la fusión de estos avances tecnológicos a través de los mundos físico, digital y biológico.

De acuerdo a lo anterior, este vertiginoso avance de la humanidad sería entonces sin duda uno de los propulsores del Antropoceno, propuesta de concepto que como bien parafrasea el politólogo español Manuel Arias Maldonado al paleoecólogo Valentí Rull, aunque aún no se encuentra aceptada por la Comisión Internacional de Estratigrafía “no es necesario definir formalmente al Antropoceno como una época geológica para aceptar que la actividad humana ha cambiado los procesos del sistema terrestre de manera significativa durante los últimos siglos” (Arias, 2018, p. 18). En efecto, nadie hoy en día que habite un país conectado podría negar que la actividad humana ha sido colaboradora activa del cambio climático (más no el único causante) debido a un desarrollo tecnológico exponencial que ha intervenido en todos los aspectos que condicionan la vida humana, promoviendo el aumento de CO₂ hasta índices altamente contaminantes, encontrándonos en las últimas décadas con la mayor crecida. Como ejemplo de ello, en la Figura 2 podemos observar la famosa Curva de *Keeling*, que muestra el aumento de concentraciones de CO₂ (ppm) en el ambiente que se ha medido desde 1958 hasta la fecha en el observatorio de Mauna Loa en Hawai (Martins, 2019).

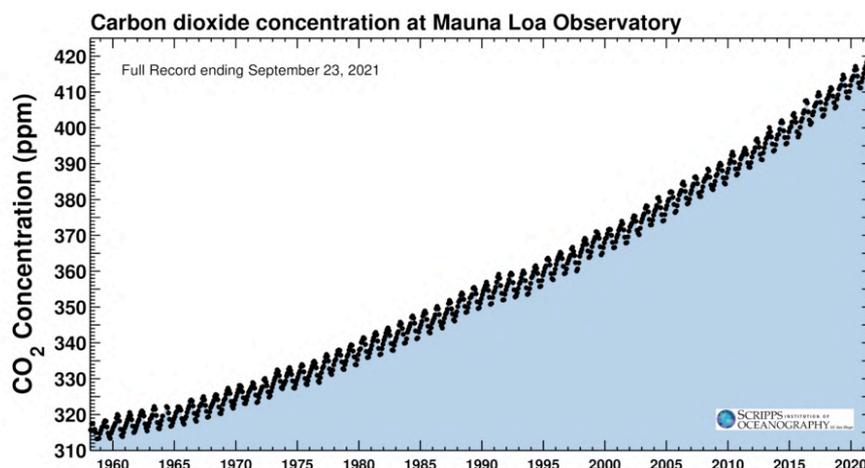


Figura 2. Adaptado de *Curva de Keeling oficial* [Gráfico], por Institución Scripps de Oceanografía, 2021, The Keeling Curve (<https://keelingcurve.ucsd.edu/>).

Ahora bien, si atribuimos esta curva exponencial contaminante a la era del Antropoceno, se hace necesario entonces definir a quienes de los que habitamos en esta era nos referimos cuando hablamos de los impulsores de la crisis ecológica. Cuando señalamos a la especie humana, nadie pensaría en indicar a una pequeña tribu en las islas amazónicas o a pequeñas comunidades en extrema pobreza en la África subsahariana; cuando pensamos en un culpable, como expresa Arias Maldonado, se nos vienen a la cabeza las grandes potencias dirigidas por el hombre blanco, occidental y capitalista. En este sentido creo necesario describir al sujeto al cuál nos referimos como Antropocéntrico bajo la mirada de la ecofeminista Rosi Braidotti a la cuál parafrasea Carme Valls-Llobet, un sujeto: “masculino, blanco, urbanizado, hablante de una lengua estándar, inscrito heterosexualmente en una unidad reproductiva, ciudadano pleno de una comunidad política reconocida” (como se citó en Valls-Llobet, 2015, p. 23).

En esta línea, como bien manifiesta el antropólogo Eduardo Viveiros de Castro en su libro *Metafísicas Caníbales*, haciendo un análisis de los pueblos amazónicos y amerindios y su relación con otras especies y su entorno, señala entonces que no existiría un único sujeto universal, ya que existirían muchas culturas distintas a la del sujeto Antropogénico (Viveiros de Castro, 2009/2010), como cita Arias Maldonado “no habría entonces naturaleza humana, sino culturas distintas organizadas por medio de conceptos dispares; tampoco existe una «naturaleza», sino múltiples naturalezas” (Arias, 2018, p.143).

De acuerdo a lo anterior, si bien la figura del *anthropos* habitaría una época específica en la línea de tiempo, lo que menciona Valls-Llobet en relación a lo

propuesto por Viveiros de Castro, podría también remontar a la figura del sujeto colonizador y la imposición de su soberanía por sobre otras civilizaciones y comunidades. En este sentido y al provenir de América Latina, territorio altamente explotado, arrasado culturalmente desde la época de la colonización y actualmente en crisis medioambiental en varios puntos del territorio, me surge la pregunta por los orígenes de los problemas ecosistémicos que vivenciamos hoy, cuestionando si el trato hacia los indígenas y los recursos naturales en pos de un desarrollo eurocentrista de la humanidad tendría también relación con la crisis climática que nos afecta tanto local como globalmente. En efecto, en el año 2019 se ha hecho público el estudio de un grupo de investigadores de Geografía de la *University College London* que han presentado la hipótesis de que el periodo colonizador comprendido entre 1492 y mediados del 1500, con el exterminio de aproximadamente 55 millones de indígenas, habría dado origen a la denominada *Pequeña edad del hielo* (Koch et al., 2019), es decir, que la gran mortandad habría provocado un colapso en el uso de la tierra (que hasta ese entonces era trabajada desde la lógica de la subsistencia) cuya reforestación natural habría disminuido los niveles de CO₂ en la atmosfera, provocando el enfriamiento de la tierra que llevaría a esta pequeña era polar.

Si bien hemos formulado una visión del sujeto antropogénico y su sistema de vida como un factor importante en la crisis medioambiental actual, con una forma de desarrollarse que ha afectado al sistema terrestre produciendo, cambio climático, degradación de la biosfera, alteraciones biogeoquímicas y ecosistemas antropogénicos (Arias, 2018), es importante reconocer que no es el único causante de los problemas climáticos. La naturaleza también es un influyente activo en las reacciones climáticas del ambiente a través de las variantes energéticas del Sol, la actividad volcánica, el movimiento de las placas tectónicas y un sin número de actividades que escapan a la influencia humana. “Desde un punto de vista estratigráfico, en definitiva, no podemos pensar en el Antropoceno como una época exclusivamente humana: somos sus principales inductores, pero no sus únicos actores” (Arias, 2018, p. 60).

Más allá de un punto de vista moral, castigador y la búsqueda de un culpable, lo importante para esta memoria es la evidencia de que naturaleza y sociedad están profundamente relacionadas y que la visión antropocentrista con la que hemos gestionado el progreso de las civilizaciones vendría a influir en todos los rincones del planeta.

Ahora bien, si tratamos el problema que ha representado el desarrollo tecnológico para los entornos naturales como contexto hacia la producción del proyecto *Prototipados de coexistencia*, es de vital importancia entonces analizar la influencia de esta evolución tecnológica y su inclusión en el arte para el desarrollo de proyectos artísticos, como un ejemplo más de la inserción del Antropoceno en todos los aspectos de la vida, partiendo según la base de que el progreso científico y tecnológico han sido claves en el desarrollo de la humanidad, así también lo han sido para la investigación artística, permitiendo la expansión de sus posibilidades técnicas y conceptuales.

Si bien el desarrollo tecnológico ha estado presente a lo largo en la historia del arte, podríamos decir que su inclusión para la investigación y experimentación se hace más fuerte en los años 60', con posterioridad a lo ocurrido en el diseño, el cine y la arquitectura. En el arte, posterior a los primeros guiños del DADA y el arte cinético, el vínculo con la tecnología (en cuanto a aparatos eléctricos se refiere) surge junto a movimientos artísticos como el Fluxus, el *Pop Art*, la performance y el videoarte con figuras como John Cage y su interés en las ciencias con la idea de generar debates sobre los medios de comunicación, el arte, la música, la tecnología eléctrica y la electrónica pre internet (Torneró, 2013), o Nam June Paik como el padre del video arte y pionero en relacionar las prácticas artísticas directamente con los medios de comunicación de masas, experimentando principalmente desde el videoarte y el arte sonoro a través de la intervención física de los aparatos (Cabellos, 2016). Se hace evidente así que "Las transformaciones sociales, consecuencia de la mecanización industrial, también han repercutido en el panorama cultural captado por las vanguardias artísticas" (Torneró, 2013, p.24). En este punto, es necesario destacar una de las primeras colaboraciones a gran escala entre artistas y tecnología, los experimentos llevados a cabo por el colectivo *Experiments in Art and Technology* (E.A.T) proyecto pionero gestado en New York por artistas e ingenieros de *Bells Laboratorie* de New Jersey que dieron origen a *9 Evenings: Theatre and Engineering* (1966) una serie de nuevas obra performáticas que involucraban la música, el teatro y el arte medial; así como también en el caso de España, la creación del *Seminario de Generación Automática de Formas Plásticas* (1968-1973), que surge a raíz del trabajo que se realizaba en el Centro de Cálculo de la Universidad de Madrid (1966) quienes buscaban abrir la informática y el uso del ordenador a nuevas formas de uso por sobre su orientación convencional aritmética o matemática, derivando, entre otros seminarios interdisciplinarios, en un seminario que apoyaba y motivaba a la experimentación artística con la computadora; en Chile los primeros guiños entre arte y tecnologías se dan con la figura del artista y arquitecto Juan Downey, quién comenzaba a

experimentar estableciendo cruces entre el vídeo, el dibujo, la electrónica, la performance y la instalación, trabajo que captura la atención internacional formando parte de *The Kitchen* en los años 60', espacio para la experimentación artística y nuevos medios tecnológicos de New York.

Como parte de esta apertura de conocimiento surgen las primeras exposiciones que incorporan el uso del ordenador como medio artístico; en 1968 con la cuarta exhibición del movimiento yugoslavo *Nove Tendencije 4* (Nuevas Tendencias), del Centro de Cultura e información de Zagreb; y por el mismo año la muestra *Cybernetic Serendipity*, comisariada por Jasia Reichardt, la primera gran muestra de arte cibernético, que buscaba dar a conocer el ordenador y las nuevas tecnologías como un nuevo medio para la experimentación artística; en la misma línea se exhibía *The Machine at The End of the Mechanical Age* curada por Pontus Hulten, exposición llevada a cabo en el Museo de Arte Moderno de Nueva York y catalogada como una de las exposiciones más importantes entre Arte y Tecnología. Estas primeras aproximaciones dieron paso a proyectos como *Computer Arts Society*, una sociedad creada para impulsar la creatividad y generar intercambio de conocimiento sobre el uso de ordenadores, idea que se materializó en Londres en Septiembre de 1968 teniendo a la cabeza a Alan Sutcliffe y Peter Zinovieff quienes habían colaborado creando ZASP una pieza de música compuesta por ordenador o *Software*, exhibición comisariada por Jack Burnham en el Jewish Museum de New York (1970), en el que se mostraban resultados de experimentaciones científicas junto a proyectos artísticos, influyendo así en la colaboración entre estas distintas áreas.

Sobre este contexto quisiera mencionar la siguiente cita de mi trabajo final de máster que realicé en Chile en el 2016: "La relación entre arte y tecnología entonces, se da con más fuerza por la democratización de medios, pasando por el desarrollo y masificación del ordenador. A fines de los años ochenta, este crecimiento da paso a la popularización de internet, lo que hace posible la creación de prácticas como el arte medial, arte digital, arte de la red y una amplitud de posibilidades del arte electrónico y los nuevos medios" (Cabellos, 2016, p.6), que construyen dos etapas: una postdigital y una postinternet. De este vínculo entre arte y tecnología se puede rescatar la posibilidad que el uso de internet les aporta a los artistas de ampliar sus redes, pudiendo dialogar unos con otros desde distintos puntos del globo al mismo tiempo, así como también, la posibilidad que este desarrollo tecnológico da para producir grandes proyectos desde la colaboración. Esta oportunidad de tejer redes que traspasan fronteras, permitiendo el contacto entre dispositivos es una cualidad de gran relevancia

para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*, en la búsqueda de permitir una comunicación entre las distintas partes de la obra.

A pesar de los intentos de toda vanguardia o movimiento artístico por romper con lo establecido al utilizar objetos y materiales desde otra perspectiva que su función preestablecida, la inclusión de estos medios tecnológicos y digitales para la producción artística levantaría la misma crítica generalizada sobre el antropocentrismo; utilizar nuevas tecnologías fabricadas por el hombre, para producir nuevos artificios y objetos para el hombre; en palabras del empresario cultural John Brockman: “Las nuevas tecnologías engendran nuevas percepciones. La realidad es un proceso hecho por el hombre. Las imágenes de nuestro mundo y de nosotros mismos son, en parte, los modelos resultantes de nuestras percepciones de las tecnologías que generamos” (Brockman, 2010). En este sentido, y para los intereses de esta memoria, se vuelve necesario cuestionar esta mirada antropocentrista con la que también se enfrenta la producción artística, sobre todo en obras que problematizan el vínculo entre ser humano y naturaleza, cuestionando las consecuencias del desarrollo tecnológico en entornos naturales. Frente a ello, se considera que no podemos problematizar un tema desde el discurso y no hacernos cargo desde la práctica.

Buscando dejar atrás la utilización de medios en el arte desde y para el sujeto antropocentrista, considerando el entorno que nos rodea, se propone vincular el ejercicio práctico al concepto de Ecomedia¹ poniendo énfasis en la idea de lo común como punto fundamental de la ecocrítica, bajo la creencia de que tanto medios tecnológicos, como sociedad y medio ambiente están inextricablemente unidos. En esta línea, podemos incluir toda manifestación artística que en su práctica se haga cargo del mundo compartido que habitamos tanto entre nosotros, como con otros organismos y procesos no humanos bajo la mirada de una “Ecomedia sustentable” como bien propone Francisco Javier Robles en su Trabajo Final de Máster *meteoGMT* en el que frente al concepto de Ecomedia diferencia entre aquellas disciplinas que se podrían considerar ecológicas o no, donde sólo lo que entra en la categoría de sostenible es realmente ecológico, definiendo: “Mi conclusión personal es que, no todo el *Environment Art* es ecológico, pero si todo arte ecológico es medioambiental. Por tanto, proponemos una distinción personal entre “Ecomedia Sustainable” y “Ecomedia No

¹ <http://www.ecomediastudies.org/> es una página web que en sus orígenes fue un foro para dialogar sobre el concepto de Ecomedia, aquí se podrán encontrar entradas al término desde una perspectiva interdisciplinaria.

Sustainable”. Ambos tienen discursos en pro de la ecología, pero solo el llamado sustentable (sostenible) es puramente ecológico” (Robles, 2015). Esta conclusión de Robles inspira un objetivo del proyecto *Prototipados de coexistencia*, un funcionamiento Ecomedia sostenible, en la búsqueda de ser consecuentes tanto en el concepto como en la práctica de los temas medioambientales que abordamos, un objetivo de largo alcance que espera influir en todos los otros procesos de mi producción artística. En esta línea, el fin no es promover una visión romántica frente a la naturaleza dejando atrás los objetos de nuestro desarrollo a modo de redención ante la crisis ecológica, al contrario, uno de los cometidos de esta memoria y en la que nos adentraremos más adelante, es la búsqueda de aquellos objetos tecnológicos que se han fabricado en beneficio y para el cuidado de la naturaleza, así como también, la búsqueda, desde una visión artística, de aquellos proyectos que aborden estos temas y que puedan ser un aporte para el desarrollo de dispositivos que dialoguen en la creación de un nuevo imaginario colaborativo de prototipados frente a la supervivencia de plantas en territorios hostiles.

A continuación, profundizaremos en tres casos fundamentales de las problemáticas del Antropoceno que son de gran relevancia para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*; el éxodo vegetal de plantas; la formación de territorios hostiles; y los límites o hibridación entre artefacto y naturaleza, para luego buscar en este vínculo tecnonatural lo que ha sido beneficioso; como podría ser la posibilidad de monitorización de talas ilegales en el Amazonas o el descubrimiento y la protección de especies marinas en riesgo de extinción, dejando en evidencia que, como diría Arias Maldonado (2018), no es el desarrollo tecnológico lo que ha potenciado la crisis medioambiental, sino el uso desde una mirada antropocéntrica de nuestros recursos para con otras culturas y especies.

1.1 Éxodo vegetal. Procesos migratorios en la época del Antropoceno.

Como revisamos anteriormente, la industrialización y el desarrollo tecnológico han generado un impacto irreversible en el estado natural de los elementos, marcando una diferencia entre “la naturaleza original y la naturaleza civilizada por el ser humano” (Leclerc 1997, p. 237). “Esta civilización de la naturaleza ha provocado cambios en el sistema evolutivo de algunas especies para garantizar su supervivencia, como es el caso de las especies vegetales de cultivo (plantas salvajes o adventicias) en que por

medio de engaños e imitaciones buscan imitar a especies cultivables para obtener sus beneficios, como la veza y su mimesis con la lenteja” (Mancuso, 2017).

Según relatan el morfólogo de semillas Wolfgang Stuppy y el artista Rob Kessler en su libro *Semillas. La vida en cápsulas de tiempo*:

Desde los inicios las plantas han encontrado diversas formas para mantener su continuidad a través de la polinización y aspersión de sus semillas, con semillas livianas para propagarlas por aire o de textura áspera para adherirse a animales de paso, utilizando sus colores y olores para atraer polinizadores y utilizando sus espinas y formas para ahuyentar sus depredadores (Stuppy y Kessler, 2012).

“Además de en un estado natural, las plantas han debido modificar sus técnicas producto de las consecuencias del desarrollo humano. Si bien ya para generar espacios cultivables es necesario deforestar bosques, reencauzar ríos y erosionar tierras, también la industrialización ha producido cambios irreparables indirectamente en la naturaleza forzando a la migración de especies” (Cabellos, 2021, p. 5), siendo parte de estas consecuencias el aumento de la temperatura del planeta acelerado por el sujeto antropogénico.

Con la idea de profundizar en el éxodo vegetal, tema central de este subapartado y que se ha propuesto como un concepto que responde a la velocidad y masificación de migraciones o desplazamientos que las especies vegetales están obligadas a impulsar para huir del avance del cambio climático en búsqueda de condiciones idóneas para sobrevivir, nos hemos encontrado con una publicación en la *Revista Chilena de Historia Natural* de 1983 por el botánico David M. Moore asociado al departamento de botánica, plantas y ciencia de la Universidad Reading, Inglaterra. En este estudio, titulado *The Flora of the Fuego-Patagonian Cordilleras: its Origins and Affinities* (Flora de las cordilleras de Tierra del Fuego y de la Patagonia: sus orígenes y afinidades) leí por primera vez el concepto de migración asociado al reino vegetal en una publicación de botánica, en este estudio, Moore expresa:

El gran número de especies orofíticas que crecen en elevaciones más bajas demuestra la juventud de la flora de todas las cordilleras del sur que han migrado hacia arriba durante los 16.000 años después de la última glaciación. Las especies y géneros presentes en estas zonas indican que ellas migraron

desde el sur, el este y el norte. (Moore, 1983, p. 2).

La migración asociada a las plantas es un concepto que a nivel científico no es utilizado comúnmente, o no aceptado en su totalidad, siendo el trabajo de Moore el único documento oficial en el que había podido leer este tipo de descripción hace algunos años. En ese contexto, a mediados del año 2020 tuve la oportunidad de reunirme con Jaime Güemes, director del Jardín Botánico de Valencia, para presentar el proyecto *Laboratorio de afectos para una planta migrante*, parte de esta investigación, en búsqueda de asesoría científica para un mejor desarrollo de la pieza. En ese encuentro, el primer punto que debatimos fue sobre el concepto de migración asociado a las plantas, el cuál no sería utilizado científicamente para el acto de desplazamiento en el mundo vegetal, ya que el concepto, según podemos encontrar en definiciones como la de la Real Academia Española de la Lengua (RAE), estaría asociado al desplazamiento de animales por instinto migratorio, individuos o grupos de personas por necesidades económicas o sociales, traspaso de sustancias a nivel químico y de archivos a nivel informático², siendo esta la definición que primaría a nivel global. Sobre ello y en relación a nuestra forma de ver el mundo vegetal como inamovible, siempre desde un punto de vista antropogénico en comparación con las cualidades de nuestra especie, el biólogo Stefano Mancuso (2019) hace un intento por llegar a un punto medio, y nos replantea entender el comportamiento vegetal bajo el concepto de “sésil”, una denominación de organismo que no se desplaza, que no puede dejar el lugar donde han surgido pero que puede moverse cuanto quiera. Bajo estas definiciones, una planta no tendría el poder de migrar de manera autónoma e individual, referido a la capacidad de desplazarse hacia otro territorio con la posibilidad de volver, pero sí de migrar en comunidad y en alianzas con otras especies.

Sobre el concepto, asociar entonces la migración al viaje de las plantas no sería erróneo, incluso es una descripción que se ha reforzado con estudios recientes asociados a factores climáticos que han producido grandes cambios en el comportamiento de reino vegetal, ampliando y actualizando así la información que tenemos en relación a su comportamiento. Sobre ello Mancuso expresa: “Cuando hablamos de migración deberíamos estudiar las plantas para entender que se trata de un fenómeno imparables. Generación tras generación, mediante esporas, semillas o cualquier otro sistema, los vegetales se desplazan y avanzan por el mundo a la

² Definición del concepto de migración según la RAE <https://dle.rae.es/migraci%C3%B3n>

conquista de nuevos espacios” (Mancuso, 2019, p.13), y se refuerza en palabras de Kessler y Stuppy:

Las semillas también viajan, claro está, a través del espacio. Hay tantos ejemplos que es difícil elegir. Las islas oceánicas, por ejemplo, que son de origen volcánico como Hawái, Canarias o las Galápagos- se colonizaron con semillas que fueron llegando de los continentes salvando la barrera geográfica marina que las separaba. Es decir, el hecho de que las islas oceánicas no sean hoy desiertos es prueba de que las plantas, y específicamente, las semillas, se desplazan a través del espacio. (Kessler y Stuppy, 2012, p. 13).

Además de la migración en un mismo espacio temporal, las plantas, con su capacidad de adaptación y resistencia, también han logrado una conquista de territorios a través del tiempo. Así se evidencia en el estudio que la antropóloga, filósofa e historiadora Sarah Sallon y sus colaboradores dieron a conocer el año 2008 en la revista *Science*, quienes lograron germinar una palmera datilera de hace 2000 años³, la cuál crece sin problemas contra todo pronóstico. Desde otra arista, en el presente año investigadores de diferentes universidades de Norteamérica y Europa han dado a conocer una importante investigación sobre la migración forestal que conforman más de 9 millones de árboles en América del Norte, realizada entre 1970 y 2019, que sería un reflejo del comportamiento de los bosques a nivel global, los cuales, como otras diferentes especies de árboles se estarían desplazando a pasos agigantados a consecuencia del cambio climático. Sobre ello la investigación señala: *“Climate change is considered the top driver of forest migration, which impacts the movement, persistence, and competition within and between plant communities. In addition to a worldwide temperature increase by about 0.2°C per decade, alterations in precipitation patterns, diurnal timing, seasonal intensity, and season length are also evident across the globe”* (Abbasi et al., 2021, p. 8). En dicha publicación, se ejemplifica el fenómeno imparables de la migración de las plantas a través de generaciones a las que refiere Mancuso; “A pesar de que las plantas no pueden desplazarse durante el curso de su vida individual, a medida que avanzan las generaciones son capaces de conquistar los territorios más remotos, las zonas más inhóspitas y las regiones más hostiles a la vida” (Mancuso, 2019, p.12). Un éxodo que hoy en día no solo responde a una causa natural,

³ Para más información sobre el hallazgo: <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2021/10/18/milagro-botanico-en-tierra-santa-1527070.html>

sino, como podemos observar, también a las consecuencias del impacto del desarrollo humano.

Si pensamos en el viaje de las plantas asociado al desarrollo de la humanidad, se hace necesario aunque sea una pincelada, mencionar los primeros tráficos de especies en el “intercambio colombino o Transoceánico” que definía el investigador e historiador estadounidense Alfred W. Crosby, especies que gracias a la capacidad de adaptación, resistencia y evolución, se pueden observar hoy como arraigadas a nuevos territorios, consideradas típicas o nativas y parte esencial de la alimentación e idiosincrasia de ciertos países, ejemplo de ello es la importancia del tomate en Italia; el chocolate en Suiza; la patata en España; el maíz y el tabaco que llegaron desde América y a su vez la importancia del café en Colombia; el arroz como base en toda alimentación centro americana; y la gran producción de carne de vacuno y cerdo, todo proveniente desde Europa; o la albahaca que llega con Alejandro Magno desde la India. Si bien este tipo de transferencias benefició al desarrollo de las civilizaciones, si nos enfocamos en las plantas y el mundo vegetal como objeto de este estudio, este transporte forzado de especies alrededor del mundo también significó el inicio del germen de la alteración en el orden natural de los elementos, a lo que Crosby asocia al papel que anteriormente realizaban el clima y los eventos geológicos, cuestionando esta manipulación (Crosby, 1986). Así también reflexiona el geólogo Jan Zalasiewicz en su libro *The Earth after Us: “The transfer of species globally has become a merry-go round of living organisms without precedent in the Earth’s four-and-a-half-billion-year history”* (Zalasiewicz, 2009, p. 131).

Desde ese punto de vista crítico, Alfred W. Crosby realiza un exhaustivo análisis sobre las consecuencias de la expansión europea al resto de los continentes, más allá de los ideales de progreso del imperialismo europeo, destacando particularmente la importancia del intercambio de especies desde el Nuevo Mundo al Viejo Mundo y viceversa. En palabras de David Christian, fundador de *The Big History Project*⁴; con intercambio colombino Crosby habría buscado evidenciar que no sólo los seres humanos comenzaron un viaje hacia lo desconocido, sino que los animales, las plantas, los virus y las bacterias también. Así, el autor dejaría en evidencia en su libro “Imperialismo ecológico”, proponiendo al factor biológico como decisivo en el desarrollo del colonialismo europeo (Christian, 2019). En palabras del historiador José Antonio

⁴ Es un proyecto educativo y científico que entrega información sobre los hechos que conforman la historia del Universo. Para más información visitar: <https://www.bighistoryproject.com/home>

Garí parafraseando a Crosby; “el mecanismo que hizo posible el dominio europeo de los habitantes de América o Australia fue la transformación ecológica de esas nuevas áreas de poblamiento creándose versiones de Europa gracias al potencial biológico que consigo exportaban los colonos” (como se citó en Garí, 1988). En definitiva, de gran ayuda les sirvió la masacre de la población nativa a manos de los virus y bacterias que les transmitieron los colonizadores para expandirse por los territorios, así como también se expandieron las malas hierbas que consigo llevaron y la fácil adaptación de sus animales a estos nuevos suelos.

Podemos observar entonces que el ser humano se ha encargado de forzar las relaciones ecológicas entre especies, precipitándolas a severos daños y a la extinción en muchos casos, dejando de lado que el medio que habitamos desde los orígenes de la humanidad, ha sido el decisivo en el desarrollo de nuestra especie. Aún hoy en día insistimos en comprar plantas exóticas provenientes de otros continentes muchas veces sin informarnos sobre las características que tendría en su lugar nativo para asegurarle una satisfactoria evolución a kilómetros de su lugar de origen. Yo misma tengo en el cajón de mi mesita de noche una bolsa con semillas de la planta Chagual (*Puya chilensis*) para un proyecto en camino, las cuales no me decido a germinar, formando parte de la manipulación de su ciclo de difusión, truncando su viaje hacia otros territorios.

Sobre el tráfico vegetal en etapas colonizadoras el artista colombiano Felipe Arturo basa su muestra *La migración de las plantas*, exhibida en Centro Centro en la ciudad de Madrid.



Figura 3. Adaptado de *La migración de las plantas* (Felipe Arturo) [Fotografía], por María Wills, 2015, Semana (<https://www.semana.com/especiales/feria-internacional-de-arte-contemporaneo-arco-madrid/galeria/la-migracion-plantas-obra-felipe-arturo/41355/>)

En palabras del comisario de la muestra Jaime Cerón, Arturo “hace un contrapunto entre la historia de las migraciones de las plantas y los desplazamientos territoriales característicos de la arquitectura. La obra examina las relaciones históricas entre España y Colombia que involucran la producción, el transporte y el consumo de productos vegetales, con sus connotaciones culturales y geográficas” (Cerón, 2015). En dicha muestra, se puede observar un juego entre las plantas como vegetales y las plantas arquitectónicas, donde fragmentos de concreto con superficie de mosaicos, como calzadas portuguesas, cuya forma ha sido tratada como un mortero, son rellenos con líquido que lleva consigo extractos de plantas migrantes que el artista ha investigado en relación a épocas de conquista entre España y Colombia, las cuales quedan estancadas como después de una tormentosa lluvia, cuya superficie refleja estratégicamente los detalles arquitectónicos de las diferentes plantas del centro.

Este gesto, sutil y poético, establece cruces entre la migración forzada de las plantas, quienes con el tiempo muchas veces van mutando su aspecto y propiedades ya sea a través de procesos químicos como naturales para adaptarse a nuevos entornos, y lo que ha ocurrido con la calzada portuguesa, originaria del cruce entre Europa y Asia durante el colonialismo, que siguiendo las nuevas rutas creadas se han vuelto típicas de la idiosincrasia de ciudades tan lejanas como Río de Janeiro como señala el artista, modificando su aspecto en sincretismo con la ciudad.

En relación a esto último, y la conquista de territorios, hemos visto en reiteradas oportunidades como se han provocado dañinas prácticas sobre diversas especies de plantas que para sus pueblos originarios son catalogadas como sagradas. Dentro de estas prácticas se encuentran la extracción y migración de plantas entre territorios o la destrucción de sus ecosistemas para ser reemplazadas por especies cultivables bajo la consigna de progreso. Estos actos, ignoran por completo la carga significativa para sus pueblos originarios, el simbolismo que estas plantas sagradas poseen para sus cohabitantes y protectores. Este es el caso de plantas como el *Wachuma* (San Pedro), el tabaco, el canelo, la Aloe Vera o las diversas plantas medicinales que han sido arrancadas de su lugar de origen e introducidas en diferentes territorios. Sobre ello tratan los recientes trabajos de la artista chilena Patricia Domínguez, quién por medio de la utilización de diversas técnicas ha creado un universo propio, en el cuál pone a dialogar lo tecnológico, con lo digital, el arte precolombino, prácticas chamánicas y las bellas artes para hablar de crisis social, medioambiental, relaciones interespecie y diferentes tópicos muy útiles para esta investigación.

Entre sus proyectos más recientes se encuentra su participación en una muestra de gran interés para el desarrollo de esta memoria, expuesta hace unos meses en La Casa Encendida de Madrid, titulada *Un encuentro vegetal* (2021). Al igual que gran parte de las residencias y propuestas de exhibición han volcado hacia una reconexión del ser humano con la naturaleza luego de la crisis sanitaria que hemos vivido recientemente, la Casa Encendida ha presentado una muestra que busca, en palabras del propio centro: “una reflexión meditativa sobre el mundo vegetal y lo que podemos aprender de él, reconsiderando las plantas más allá de su uso para el consumo humano y mostrando su complejidad y sensibilidad” (Solís, 2021). Con el objetivo puesto en la urgencia de destruir los muros imaginarios que nos separan.

Más que una obra en específico, el interés sobre el trabajo de Domínguez reside en su cuerpo de obra completo, siendo esta última muestra un buen ejemplo de la relevancia para con esta memoria. En su obra *Mátrix vegetal*, como muestra la Figura 4, la artista propone una pieza compuesta por cinco tótems que contienen reproducciones de diferentes colecciones importantes de etnobotánicas y piezas del Real Jardín Botánico y la Real Academia de la Historia de Madrid de América del Sur y Europa.



Figura 4. Adaptado de *Un encuentro vegetal* [Fotografía], por Patricia Domínguez, 2021, Artishock (<https://artishockrevista.com/2021/06/18/un-encuentro-vegetal/>)

En palabras de la artista, con esta pieza busca dar a conocer y reflexionar sobre la invisibilización de las técnicas ancestrales de curación con plantas con la llegada de los colonos, señalando: “El cristianismo, el colonialismo y la biopiratería abrieron una brecha entre los ecosistemas occidentales de conocimiento y las alianzas

entre personas, plantas, la tierra y lo suprahumano” (Artishock, 2021), proponiendo además un encuentro a través del Taller *Mátrix vegetal, botánica decolonial*, en el que la artista nos invita a recomponer el punto de vista occidental sobre el mundo científico botánico, para repensarlo desde puntos de vista indígenas, artísticos y espirituales, reflexiones de gran interés para el desarrollo de *Prototipados de coexistencia*.

Este tipo de referentes, junto con la recopilación de información y reflexiones asociadas de este subcapítulo son de gran importancia para reforzar las lecturas de la pieza *Laboratorio de afectos para una planta migrante*, parte de la serie *Prototipados de coexistencia*, cuyas reflexiones críticas han ido alimentando y generando otras lecturas al proyecto, permitiéndome profundizar en la relación humano-planta que históricamente nos ha definido, y con ello en las consecuencias de esta interacción que aún se replican en la actualidad, para así generar reflexiones críticas sobre la consciencia especulativa que tenemos sobre ellas y el poco conocimiento que aún manejamos sobre su mundo.

En esta línea, creo necesario disponer como antecedente uno de mis trabajos anteriores que marcan el inicio del interés sobre los temas aquí analizados, titulado *Laboratorio caduco (2016)* el que surge por una invitación a exponer en Galería Callejera, un camión con el *container* transparente que deambula por las calles de diferentes regiones de Chile llevando arte a las comunidades. Mi propuesta fue aparcarse en el Parque Forestal, un lugar emblemático de Santiago por su entorno lleno de árboles exóticos de hoja caduca, que año a año representan un gran problema para la ciudad y la salud de los habitantes. En este contexto se emplaza *Laboratorio Caduco* como muestra la Figura 5, una ficción de laboratorio para el crecimiento de un árbol Quillay, donde se disponen elementos emuladores de efectos naturales que impulsan su desarrollo a través de la luz y el agua, así como también dispositivos tecnológicos de observación de crecimiento. Esta ficción de laboratorio juega con el absurdo, considerando que el Quillay es un árbol nativo chileno que crece sin necesidad de la intervención humana, pero que en el contexto que hoy estamos viviendo como sociedad, de crear cada vez más plazas duras o espacios verdes con especies vegetales introducidas de rápido crecimiento, el cuidado y la protección del árbol chileno se ha vuelto una realidad (Cabellos, 2016). De este modo, las reflexiones están dadas por sobre como un árbol nativo se vuelve ajeno debido a la migración forzada de especies introducidas sin un plan de regulación para con ellas y su entorno, desestabilizando el nuevo ecosistema.



Figura 5. *Laboratorio Caduco*, Galería Callejera. Natacha Cabellos, 2016.

Para continuar reflexionando sobre el contexto medioambiental en el que nos encontramos, y con miras a la construcción de los otros prototipados que conforman la pieza central de este estudio, se hace necesario contextualizar y expandir los conocimientos sobre lo que entendemos por territorios hostiles; el origen de sus formaciones y la posibilidad de su conquista.

1.2 Territorios hostiles. Desde lo natural al baldío urbano.

Al Norte de Chile (mi tierra natal) se encuentra el desierto más árido del mundo, el Desierto de Atacama y en el extremo sur de Chile, la Antártica. Esta cualidad ha permitido que año tras año el país sea visitado por científicos de todo el mundo que encuentran en las cualidades geográficas de estas tierras la posibilidad de explorar y experimentar la vida en territorios hostiles.



Figura 6. Adaptado de *Investigadores de Nasa probarán nuevo robot en sector de Yungay* [Fotografía], por Universidad de Antofagasta, 2019, Soy Chile (<https://www.soychile.cl/Antofagasta/Publicaciones/2019/09/11/614985/Investigadores-de-NASA-probaran-nuevo-robot-en-sector-de-Yungay-de-Antofagasta.aspx>)

Tras décadas sin lluvia, el salado ambiente del Desierto de Atacama, con características similares a las de Marte, se ha vuelto un terreno de pruebas para experimentar futuras misiones de la NASA (Winick, 2019), siendo la vida vegetal un tema importante a tratar, considerando que es una forma de vida resistente, adaptativa y que requiere, en comparación a los animales, una energía mínima para sobrevivir.

El mundo vegetal es lo único que puede garantizarnos la vida, por lo que las plantas siempre han sido conejillos de india de las expediciones. Así mismo, se han realizado estudios respecto a las condiciones extremas de vida en la Antártica, donde crecen solo dos especies de plantas: el clavel antártico (*colobanthus quitensis*) y el pasto antártico (*deschampsia antarctica*), las cuales tienen que sobrevivir en condiciones de oscuridad, de falta de agua (casi toda el agua se encuentra en forma de hielo o nieve), suelos delgados y ácidos (Renato, 2015), que encuentran en la colaboración interespecie (hongos) la probabilidad de una mayor resistencia, lo que ha llevado a científicos a encontrar en el extremo Sur de Chile posibles soluciones para la sobrevivencia de plantas en el árido Norte (Venegas, s.f.). Además, en este tipo de territorios de condiciones hostiles para la vida, podemos encontrar respuestas para proyectar la sobrevivencia de ciertas especies en territorios que forzosamente se volverán hostiles a consecuencia de los diferentes factores medioambientales que los están modificando (Cabellos, 2021).

Si habláramos de conquista de territorios hostiles, a cada uno se nos vendrían a la cabeza distintos escenarios, tal vez territorios de guerra, expediciones a Marte, libros que hemos leído sobre lugares tan vastos como el desierto o documentales sobre la Antártica, que de una u otra manera otorgan al ser humano el papel protagonista; el sobreviviente, el héroe o el investigador intrépido. Sin embargo, si realizamos este ejercicio con un poco más de detenimiento quizás asomarían otro tipo de imágenes, mucho más cercanas de lo que nuestra imaginación puede alcanzar; como tierras deforestadas; comunidades sin agua; zonas de sacrificio⁵; y todas las tragedias medioambientales que golpean al mundo hoy, motivo por el cuál ha comenzado un éxodo a nivel global de especies en búsqueda de la supervivencia. El ser humano entonces (bajo la mirada antropocentrista) ya no cumpliría ningún rol salvador, sino un agente potenciador de la hostilidad. A consecuencia, si pensamos en la conquista de territorios hostiles, lo primero que debiésemos de imaginar es nuestro propio planeta.

⁵ “Zona de sacrificio”: término acuñado por la sociedad civil chilena para designar aquellas zonas del país con una concentración masiva de industrias contaminantes, sobre todo carbón, pegadas a la población, para el desarrollo económico del país”
https://www.eldiario.es/ballenablanca/365_dias/zonas-sacrificio-chile-cumbre-clima_1_1205027.html

Sobre lo anterior y mi experiencia en el contexto sudamericano, he tenido la posibilidad de habitar de forma inmersiva en la naturaleza, un acto libre, sin restricciones, que genera la ilusión de pisar territorios salvajes; ¿la realidad? es que si ponemos el foco en nuestro contexto socio-natural, nos encontramos con caminos llenos de sendas de monocultivos pertenecientes a empresas forestales, ríos que solían ser prístinos convertidos en caudales que arrastran sedimentos de la industria de la minería y ríos que son intervenidos para alimentar cultivos de especies vegetales como la palta (aguacate) que como bien sabemos produce crisis irreversibles de sequías en sus alrededores. Nos encontramos con industrias salmoneras, petroleras, hidroeléctricas que intervienen los paisajes, que contaminan cada bien esencial para la vida, generando zonas de sacrificio y secando nuestros recursos naturales. Es así como vamos generando a nuestro paso territorios hostiles y a consecuencia, en palabras de Arias: “Hemos contribuido a alterar el clima del planeta, estamos provocando la primera gran extinción de especies debida a la acción de otra especie, nuestros detritos alcanzan profundidades abismales: el mundo entero es nuestro patio interior” (Arias, 2018, p.110), y lo que es más preocupante, debemos aprender a vivir en él. Frente a este escenario, coincido con el biólogo Mancuso y otros tantos investigadores sobre que nuestra única posibilidad para hacer posible esta residencia en territorios hostiles es nuestra alianza con el reino vegetal, ya que hemos comprobado que las plantas son pioneras en la conquista de este tipo de territorios, por su alta capacidad de resistencia y adaptabilidad.

No existe hábitat terrestre en el que los vegetales (entendido en el sentido amplio de organismos capaces de realizar la fotosíntesis) no hayan conseguido arraigar e introducir la vida. Desde los hielos de las regiones polares a los desiertos más abrasadores, desde los fondos oceánicos a las cumbres más elevadas, los vegetales lo han conquistado todo y lo siguen haciendo cada vez que se les presenta la ocasión. (Mancuso, 2019, p.19).

En efecto, las plantas pioneras⁶ en colaboración con otras especies de plantas, animales u hongos han sido capaces de habitar toda clase de territorios, siendo los primeros colonizadores de tierra firme hace 500 millones de años (Moreno, 2003). En esta línea, no tan sólo son un ejemplo de sobrevivencia, sino que también son un ejemplo de colaboración a toda escala para la sobrevivencia de todas las especies.

⁶ Las plantas pioneras son especies vegetales que habitan por primera vez territorios sin colonizar. También son aquellas especies que reconquistan territorios dañados, por ejemplo después de un incendio, y regeneran los suelos para el crecimiento de otras especies (Mancuso, 2019).

Ejemplo de ello es el proceso de “alelopatía”⁷ presente en las plantas, considerada como la comunicación entre plantas a través de la producción de diferentes compuestos químicos denominados como aleloquímicos, es decir, la comunicación entre plantas mediante señales químicas. En los árboles, este concepto también llamado como “la timidez de la copa”, permite que los árboles que conforman un mismo bosque impidan que sus copas se toquen creando brechas para que ninguno tape la luz del Sol a otros y así todos puedan desarrollarse de la misma manera (Querol, 2018).

Estas cualidades de colaboración han sido utilizadas en varios proyectos con la finalidad de gestionar soluciones para que el ser humano pueda continuar habitando estos territorios, ejemplo de ello son los proyectos para cultivar especies de plantas comestibles en aguas saladas, evitando así la alta contaminación que significa la desalinización de agua de mar para el consumo en regadíos (Mancuso, 2017); o eco inventos como *Seed Bombing project*⁸ cuyo objetivo es la reforestación de zonas inhóspitas con altos grados de desertificación y deforestación.

Todos estos inventos, en etapas tempranas de gestación y prueba se basan en el funcionamiento de una cadena de factores que colaboran entre sí para ser desarrollado, los cuales, a pesar de sólo ir en beneficio de la supervivencia de la humanidad en territorios hostiles, también dan a entender que la única forma de conseguir esta supervivencia es gracias a la colaboración, donde también cabe una resignificación del uso de la tecnología. Estos proyectos son de gran interés para el desarrollo del segundo y tercer prototipado: *Hay que llenarlo todo de plantas* y *Hacia la conquista de territorios hostiles* que conforman la serie *Prototipados de coexistencia*, porque abren en esta memoria por primera vez la posibilidad de explorar un camino de colaboración entre ser humano, plantas y tecnología por sobre una estructura piramidal de los elementos que lo conforman para habitar territorios hostiles. Estos temas han sido abordados de un modo brillante por el artista Gilberto Esparza (1975), encontrando en sus obras *Plantas nómadas* (2008-2013) un gran referente para desarrollar las piezas antes mencionadas.

Plantas nómadas, Figura 7, ha sido desarrollado en base a reflexiones sobre la modificación de los entornos naturales producto de la actividad humana que altera la

⁷ La alelopatía “se trata de un fenómeno biológico en el que un organismo genera compuestos bioquímicos que tienen influencia sobre la supervivencia, crecimiento o reproducción de otros organismos.” <https://www.ecologiaverde.com/alelopatia-que-es-tipos-y-ejemplos-1956.html>

⁸ Blog informativo del proyecto *Seed Bombing Project*: <https://blogs.gre.ac.uk/designsupport/greenspaces/seed-bombing-project/>

vida de los organismos obligando a las especies a adaptarse o a extinguirse, específicamente bajo la pregunta ¿cómo poder aprovechar la energía que los humanos despreciábamos? De este modo la obra se configura de varios organismos para sobrevivir los cuales aprovechan las bacterias de los ríos Santiago en el Estado de Jalisco y el río Lerma en la ciudad de Guanajuato, ambos en México, que por sus altos índices de contaminación se han transformado en una fuente de proliferación de bacterias que producen la muerte de toda especie que lo habite, tanto vegetal como animal, aprovechando estas bacterias absorbidas por celdas microbianas que las transforman en energía para el funcionamiento del sistema y así entregar nutrientes a una planta.



Figura 7. Adaptado de *Plantas Nómadas* [Fotografía], por Gilberto Esparza, 2008-2013, *Plantas Nómadas* (<https://www.plantasnomadas.com/>)

El punto de interés para esta memoria, es ver cómo Esparza hace uso de los mismos elementos que están causando la destrucción de esos entornos naturales en beneficio de la sobrevivencia del ecosistema, sin otro particular que la supervivencia. En palabras del artista: “Es un robot de entendimiento inverso, cuyos procesos vitales no obedecen al condicionamiento de la estructura de producción de capital. Su comportamiento, su movimiento y sus tiempos, están determinados por su ciclo vital de existencia, de modo tal, que es un organismo que existe en contradicción a la aceleración del mundo que ha sido impuesta por la dinámica humana” (Esparza, 2010).

El estudio de este sistema de construcción que propone Esparza, en el que ha logrado de manera exitosa la simbiosis entre tecnología y naturaleza, es vital para la investigación, porque establece un precedente de que tanto a nivel poético y artístico como activista y científico es posible pensar en nuevas formas de relacionarnos en pos de la supervivencia en territorios hostiles.

En esta línea, el artista español Santiago Morilla ha generado un cuerpo de obra basado en la producción experimental de nuevas subjetividades en relación con las “inteligencias no humanas” abogando por un cambio de paradigma en nuestra relación antropocéntrica con el Planeta Tierra, destacando entre sus proyectos para este apartado la pieza *Locative Breathing* (2018).

Esta pieza es un video performance que como muestra la Figura 8, presenta al artista recorriendo las calles de la ciudad Palmas de Gran Canaria en bicicleta arrastrando un carrito fabricado como invernadero para transportar una planta endémica de la zona el “Drago Canario”.



Figura 8. Adaptado de *Locative Breathing* (Santiago Morilla) [Fotografía], por Yon Bengoechea, 2018, Santiago Morilla (<http://www.santiagomorilla.com/index.php/?exhibitions/locative-breathing/>)

El artista pedalea mientras su respiración es conectada al invernadero, liberando CO₂ en cada exhalación y obteniendo Oxígeno de la planta con cada inhalación. Si bien el artista define esta obra como “una declaración simbólica sobre el concepto de interdependencia e interferencia humana en la adaptación local de los entornos naturales” (Morilla, 2018). Se puede desprender una lectura basada en la simbiosis entre planta y ser humano para la subsistencia de ambas especies en territorios contaminados, punto de gran interés para el desarrollo de *Prototipados de coexistencia*.

Bajo la idea de generar dispositivos que sean un aporte para paliar las consecuencias medioambientales que hemos alcanzado a niveles planetarios, que nos han obligado a habitar territorios hostiles, surge *Asunder* (2019), proyecto generado por un colectivo artístico compuesto por Tega Brain, Julian Oliver y Bengt Sjöln.

Esta pieza, consiste en un "gestor medioambiental" ficticio, un simulador de futuras modificaciones planetarias para mantener a la tierra a salvo de las consecuencias del cambio climático, reflexionando sobre nuestra constante búsqueda de soluciones tecnológicas para enfrentar este problema, en palabra del colectivo: "La obra está estructurada en simulaciones discretas para diferentes regiones, situando el ecosistema como superficie computacional. A medida que las ciudades se reubican, las naciones se combinan, las costas se enderezan o los ríos se desplazan" (Arselectronica, 2021).



Figura 9. Adaptado de *Asunder* (Tega Brain (AU), Julian Oliver (NZ), and Bengt Sjöln (SE)) [Fotografía], por Luca Girandini, 2019, Ars Electronica (<https://ars.electronica.art/center/en/asunder/>). CC NC-SA 4.0.

Esta obra es parte de la muestra *There is not plan B* que se enmarca en el Festival Ars Electronica 2021. Una muestra que a través de diversos proyectos colaborativos como; *The Museum of Edible Earth* (2021); *A brief history of CO2 emissions* (2021); o *Life Support System* (2021), busca tanto ilustrar como señalar posibles soluciones ante la crisis climática producida por el extractivismo exponencial de recursos naturales como el carbón, el gas natural o el petróleo para generar nuevas propuestas que nos permitan crear futuros verdes.

En esta misma línea, creo necesario poner como antecedente previo el proyecto personal *La naturaleza del vacío* (2015). Este corresponde a una investigación personal realizada en la ciudad de Valparaíso en Chile, en el marco del Festival de Arte Sonoro Tsonami, la cuál giraba en torno a los "espacios inconclusos que van quedando en zonas gentrificadas, edificaciones que por no ser habitadas van mermando sus condiciones físicas hasta su destrucción, convirtiéndose en espacios baldíos, sitios eriazos inhóspitos con el entorno de sus comunidades" (Cabellos, 2016).



Figura 10. La naturaleza del vacío, Natacha Cabellos, 2015.

En este contexto, centré mi interés en como las comunidades, ante la urgencia de convivir con espacios verdes, van tomando estos espacios baldíos para construirlos en plazas o espacios verdes. Con este trabajo pretendo reflexionar sobre la importancia de esos espacios de distracción y placidez y los efectos de la naturaleza sobre el individuo, pero también, sobre cómo las ciudades, pueblos, localidades, etc. al estar cada vez más urbanizados, con el afán de una mayor conectividad y prosperidad, van perdiendo esos sitios verdes y se van desconectando de los entornos naturales dando paso a territorios hostiles, teniendo que recurrir a crear áreas verdes artificiales para poseer zonas de bienestar, transformándose en una seguidilla de destrucción y construcción (Cabellos, 2016). De este modo, *La Naturaleza del vacío* corresponde a tres piezas que ficcionan factores ambientales sobre elementos naturales, dialogando entre el área verde que tiene que ser reconstruida dentro de un terreno altamente urbanizado y el sitio baldío donde sus vecinos construyen espacios comunes con sus propias manos.

En relación a lo señalado de este proyecto, así como también sobre la manipulación y destrucción de nuestro entorno natural y el crecimiento de territorios hostiles tratado en este capítulo, se hace necesario analizar el presente híbrido que habitamos.

1.3 Artificio y naturaleza, una mixtura al servicio del ensayo artístico.

Buscando que las reflexiones vertidas en esta memoria sean un aporte conceptual y paralelo a la práctica *Prototipados de coexistencia*, que tiene por objetivo explorar diferentes formas de comunicaciones entre lo artificial y lo no artificial para crear alianzas ante la hostilización de los territorios, se hace necesario pensar en como convivir con los cambios, y para ello entender el modelo híbrido de naturaleza que habitamos.

El concepto de naturaleza siempre ha sido un tema complejo de abordar, debido a su amplitud, interdisciplinariedad académica y a las diversas interpretaciones para cada área de pensamiento, ya sea desde el punto de vista religioso, filosófico, científico o político, que según los intereses de esta memoria podríamos reducir a todo lo vivo, todos los fenómenos físicos que hacen posible la vida y lo no material que conforma a un determinado ser o conjunto de seres, entre otras tantas acepciones. Frente a esta amplitud de posibilidades, propongo definir el concepto en palabras de Manuel Arias Maldonado (2018) como “aquello que no es artificial”, de este modo estaríamos incluyendo sólo a aquellos elementos que no han sido intervenido por el hombre, aquellos que nacen y se desarrollan al margen, para así tener un punto de partida desde donde analizar los cambios a los q hoy nos enfrentamos. Bajo este posicionamiento, podríamos definir naturaleza como “una entidad autogenerativa y autosostenible, definida por su *télos*, o sea, la capacidad para mantener su organización interna en presencia de fuerzas externas y de ejercer su propia fuerza en el medioambiente en que se desenvuelve a fin de mantener su integridad” (Arias, 2018, p. 67).

Ahora bien, en los apartados anteriores hemos apuntado de manera introductoria el cambio exponencial que ha sufrido la naturaleza por el desarrollo de la humanidad, el cuál ha ayudado directa o indirectamente a estrechar, sino eliminar, esta línea divisoria entre lo artificial y “lo natural”. Como parafrasea Arias al científico ambiental Erle Ellis, desde un punto de vista filosófico “la naturaleza es ahora naturaleza humana; no hay naturaleza salvaje en ninguna parte, solo ecosistemas en diferentes estados de intervención humana, que difieren entre si en su grado de humanidad o naturalidad” (como se citó en Arias, 2011, p. 127). Hablamos entonces del fin de la naturaleza salvaje, ya no podríamos pensar en naturaleza sin la intervención

humana o sin la influencia del antropocentrismo, la naturaleza como en un origen se ha concebido ha perdido autonomía.

En el contexto señalado anteriormente, tampoco sería pertinente hablar del fin de la naturaleza, sino abrirnos a las consecuencias de la hibridación que ya habitamos, y “concebir la relación entre lo natural y lo artificial como un continuo y no como una oposición” (Arias 2018, p. 69). Ya sobre estas posibilidades reflexionaba el crítico y filósofo italiano Gillo Dorfles a mediados del siglo XX, sobre la naturaleza como artificio que hemos acogido como realidad y que ya forma parte de nuestra vida:

Nos vemos cada vez más insertados en un mundo totalmente artificial, que se basa en el uso de materiales plásticos, fertilizantes químicos, objetos, instrumentos, tejidos, líquidos, colorantes, hechos con materiales totalmente «inexistentes en la naturaleza» y de los que ya desde el punto de vista organoléptico, táctil, cromático, tenemos la neta sensación de que pertenece al mundo natural. (Dorfles 1972, p. 39).

En esta línea, he dado con un hecho de gran relevancia para esta investigación, sobre la idea de artificio, de manipulación de los espacios naturales para el beneficio del desarrollo de la humanidad e hibridación, ubicado en el pueblo de Canfranc, Pirineo Aragonés de España.

En Canfranc, Figura 11, donde se encuentra el paso fronterizo que comunica España con Francia (Túnel Somport) construido en 1914, se alzó una de las estaciones internacionales de ferrocarril emblemáticas de principios del Siglo XX, cuya edificación comienza en 1915 y cierra en 1949 por desacuerdos políticos.



Figura 11. Estación de Canfranc y el bosque a sus espaldas, Natacha Cabellos, 2021.

En esta impactante edificación inserta en un pequeño valle rodeado por altas montañas se alza un bosque artificial, llamado de forma coloquial “el Bosque ficticio de Canfranc”, que fue fabricado con el traslado y plantación de cada uno de sus árboles, con el único objetivo de proteger a la estación de aluviones y derrumbes de las laderas de las montañas (Crespo, 2020). Este bosque en su origen artificial, en afán de imitar el comportamiento de la naturaleza, hoy es parte del paisaje y se ha expandido con nuevas especies, siendo un claro ejemplo de lo que nos referimos cuando hablamos de hibridación. En palabras de Arias: “Por ‘hibridación’ hay que entender la recombinación que resulta después de que procesos y artefactos de origen humano hayan ejercido un grado variable de influencia sobre procesos y seres naturales” (Arias 2018, p. 71). En este sentido, ante la amenaza de desertificación por el aumento de la temperatura del ambiente y la gestación de territorios hostiles producto de los diversos factores que involucran el desarrollo de las civilizaciones, el habitar escenarios híbridos no tendría vuelta atrás, ya que como diría el autor, esta hibridación estaría presente desde lo biológico al cambio climático, de la alteración de las semillas a la de las bacterias en un proceso que comunica sociedad y naturaleza, por lo tanto, utilizar esta hibridación para subsanar o palear la crisis ambiental a la que nos enfrentamos parece una buena medida de combate, así señalábamos en los ejemplo del apartado anterior, sobre los proyectos que buscan reforestar o crear nuevas formas de cultivo utilizando para ello la simbiosis entre objetos naturales y tecnología.

En este contexto, quisiera poner como antecedente dos proyectos personales que tratan esta problemática *Estados de la materia* (2015) y *De desechos y polvo* (2019), los cuales precisamente tratan sobre la naturaleza híbrida, aquellas nuevas naturalezas que se van asentando como cotidianas. *Estados de la materia*, Figura 12, se resuelve en la comunidad de María Pinto, pequeño pueblo cercano a Santiago de Chile el cuál es conocido, entre otros factores por su escasez hídrica, que comienza a ser un problema grave para sus habitantes. Ante este escenario, sus canales de regadío presentan además un alto índice de contaminación, encontrando muchas veces formaciones sólidas derivadas de la contaminación acuática.

El proyecto consiste en una grabación de un tramo del canal que cruza la comunidad, en el que se enfoca el cambio de estado de líquido a sólido del agua, la cuál al arrastrar bacterias y chatarra va generando una capa que retiene todos los sedimentos que consigo trae la corriente. En el mismo sector, una familia de patos y distintas especies de aves y peces deambulan, haciendo uso de esta capa

sedimentada de basura para entrar y salir del canal, produciendo un objeto natural artificial como ejemplo de hibridación.



Figura 12. Estados de la materia. Natacha Cabellos, 2015.

En otro sentido, pero referido a la misma problemática surge *De desechos y polvo*, Figura 13, proyecto que trata el conflicto de la destrucción de espacios naturales que bajo la idea de progreso el ser humano ha ido reemplazando por edificaciones y espacios urbanos, que, como consecuencia, arrastra problemas de temperatura, de contaminación y de estrés en la población. Así como también, sobre como, a raíz de estos actos, el ser humano se ve obligado a la reconstrucción de áreas verdes artificiales para paliar esta situación, muchas veces buscando especies vegetales introducidas, las cuales son ornamentales y de rápido crecimiento, que empeoran las condiciones que buscan mejorar.



Figura 13. De desechos y polvo. Natacha Cabellos, 2019.

En este contexto, con esta pieza se busca reflexionar sobre la plantación de árboles exóticos de hojas caducas, que cada invierno botan sus hojas tapando las alcantarillas y produciendo graves inundaciones en las ciudades. Ante este escenario, reflexioné en la figura del jardinero que ante el caos producido por estas hojas busca mantener el ornato de las ciudades por medio de diferentes herramientas. La pieza consistente en una máquina sopladora que intenta mantener a raya un cúmulo de hojas de árboles que son revueltas por el viento cada cierto tiempo, representando la paradoja recurrente de reconstruir para el bienestar de la humanidad lo que se ha destruido en beneficio del progreso, evidenciando un estado de control sobre la naturaleza, reprimiendo todo ciclo y acto espontáneo para mantener el orden de una ciudad. Bajo esta idea nace *De desechos y polvo*, como una crítica a la lucha constante entre la idea de control humano y el caos de la naturaleza, así como también la creación de herramientas tecnológicas que interactúan con estos objetos naturales en beneficio de la humanidad.

En esta dirección y en la búsqueda de nuevas formas de establecer relaciones de colaboración entre las diferentes especies es que se plantea el desarrollo del siguiente capítulo de esta memoria: *Antropomorfismo tecnovegetal. Habitando con interespecies postinternet*, en el cuál se continúa desarrollando el contexto en el que se levantan los intereses de esta investigación y se introduce a referentes y antecedentes que sirven de apoyo para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*.

2. Antropomorfismo tecnovegetal; Habitando con interespecies postinternet

En el capítulo anterior nos hemos centrado en el problema; los antecedentes que nos dirigen hacia nuestra actual relación con el mundo vegetal con el que cohabitamos, en este capítulo buscaremos reflexionar sobre otras formas de comunicarnos con esta especie, ya no desde el antropocentrismo, sino desde el apoyo mutuo, analizando para ello teóricamente la visión de diferentes autores que profundizan en estos temas desde distintas aristas y una revisión conceptual y técnica de proyectos artísticos en los nuevos medios; proyectos científicos en botánica y agricultura; y proyectos personales anteriores que introducirán al desarrollo de la obra objeto de este estudio.

Si el objetivo principal de esta memoria es contribuir al desarrollo de la serie *Prototipados de Coexistencia*; una mesa de ensayos y pruebas de conexiones interespecies entre máquinas y vegetales, deberíamos partir este capítulo mencionando el trabajo de uno de los grandes matemáticos del Siglo XX y padre de la Cibernética Norbert Wiener, y su teoría interdisciplinar centrada en el estudio de las interrelaciones entre animales y máquinas. Wiener, propone el concepto de *Cibernética* como “una ciencia multidisciplinar para el análisis de los procesos comunes que se dan en los seres vivos y las máquinas, como son el control de la información y las comunicaciones” (Wiener, 1960). Si bien llevaba este estudio principalmente hacia el desarrollo y el comportamiento humano u otras especies animales, la investigación queda abierta a la interpretación de la información, y la oportunidad de entender el lenguaje de las máquinas en relación a los seres vivos en su amplio espectro, como podrían ser organismos como las plantas.

Después de la Segunda Guerra Mundial, Wiener centró su investigación en el manejo de máquinas o aparatos a través de mensajes (transmisión de la información y la realimentación), en similitud al comportamiento de grupos humanos y animales, el estudio de su psicología y sistema nervioso abriendo el camino a la construcción de autómatas. En su libro “Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas”, con la pregunta “¿Pueden unas máquinas hechas por el hombre instruirse y pueden reproducirse?” Wiener comienza el camino por explicar cómo las máquinas tendrían la capacidad para aprender de su propia experiencia e interacción con el ser humano a través de máquinas de juegos como el ajedrez. Este tipo de aparatos irían

mejorando sus tácticas de juego gracias a mejoras en el desarrollo de sus estadísticas basadas en la imitación de su contrincante, en este caso, el ser humano; si en un comienzo hubiese sido más simple darse cuenta de que el contrincante era una máquina, por la repetición de movimientos o errores recurrentes, Wiener propone que el aparato pudiese aprender “no sólo de sus propios fallos sino de los éxitos de su oponente. Entonces sustituye sus anteriores valoraciones por otras nuevas y se dispone a jugar como una máquina nueva y mejor (...) también puede absorber en el curso del tiempo algo de la política de su oponente” (Wiener, 1960, p. 269). Así continúa analizando otros juegos como las damas, el comportamiento de máquinas de guerras, relatando leyendas, cuentos y analizando máquinas auto-programadoras en analogía a la capacidad de aprender de los sistemas vivos. De este modo, a grandes rasgos propondría entender a las máquinas bajo instrucciones *ontogenéticas* u *filogenéticas*; el primero como un aparato que se adapta a su entorno por medio de la experiencia; y el segundo como un aparato cuya información no se aprende, es intrínseca y está en la base de su programación, como podría asociarse a las cualidades de especies y la selección natural.

Es de gran relevancia mencionar el trabajo de Wiener para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*, en el proceso de generar dispositivos que se comuniquen entre si a través de señales y acciones, máquinas reactivas que no sólo se comunican entre ellas, si no que también con elementos naturales y especies vegetales. Propongo definir esta comunicación bajo el concepto del “Apoyo mutuo” que proponía el sociólogo anarquista Peter Kropotkin, como un factor decisivo para la evolución y sobrevivencia de las especies. En su libro *El apoyo mutuo: un factor de evolución* el autor nos lleva por claros ejemplos de colaboración entre las diferentes especies animales, ya sea dentro de su misma clase o interespecie, así como también ejemplifica la importancia de este apoyo entre los salvajes y posteriormente en las sociedades modernas. En este principio, el apoyo es fundamental para lograr la sobrevivencia tanto a nivel individual como colectivo, así especies pequeñas en masa pueden generar mayor resistencia contra los enemigos, o especies pueden beneficiarse de otras para lograr atravesar un río, sobrevivir a los fríos, conquistar territorios, etc. Los ejemplos descritos por Kropotkin son esenciales para el desarrollo del *Prototipado III* de la serie objeto de esta memoria; una pequeña máquina que se comunica con otro dispositivo para la conquista de las plantas en territorios hostiles, que será descrito en el desarrollo técnico de la obra en el próximo capítulo. Si bien lo propuesto por el autor está basado en los estudios del comportamiento animal, sus postulados y reflexiones

también pueden ser interpretados para el reino vegetal, ya que se estaría hablando del mismo principio. Sobre ello me gustaría marcar la siguiente cita:

Cuando un enjambre de abejas se prepara para abandonar la colmena para fundar una nueva sociedad, cierta cantidad de abejas explora previamente la vecindad, y cuando logran descubrir un lugar conveniente como vivienda, por ejemplo, un cesto viejo o algo semejante, se apoderan de él, lo limpian y lo guardan a veces durante una semana entera hasta que el enjambre se forma y se asienta en el lugar elegido. ¡En cambio, cuántas veces los colonos parecieron en sus nuevos países únicamente porque no comprendieron la necesidad de unir sus esfuerzos! Con la ayuda de su inteligencia colectiva reunida, las abejas luchan con éxito. (Kropotkin, 2016, p. 46).

Este ejemplo del comportamiento de las abejas y la conquista de otros territorios para fundar una nueva sociedad, utiliza el mismo principio de colaboración que se pretende desarrollar en la obra antes mencionada; una máquina que recorre el nuevo territorio en búsqueda de agua, y que al encontrarla envía una señal a otro dispositivo que dispensa semillas. Las plantas, como bien ejemplificamos en el primer capítulo, utilizan diversas formas de apoyo mutuo para propagarse y desplazarse por diferentes lugares, bien describe este comportamiento el biólogo Stefano Mancuso:

La creación de comunidades estables basadas en la colaboración con otros organismos con los cuales se comparte espacio vital sería una necesidad. Al no poder marcharse en busca de entornos o compañeros más favorables, las plantas se ven obligadas a aprovechar al máximo la convivencia con sus vecinos. (Mancuso, 2020, p. 117).

En esta convivencia y ante la hostilización de los territorios por la influencia humana, se propone comenzar a generar alianzas entre dispositivos y especies vegetales que garanticen esta conquista. De este modo, el apoyo mutuo entre máquina y planta beneficiaría a esta especie permitiéndoles llegar a territorios hostiles y a la vez, beneficiaría a todas las otras especies que dependen de la simbiosis con las plantas para sobrevivir, entre ellas, el ser humano.

Esta propuesta también tiene relación con los postulados de Donna Haraway y los inicios de una nueva era que sigue al Antropoceno, el *Chthuluceno*. Ante ello

Haraway menciona “El Antropoceno marca graves discontinuidades; lo que viene después no será como lo que vino antes. Creo que nuestro trabajo es hacer que el Antropoceno sea lo más corto/estrecho posible y cultivar de manera recíproca, de todas las formas imaginables, épocas venideras que puedan restaurar refugios” (Haraway, 2019, p. 155). Este concepto incluiría el pasado, el presente y lo que está por venir, los poderes de la tierra, incluye a humanos y no humanos, es un concepto basado en la colaboración interespecie en su amplio espectro como única solución de sobrevivencia ante la catástrofe, ante ello Haraway propone:

Necesitamos no solo volver a sembrar, sino también volver a inocular con todos los asociados que fermentan, fomentan, y fijan los nutrientes que necesitan las semillas para prosperar. La recuperación aún es posible, pero solo en alianzas multiespecies, por encima de las divisiones asesinas de naturaleza, cultura, y tecnología y de organismo, lenguaje y máquina. (Haraway, 2019, p. 182).

Esta propuesta también se puede relacionar al pensamiento indígena donde existe “la comunidad integrada por todos los seres que conforman el cosmos, es decir, una filosofía centrada en el «nosotros», que incluye a los seres humanos, las plantas, los animales y todo lo que vive sobre la Tierra” (Tapia 2015, 263).

En este punto, ya hemos definido el marco en el que se desarrolla la obra objeto de esta memoria, dando cuenta del problema en el que se adscribe y las posibles soluciones propuestas por teorías aliadas que respaldan el desarrollo conceptual y práctico de la serie *Prototipados de coexistencia*. Ahora, de cara al análisis práctico de la obra, se vuelve necesario definir el marco artístico en el que se encuentra, para luego dar pie al análisis de referentes que inspiran este proyecto. Para ello analizaremos dos conceptos esenciales que lo rigen y que han sido planteados como título de este capítulo; Antropomorfismo tecnovegetal y postinternet.

Propongo partir describiendo el primer concepto, entendiendo por antropomorfo como la atribución de cualidades humanas que se le dan a objetos o animales y por tecnovegetal como la simbiosis o colaboración entre tecnología y naturaleza (especies vegetales), proponiendo de este modo el término “antropomorfismo tecnovegetal” tanto como método; en la visualidad y el funcionamiento antropomorfo con que se ha dotado a la tecnología para establecer vínculos con la naturaleza, referido a las cualidades y dimensiones físicas humanas; como en la forma antropomorfa, asociado al

comportamiento en que se vinculan tecnología y plantas, entendiendo así que no refiere a la caricaturización o la copia de la forma humana sino a como la mixtura entre tecnología y naturaleza dialogan en dimensión y otras cualidades con lo humano.

En el *Prototipado I* y el *Prototipado III* del proyecto objeto de esta memoria, los mecanismos que interactúan con plantas y semillas cumplen con una gestualidad humana, como las dimensiones y funcionalidad de un brazo. La intención de este antropomorfismo se da por la idea de mantener el vínculo simbólico entre la figura de la mujer y el cuidado de la tierra, ese vínculo sagrado interespecie formulado en la cosmovisión indígena y como pudimos ver anteriormente, rescatado por diversos autores como parte del pensamiento contemporáneo sobre el cuidado del planeta en alianza multiespecie. Así, en esta mesa de laboratorio, de pruebas, ensayos y errores, dialogan plantas con manos robotizadas; seres humanos con sensores y dibujos digitales; dispositivos autónomos rastreadores de agua y semillas, en una muestra de prototipados de conexiones para la coexistencia de especies.

Podemos ahora analizar brevemente el segundo concepto, “postinternet”, en el que la serie *Prototipados de coexistencia* se adscribe; término introducido y analizado por el artista e investigador español Moisés Mañas en su tesis doctoral *Interacción en espacio-tiempo post Internet* (2006), anteriormente acuñado y difundido por Marisa Olson en el año 2008 y apropiado por variados artistas y académicos como Guthrie Lonergan, Gene McHugh o Harm van den Dorpel en el desarrollo de sus investigaciones. El concepto surgiría para definir a una sociedad marcada por la conectividad, no sólo limitándose al uso de internet como un medio, sino que, entendiéndola como una veladura sobre nuestro contexto de vida, definiendo por conectividad a “la tendencia a juntar entidades separadas, y sin conexiones previas, mediante un vínculo o una relación” (Mañas, 2006), que en este caso estaría dado por la existencia de las redes.

En el arte, definiría a las creaciones artísticas en un periodo en el que las indagaciones creativas en torno al impacto de las redes en la sociedad podían derivar no sólo a obras hechas con el ordenador, sino obras objetuales, instalaciones, video y toda clase de proyectos que surgiesen en una época conectada e influida por esta conexión al igual que en todos los aspectos de la sociedad. Las derivaciones actuales del postinternet en el arte entonces, estarían dadas por la definición de una práctica artística que surgiendo en una era conectada por el internet no es desarrollada necesariamente para el ordenador, pudiendo ser *on line* u *off line*, mientras mantenga

una estética relacionada a las redes, ya que con el término, en palabras de Martín Prada, “se estaba tratando de nombrar el inicio de una época en la que el componente de conectividad sería inherente a la cultura en general, indisociable de las prácticas habituales de trabajo, socialización y entretenimiento” (Prada, 2017, p. 46). De este modo, “el arte postinternet asume un nuevo paradigma creativo en el que el autor vive en las dos realidades, la física y la virtual, donde ya no existe separación, sino una fusión de universos, y por ende el creador no puede abstraerse a la inspiración que les genera la navegación en la web ni la influencia que en ellos tienen los contenidos vistos en ella” (Velasco, 2018). En definitiva, el proyecto que se presenta es desarrollado en la era postinternet; utiliza herramientas de conexión para la comunicación entre dispositivos; así como también trabaja estableciendo comunicación física entre objetos y elementos naturales, mezclando arte, ciencia y tecnología.

En el contexto anterior, si pudiésemos hablar de la innovación del proyecto presentado, apuntaría a la búsqueda de establecer relaciones interespecies en la era postinternet. Para esto, propongo entender como interespecies postinternet a las interfaces creadas para establecer comunicaciones entre dispositivos e inteligencias no humanas, específicamente, las plantas. Esta idea de comunicación entre especies a través de internet ha sido un tema recurrente desde hace algunos años, sobre ello, investigadores como la psicóloga cognitiva y científica de mamíferos marinos Diana Reiss, el músico Peter Gabriel, Neil Gershenfeld, padre del internet de las cosas y uno de los padres del internet Vinton Cerf han propuesto un Internet interespecie, para la comunicación no sólo con humanos y máquinas, sino también con otros seres sensibles, una idea que toma fuerza, considerando el reciente desarrollo del *Interplanetary Internet* que dio como resultado la comunicación del *Curiosity* con nosotros desde Marte. En base a esta idea, comparto la siguiente reflexión sobre el proyecto:

Internet funciona bajo el mismo principio: la interconexión de distintos dispositivos sin importar su color o tamaño, país de procedencia, sistema operativo, lenguaje o patrón de conducta. Sin importar sus diferencias, todos los dispositivos se conectan a la red de redes. ¿Por qué tendría que ser diferente con los organismos vivos? Todos tenemos las mismas necesidades, el mismo código de programación. Comemos, nos reproducimos y nos comunicamos. Encontrar un lenguaje común que todos podamos hablar no es una idea tan descabellada. Después de todo si las computadoras lo hicieron, ¿por qué los seres vivos no podríamos. (Mercado, 2013).

La serie *Prototipados de coexistencia* va en esta línea, no en la creación de una nueva internet para la comunicación interespecie, pero sí bajo los principios de interconexión entre especies y dispositivos sin importar sus diferencias, utilizando las herramientas que ya tenemos para establecer dichas comunicaciones.

2.1 Estados de conexión: comunicación entre lo biológico, lo mecánico y lo computacional desde una mirada colaborativa

Para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia* se han utilizado varios referentes provenientes del arte y las ciencias que hemos catalogado según la necesidad de cada prototipado, estos son: Automatismo tecnovegetal; Comunicación interespecie; Sensores e imagen reactiva; Mecanismos antropomorfos; y Propuestas para una conquista interespecie. Además, al final de este apartado se han incluido antecedentes de proyectos anteriores personales que encaminan al desarrollo técnico y visual de la obra.

2.1.1 Automatismo tecnovegetal

En búsqueda de la autonomía de dispositivos híbridos entre tecnología y especies vegetales, o aquellos autónomos que dialogan con elementos naturales quisiera partir presentando la obra *Perejil buscando al Sol* (2007) del artista mexicano Gilberto Esparza, mencionado anteriormente.



Figura 14. Adaptado de *Perejil buscando el Sol* [Fotografía], por Gilberto Esparza, 2007, Gilberto Esparza (<https://gilbertoesparza.net/portfolio/perejil-buscando-al-sol/>)

En palabras del artista:

La necesidad de adaptarse a un entorno urbano en condiciones de poca luz solar, ha forzado a esta especie a modificar su naturaleza constitutiva a un organismo híbrido entre vegetal y máquina, que le da la posibilidad de desplazarse para escapar constantemente de la sombra, esto le permite maximizar el aprovechamiento de la energía aportada por el sol que el organismo captura para sobrevivir. (Esparza, 2007).

A nivel técnico, para el movimiento del dispositivo se han utilizado dos motores DC, dos celdas solares que convierten la radiación solar en energía eléctrica, chasis de metacrilato que contiene la tierra y la planta Perejil, dos ruedas fijas a los motores y una rueda central libre.

En un mecanismo sencillo pero efectivo, cada celda solar está asociada a un motor, cuando ambas celdas reciben la luz del Sol se activan ambos motores, cuando una de ellas deja de recibirlo, el motor asociado después de unos segundos se apaga, haciendo que el dispositivo gire hasta que ambas celdas encuentran nuevamente la luz del Sol.

Si bien son varios los proyectos que se pueden encontrar en las redes para fabricar chasis autónomos, esta obra tiene la particularidad de que el dispositivo ha sido fabricado para entregarle autonomía a una planta, cuya visualidad, cadencia y propósito han sido analizados para el desarrollo del *Prototipado III* del proyecto objeto de esta memoria, la cuál, al ser parte de una serie abierta a ir modificándose, tiene la posibilidad de ir mejorando sus capacidades de autonomía como la inclusión de paneles solares que en una primera etapa no se han dispuesto.

Es importante dar a conocer que, si bien este proyecto es un referente para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*, también se ha analizado desde un punto de vista crítico frente a la inclusión de organismos vivos en la práctica artística. De este modo, se han considerado las falencias que estas obras suelen tener ante el cuidado de las plantas, en base a los conceptos de Ecomedia analizados en el primer capítulo.

Como referencia de dispositivos autónomos que dialogan con la naturaleza y además proponen una solución a las problemáticas ambientales del entorno donde se

emplazan, se encuentra la obra *Nanodrizas* (2009) del artista Arcangel Constantini. Esta obra consiste en dispositivos autónomos flotantes que se comunican de forma inalámbrica para enviar datos sobre la contaminación del agua, reaccionando a estos datos mediante sonidos y la emanación de agentes químicos para palear la contaminación captada.



Figura 15. Adaptado de *Nanodrizas* (Arcangel Constantini) [Fotografía], por Laboratorio de Interfaces Electrónicas, 2009, Laboratorio de Interfaces Electrónicas (<https://laboratoriodeinterfaceselectronicas.wordpress.com/2013/05/17/nanodrizas/>)

Se considera esta obra como referente, ya que se ha logrado un nivel de automatismo e independencia del dispositivo que le permite interactuar tanto con otros dispositivos como con su entorno en tiempo real y a la vez, es capaz de generar relaciones simbióticas con el agua, recibiendo datos que permiten el sonido de la pieza y entregando a su vez remedios bacterianos y enzimáticos en respuesta a los niveles contaminantes (laboratoriodeinterfaceselectronicas, 2013).

En otra línea se encuentra el trabajo de Theo Jansen, ingeniero, científico y artista cinético de los países bajos, quién ha dedicado su producción artística a desarrollar una “nueva naturaleza”, criaturas autónomas de diversos tamaños que se desplazan por impulso del viento gracias a complejos sistemas de funcionamiento basados en la teoría de la evolución biológica.

Utilizando tubos de plástico de cableado eléctrico, de aspecto similar a los huesos de animales ha construido cientos de “bestias de playa” que transitan por las arenas de los países bajos cuyo motivo original fue el de preservar las dunas a través del movimiento de la arena generado por las estructuras.



Figura 16. Adaptado de *Animaris Turgentia Vela* [Fotografía], por Theo Jansen, s/f, Fundación telefónica (<https://boletines.fundaciontelefonica.com/institucional/invitacion-theo-jansen-asombrosas-criaturas/>)

Estas estructuras biomecánicas (objeto que estudia las estructuras mecánicas que existen en los seres vivos, principalmente animales) son una referencia para esta investigación por el estudio exhaustivo que realiza en desarrollar nuevas especies híbridas entre tecnología y naturaleza, sistemas autónomos que se benefician de elementos naturales como el viento para sobrevivir sin la intervención humana.

2.1.2 Comunicación interespecie

Infinitos son los proyectos que han surgido buscando respuestas visuales o sonoras de las plantas ante la interacción de estas con el ser humano. Encontramos desde proyectos escolares hasta prototipos desarrollados por grandes empresas biotecnológicas, que, ante diferentes objetivos, han investigado, en mayor o menor complejidad, la posibilidad de que la especie humana se comunique con las plantas, y a la vez buscar una reacción o manipulación de las plantas mediante la instrucción humana. Para el *Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante* se ha elaborado uno de estos sistemas reactivos en base a referentes de distintas áreas.

Como referente artístico se ha tomado el trabajo de María Castellanos y su obra *The plants sense* (2018). Este proyecto que muestra la Figura 17, se podría describir como un jardín interactivo entre organismo humano y no humano. Por medio de diferentes sensores se miden las oscilaciones eléctricas de las plantas las cuales son traducidas en sonidos y vibraciones ante la presencia humana, interactuando con ellos a través de un *wearable* diseñado para esta interacción, además, el espectador, puede obtener reacciones de las plantas al tocarlas, mediante diferentes dispositivos electrónicos que se han dispuesto en las plantas para gestionar dicha interacción.



Figura 17. Adaptado de *The plants sense* [Fotografía], por María Castellanos, 2018, María Castellanos (http://mariacastellanos.net/?/=seccion/projects/entrada/plants_sense_eng)

En palabras de la artista: “Esta interacción hace posible la comunicación entre los humanos y las plantas, llegando así al entendimiento del lenguaje vegetal, inalcanzable sin la ayuda de los sistemas robóticos desarrollados por los artistas. Este dispositivo traduce y transmite precisamente aquellas señales que los seres humanos, debido a nuestro limitado sistema perceptivo, no podemos recibir de otra manera” (Castellanos, 2018).

Este proyecto ha sido estudiado para el desarrollo del *Prorotipado I* de la serie, en la búsqueda de aliados en el arte que investigaran la interacción interespecie con plantas, pero también, en la técnica utilizada para hacer posible esta comunicación. De este modo, es de especial interés el tipo de sensor que han desarrollado para medir los cambios eléctricos en las plantas mediante un algoritmo propio. Bajo esta inspiración y de un modo más sencillo, se ha logrado la obtención de datos de las plantas a través de la implantación de un sensor capacitivo, el cuál obtiene diferentes valores dependiendo de la intensidad con que es acariciada la planta, ya sea tanto por la especie humana como por un brazo robótico que es parte de la obra.

En esta misma línea, en la búsqueda de comunicarnos con especies vegetales y la ilusión de obtener información de ellas, podemos mencionar la investigación de los artistas Grégory Lasserre y Anaïs met den Ancxt, específicamente tomando como referencias sus proyectos *Akousmaflore* (2007) y *Echos* (2016).

Akousmaflore es una instalación sensitiva e interactiva de plantas colgantes las cuales al ser acariciadas por humanos responden con diferentes tipos de sonidos a través de dispositivos tecnológicos que capturan y transforman esta interacción.



Figura 18. Adaptado de *Akousmaflore* [Fotografía], por Lasserre & met den Ancxt, s./f., Scenocosme (http://www.scenocosme.com/akousmaflore_en.htm)

En palabra de los artistas: *“Our body continually produces an electrostatic energy, which cannot be felt. This energetic cloud follows us like an invisible shadow and touches lightly our environment. (...) Through Akousmaflore, plants let us know about their existence by a scream, a melody or an acoustical vibration”* (Lasserre & met den Ancxt, 2007). Esta obra ha sido referente directo del *Prototipado I* del proyecto objeto de esta memoria, en cuanto a la búsqueda de una comunicación digital-reactiva entre planta y el estímulo de una caricia.

Por otra parte, la obra *Echos* propone escuchar la historia del tronco de un árbol a través de sus anillos de tiempo grabados en la madera. Como si de un tocadiscos se tratase, los artistas han fabricado un dispositivo digital que lee los distintos matices de colores del tronco, traduciéndolos en sonidos que varían según por donde pasa el lector.



Figura 19. Adaptado de *Echos* [Fotografía], por Lasserre & met den Ancxt, 2016, Scenocosme (http://www.scenocosme.com/echos_e.htm)

Si hablamos de comunicación interespecie, quisiera destacar como referencia la obra *Augmented Fish Reality* (2004) del artista Ken Rinaldo. Este proyecto consiste en cinco peceras móviles que se desplazan por el espacio de exhibición respondiendo a las señales directivas del nado de los peces (pez luchador de Siam / *Betta splendens*) que estas contienen, Figura 20.



Figura 20. Adaptado de *Augmented Fish Reality* [Fotografía], por Ken Rinaldo, 2004, Ken Rinaldo (<https://www.kenrinaldo.com/portfolio/augmented-fish-reality/>) CC-BY-SA-4.0.

A nivel técnico, *“Each robotic fishbowl in Augmented Fish Reality is equipped with four accurate infrared sensors. As each fish swims in front of the sensors, it activates the microcontroller which activates motorized wheels in each fish vehicle”* (Rinaldo, 2004). Estos sensores permiten a los peces mover las estructuras hacia delante, hacia atrás y girar hacia la derecha e izquierda. Las plantas dispuestas en el centro de las peceras son alimentadas por los nutrientes que dejan los peces y a la vez los peces se benefician del oxígeno que emana de las plantas. Esta simbiosis entre

planta, pez y tecnología es de gran interés por dos aspectos que busca el desarrollo de mi proyecto; el nivel de autonomía del dispositivo; y la comunicación recíproca entre dos especies que se ven beneficiadas por su coexistencia.

Desde otra arista, buscando establecer un diálogo entre lo biológico, lo mecánico y lo computacional se ha revisado la obra *TeleGarden* (1996-2004) de los artistas Ken Goldberg y Joseph Santarromana.



Figura 21. Adaptado de *Telegarden*, por Ken Goldberg y Joseph Santarromana, 1996-2004, (<https://nonplayercharacter.home.blog/2020/03/24/the-telegarden-ken-goldberg-1995-2004/>).

Esta pieza ponía el cuidado de un pequeño jardín en manos de cibernautas que podían interactuar con las plantas de manera remota, plantando especies, proporcionando agua y monitoreando el jardín con el uso de un brazo robótico que permitía realizar las acciones a distancia. La revisión de este jardín comunitario es imprescindible tanto a nivel conceptual como técnico para el desarrollo de sistemas que activen mecanismos a través del envío de datos por medio de protocolos de conexión, permitiendo la interacción máquina y plantación de semillas del *Prototipado III*. Se ha trabajado en base a este proyecto para generar conexiones entre dos dispositivos haciendo uso de la red, así como también se ha dejado abierto a la posibilidad de seguir desarrollando el prototipado para abrirlo a la interacción global a través del envío de datos desde cualquier parte del mundo por medio del protocolo de comunicación máquina a máquina MQTT, pensando en la posibilidad que da este protocolo para la monitorización de especies en territorios hostiles.

Pensando en una interacción multispecie (considerando tanto a lo vivo como a nuevas especies creadas desde lo tecnológico) podemos hacer referencia a la obra *Plant* (2009) de Akira Nakayasu. Esta obra consiste en 169 hojas artificiales que se

mueven de forma independiente “*controlled by using the shape memory alloy actuators we developed*” (Akira, 2011), las cuales reaccionan al movimiento de las manos que pasan sobre ellas. De esta interacción también se modifica un sonido que es parte de la obra y que junto al espacio oscuro y la tenue iluminación crean una curiosa atmósfera entre realidad y ficción.



Figura 22. Adaptado de Plant, por Akira Nakayasu, 2009, (<https://nonplayercharacter.home.blog/2020/03/24/the-telegarden-ken-goldberg-1995-2004/>)

Por último, dentro de este apartado propongo revisar un referente proveniente de las ciencias, un proyecto de científicos de Singapur que han creado un dispositivo para comunicarse con las plantas. El proyecto consiste en la manipulación de plantas carnívoras a través de un sistema de señales eléctricas. El interés en este proyecto se da por la posibilidad de captar las bajas señales eléctricas que las especies vegetales emiten y utilizarlas, por ejemplo, para detectar una enfermedad en la planta, en el objetivo de establecer un apoyo mutuo interespecie.



Figura 23. Adaptado de *Los científicos desarrollan un sistema para comunicarse con la vegetación* [Fotografía], por Roslan Rahman/AFP (2021). DW (<https://www.dw.com/es/cient%C3%ADficos-desarrollan-dispositivo-para-comunicarse-con-las-plantas/a-57112692>)

Al mismo tiempo, este proyecto también ha ido más allá, y ha utilizado los lóbulos de plantas carnívoras alterados por medio de señales eléctricas como brazo robótico “para agarrar un alambre de medio milímetro y después un objeto pequeño mientras caía. La tecnología está en sus primeros pasos, pero los investigadores creen que podría servir en el futuro a concebir “robots-plantas” capaces de manipular objetos demasiado frágiles para los brazos rígidos de los robots” (Welle, 2021). Esto último, si bien cabe mencionarlo, se escapa de los objetivos de esta memoria, ya que la investigación no busca la modificación con tecnología de especies vegetales para incorporarles mejoras físicas desde un punto de vista humano, transformándolas en robots sirvientes de nuestra especie, ni tampoco buscando trascender los límites biológicos mediante la modificación del cuerpo humano con tecnologías asociadas al reino plantae. En definitiva, esta memoria no se centra en el Transhumanismo, como un movimiento para transformar tanto física como intelectual o psicológicamente la condición humana pensando que nuestra forma actual no es la definitiva, como describe el filósofo sueco Nick Bostrom en su libro *The Transhumanist FAQ* (2003) definiendo transhumanismo en dos aspectos:

(1) *The intellectual and cultural movement that affirms the possibility and desirability of fundamentally improving the human condition through applied reason, especially by developing and making widely available technologies to eliminate aging and to greatly enhance human intellectual, physical, and psychological capacities.*

(2) *The study of the ramifications, promises, and potential dangers of technologies that will enable us to overcome fundamental human limitations, and the related study of the ethical matters involved in developing and using such technologies.* (Bostrom, 2003, p. 4).

Al contrario, esta memoria no tiene como centro de investigación al ser humano, no busca mejorar las condiciones de nuestra especie para convertirnos en humanos superiores, ni velamos por el individualismo, sino, como planteamos en el primer capítulo, estamos intentando aquí de alejarnos de la mirada antropocentrista para buscar nuevas formas de relacionarnos con el medioambiente, buscando resignificar el uso de tecnología y ponerlas al servicio para potenciar la vida de otras especies. Con esto, no se busca generar una crítica sobre si el Transhumanismo en la práctica es o no consciente del medio ambiente, ya que entendemos, como bien expresa Bostrom, que “*The environmental impact of a technology depends on how it is used. Safeguarding the natural environment requires political will as well as good technology. The technologies*

necessary for realizing the transhumanist vision can be environmentally sound” (Brostrom, 2003, p. 38), considerando además que, en su misión de mejorar la especie humana, también busca mejorar las tecnologías, concordando con esta investigación en una crítica hacia las formas en que hoy consumimos los recursos esenciales, como el petróleo o los minerales metálicos para la industria tecnológica, que hoy en día son insostenibles.

2.1.3 Sensores e imagen reactiva

Dentro de la gran variedad de proyectos que trabajan en torno a la interactividad entre imagen y espectador, se han seleccionado específicamente a los que incorporan especies vegetales y sensores en una comunicación tanto conceptual como física, los cuales se han utilizado como referencias para el desarrollo del *Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas*.

El primer proyecto que me gustaría mencionar es *DEFOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOREST* (2016) de la artista e investigadora digital Joana Moll, quién describe la pieza como “is a net based piece that shows the amount of trees needed to absorb the amount of CO2 generated by the global visits to google.com every second” (Moll, s/f).

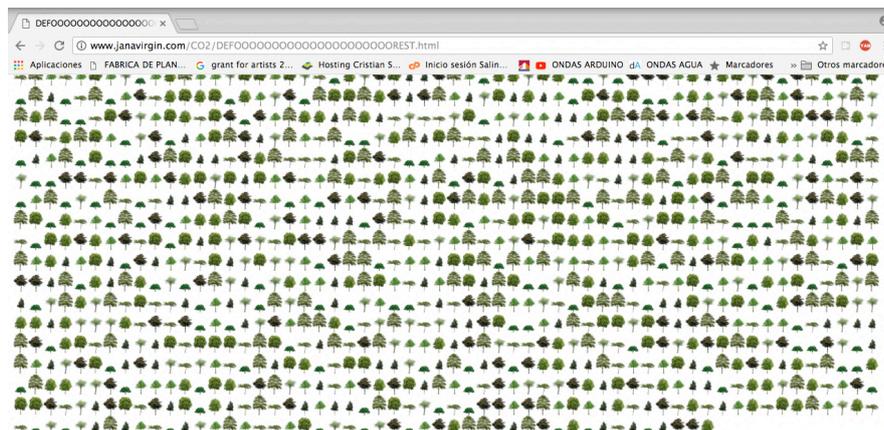


Figura 24. *DEFOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOREST* [Arte en red], por Joana Moll, 2016, Virgin Joana. (<http://www.janavirgin.com/CO2/DEFOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOREST.html>)

Al abrir el enlace de la obra se despliegan seguidamente árboles gráficos que van llenando la pantalla sin parar y sin que el usuario pueda modificar esta acción, el espectador sólo puede ver como su visita al sitio contribuye a la generación de CO2 y la cantidad de árboles que deben estar haciendo el trabajo de absorber esas

emanaciones, entendiendo la paradoja que esto significa; más allá de la gráfica, en la práctica más que reforestar estamos constantemente destruyendo los ecosistemas, por lo que esta pieza se vuelve una crítica a nuestras acciones y el impacto de estas sobre nuestro entorno, proponiendo las siguientes interrogantes:

How can we rearticulate our relationship with the world if we are unable to see the actual impact of our actions in the concrete world? What can be the role of media art in the reinforcement of such process? What fundamental shifts need to occur in the sphere of art in order to reveal the connections between actions and consequences, especially when those actions are mediated by technology? (Moll, s/f).

Con estas interrogantes propias de la Ecomedia, la artista propone la urgencia de instaurar al “medio ambiente como agente político dentro del discurso artístico de la sociedad en red” para generar discursos críticos frente a la naturaleza de los recursos tecnológicos que empleamos. Este proyecto es de gran relevancia para el desarrollo del *Prototipado II* por dos aspectos; a nivel técnico frente al uso de emanaciones de dióxido de carbono como activador de una secuencia de acciones digitales que responden directamente a las variaciones de su fuente; y a nivel conceptual en torno a la propuesta crítica frente a las emanaciones de CO₂, en ambos casos el uso de la contaminación para generar gráficas de vegetación como ilustración de realidad, representar bosques con imágenes digitales como la maqueta de una posible acción real. Siguiendo esta línea, utilizando las emanaciones de CO₂ como activador de obra se encuentra *Translator II: Grower* (2004-2005) de Sabrina Raaf.



Figura 25. *Translator II: Grower* (Sabrina Raaf) [Instalación], por Lindsey M french, 2004-2005. Are.na. (<https://www.are.na/block/3622271>)

La pieza consiste en un robot móvil que se desplaza por el borde de una sala dibujando rayas verdes verticales en la pared en respuesta a las emanaciones de dióxido de carbono que se concentran en el espacio. Para el artista, estas líneas, a medida que se van condensando, representan un campo de hierba, simulando la urgencia de una respuesta o acción verde frente a los niveles de contaminación que estamos alcanzando.

También podríamos mencionar la renombrada obra de los artistas Christa Sommerer y Laurent Mignonneau: *Interactive plant growing* (1992), que consiste en imágenes de plantas proyectadas en un espacio de exhibición que aparecen procesualmente y de manera reactiva mediante sensores al contacto entre el espectador y diferentes especies de plantas dispuestas en la sala. Además de la búsqueda de sistemas y protocolos de comunicación entre lo analógico y lo digital, este proyecto es de relevancia por asuntos referidos al dibujo o imagen digital reactiva a diferentes factores físicos como aquellos detectados por sensores.

Otras referencias han sido revisadas únicamente para el desarrollo visual del video del prototipado II, en el que se han analizado varios proyectos realizados con la plataforma de entornos generativos *TouchDesigner*⁹, software que se ha utilizado para generar la imagen gráfica orgánica que actualmente tiene el prototipado, la cuál será descrita en el próximo capítulo. Con este objetivo se ha hecho una revisión y seguimiento de los siguientes proyectos y tutoriales almacenados en videos de *Youtube*, que han sido utilizados para crear imágenes gráficas orgánicas reactivas a sonido o a diferentes entradas: *Introduction to GLSL in TouchDesigner : 7/8 Bend deformer for instances with the vertex shader* (Vincent Houzé, 2018); *Touchdesigner – [Experiment – Tutorial] – Growing* (Seskamol, 2020); *Looping Noise: Ending at the Beginning* (Simon Alexander-Adams, 2019); y *Organic Growth – TouchDesigner Tutorial 25* (Bileam tschepe, 2020).

2.1.4 Dispositivos antropomorfos

Para el desarrollo de los prototipados I y III de la serie, se han fabricado dispositivos que incorporan objetos con forma de manos humanas femeninas; una mano robótica que acaricia plantas y otra que dispensa semillas. Estas se han introducido tomando como referencia principalmente las máquinas plantadoras en

⁹ Para mayor información sobre Touchdesigner: <https://derivative.ca/>

huertos; máquinas de laboratorios que han sido creadas como una extensión de la mano del ser humano. Como se ha planteado en el capítulo *Antropomorfismo tecnovegetal*, lo antropomorfo no sólo responde a la humanización física de los objetos, sino que también de sus funciones y cualidades desde una perspectiva holística, es por ello que también se han tomado referentes que abordan lo antropomorfo desde una visión más allá del cuerpo.

Desde una mirada funcional-física de los dispositivos antropomorfos, se puede presentar la primera granja agrícola controlada por robots de la *startup* Iron Ox¹⁰. Dicha granja, cuenta con un robot principal conformado por un brazo robótico encargado de cultivar plantas hidropónicas, el que contiene un software de aprendizaje que le permite reconocer las plantas dañadas o contaminadas y extraerlas para no contagiar de enfermedades al resto.



Figura 26. Adaptado de Brazo robótico que cultiva lechugas en la primera granja automatizada creada por Iron Ox en San Francisco [Fotografía], por Ron OX, 2018. La Vanguardia (<https://www.lavanguardia.com/natural/si-existe/20181018/452414416850/granja-automatizada-robots-cultivo-hidroponico-estados-unidos-agricultura-innovacion.html>)

Esta máquina, cuenta con dos tenazas para manipular objetos, un sistema de desplazamiento y dos cámaras como ojos para detectar las enfermedades. En esta línea, también podemos presentar como referente el último de los robots biomiméticos de Festo, llamado *Bionic Mobile Assistant* el cuál ha desarrollado un brazo robótico antropomorfo con base en forma de bola que puede moverse en todas direcciones. Así como este tipo de robots, se encuentran varios proyectos en las ciencias que en la búsqueda de automatizar las producciones crean robots antropomorfos como una extensión del ser humano.

¹⁰ Área del desarrollo de tecnologías de la empresa Iron OX: <https://ironox.com/technology/>

En el arte, se ha tomado como referencia algunas obras de la artista Natalia Janula en las que utiliza esculturas de silicona o goma con forma de manos u otras partes del cuerpo que interactúan con otros objetos inspirados en diferentes especies como moluscos, algas, huesos o tipos de formas orgánicas. Entre estas obras se encuentra *Rehearsal* (2021), una mano de silicona que es acariciada por un trozo de látex con forma de hoja. Esta pieza ha sido una referencia por dos aspectos: la lentitud y suavidad con que la hoja acaricia la mano, que se ha analizado en base al funcionamiento del motor en el *Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante*, y por otro lado, conceptualmente, en base a la relación entre dos posibles especies, en que una acaricia a la otra.

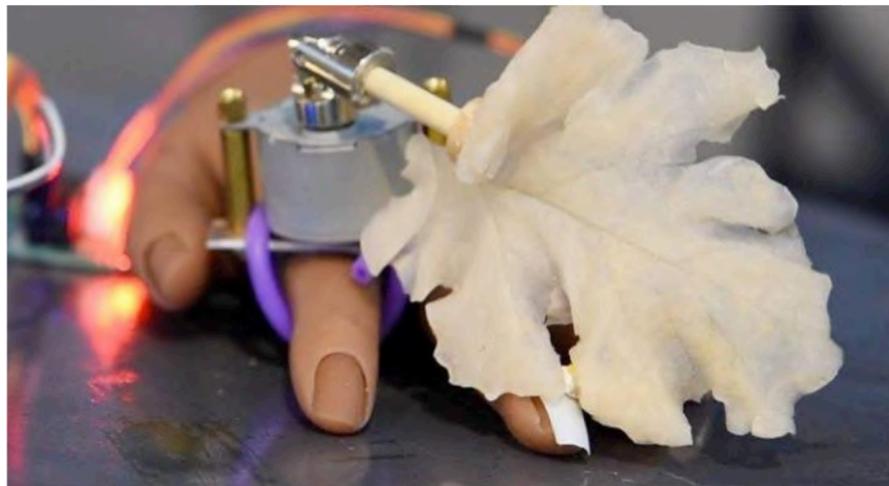


Figura 27. Adaptado de *Rehearsal* [Instalación], por Natalia Janula, 2021. Instagram. IG: nataliajanula

Desde otra mirada frente a lo antropomorfo y dejando de lado la mimesis del ser humano, se encuentra la obra *Elowan: A Plant-Robot Hybrid* (2018). “*Elowan is a cybernetic lifeform, a plant in direct dialogue with a machine. Using its own internal electrical signals, the plant is interfaced with a robotic extension that drives it toward light*” (Sareen y Maes, 2018), una base robotizada que funciona en torno a las señales que entrega la planta frente a factores ambientales como podrían ser luz, temperatura, humedad o gravedad, en este caso, una base robótica cuya dirección de desplazamiento está dada por la búsqueda de luz de la planta. Si bien este proyecto se podría incluir en otros apartados dentro de los referentes; por su nivel de automatismo; la relación planta-tecnología que contiene; o la similitud con otros proyectos, se ha considerado como un dispositivo antropomorfo debido a la intervención de una planta para capturar sus “sensaciones” y reaccionar ante ellas como lo hacen los humanos; dotándola así de cualidades no vegetales como el desplazamiento; y un cerebro robótico que responde a sus señales o necesidades.



Figura 28. Adaptado de *Elowan: A plant-robot hybrid*, por Harpreet Sareen, 2018, (<https://www.media.mit.edu/projects/elowan-a-plant-robot-hybrid/overview/>). CC-BY-4.0.

En esta línea también se encuentra la obra *ARA* (2020) de la artista Noelia Medina, “una interfaz emocional desarrollada para ayudar en la gestión de los cuidados interpersonales en momentos de duelo” (Medina, 2020).



Figura 29. Adaptado de *ARA: Interfaz emocional*, por Noelia Medina, 2020, (<https://noeliamedina.com/ARA>)

La pieza consiste en una urna que toma como base los elementos tanto físicos como simbólicos en que se depositan los restos de los seres queridos, como las “urnas junto a semillas o esquejes de árboles”, proponiendo en esta oportunidad que la irrigación de la planta o árbol esté dispensada en directa relación al afecto y el gesto de un abrazo; por cada abrazo guarda una reserva de agua, generando así un sistema de cuidado tanto para la planta como para la persona en duelo. Esta pieza crea un vínculo interespecie en base al trabajo colaborativo entre planta, tecnología y ser humano y es destacado en este apartado por la capacidad del dispositivo de comunicarse hacia el exterior a través de luces como señales y la autonomía de administrar sus propias necesidades.

Respecto a la creación de dispositivos robóticos antropomorfos; los variados niveles de mimesis de estos con el ser humano; y las sensaciones que estas similitudes nos generan, nace el concepto “*Uncanny valley*” (Valle inquietante) propuesto por el especialista en robótica Masahiro Mori en 1970, que consiste en los niveles de inquietud que nos generan estos robots según su semejanza con el ser humano, proponiendo una curva de afinidades para entender el concepto, donde la curva va en alza mientras tenemos una reacción positiva frente al robot hasta que llegamos a un valle, al que Mori llama “Valle inquietante” Esta teoría está basada en un ejercicio matemático en la que la función aumenta continuamente con la variable, término con el cuál nos sentimos cómodos en un acto de acción y reacción: “*as effort grows, income increases, or as a car's accelerator is pressed, the car moves faster*” (Mori, 2012).

Como podemos observar en la Figura 30, la curva varía hacia arriba en positivo y hacia abajo en negativo según el nivel de afinidad, donde un robot industrial no nos genera mayor reacción, encontrándonos en calma con su presencia o frente un robot de juguete que podría lograr nuestra atención positiva por lo bonito o gracioso de su aspecto físico y funcionamiento, mientras que una prótesis de mano, que a simple vista puede causarnos gran afinidad, al momento de interactuar con ella como en un apretón, puede generarnos una sensación negativa, casi espeluznante al darnos cuenta que la visualidad se contradice con el tacto; lo que pensábamos que debería sentirse de cierta forma, se siente de otra (ejemplo del término matemático antes descrito), la curva asciende en afinidad frente a una marioneta y alcanza su mayor afinidad con un ser humano real (Mori, 2012).

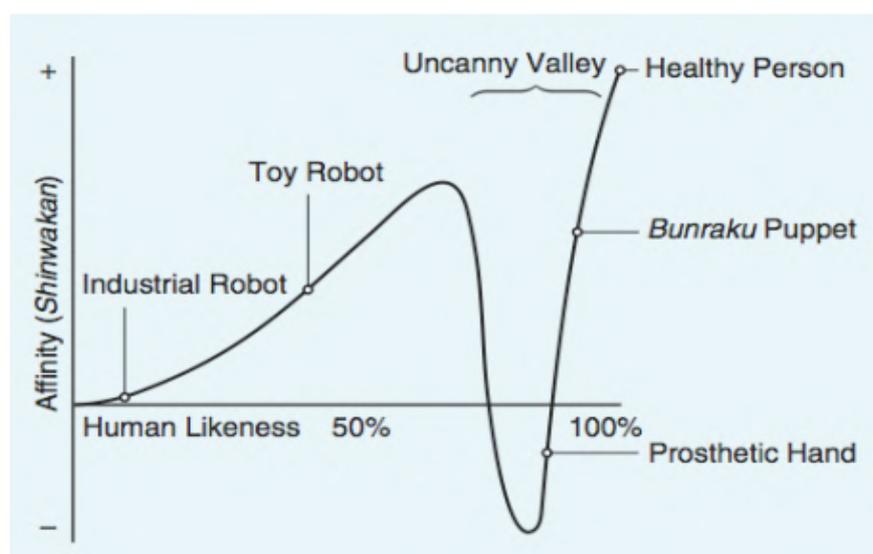


Figura 30. Adaptado de “The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori” (p. 1), por M. Mori, 2012, *IEEE Spectrum*.

Si a esta curva le agregamos la movilidad, se vuelven más pronunciadas las pendientes del “valle inquietante”, incluyendo a los “muertos vivientes” (*zombies*) y a seres humanos fallecidos.

Tomando como referencia esta teoría, el nivel de afinidad que se genera con *Prototipados de coexistencia* estaría en un punto medio dentro de la curva, tomando en cuenta las manos de maniquíes robotizadas, ya que se ha buscado generar un movimiento básico y sutil sin apuntar a la mimesis con una mano real, al contrario, se ha optado por manos rígidas, sin articulaciones, de colores grises o blancos como un recordatorio de lo frío que puede ser el trato de una planta en laboratorios que son cuidadas por mecanismos robotizados, y a su vez, presentar una gestualidad humana torpe, como si de aprender a acariciar se tratara.

En base a la idea de que la propuesta es producir dispositivos para la comunicación interespecies dejando atrás la pirámide de poder antropocentrista, podríamos criticar la inclusión de manos con forma humana para la interacción con especies vegetales, entendiendo que existen muchas otras especies en las que podríamos inspirarnos para crear estos dispositivos. La razón de estos dispositivos antropomorfos, es ser una extensión propia dentro de la obra, jugar a la idea de ser parte de esta comunicación, apoyando a otras especies desde el cariño y el cuidado en contraposición a la funcionalidad que tienen este tipo de máquinas; en la obra, estas manos no tienen otra funcionalidad más que estar a merced de otras especies, considerando que las manos femeninas, como se ha mencionado al inicio de este capítulo, se da por la idea de mantener el vínculo simbólico entre la figura de la mujer indígena y el cuidado de la tierra.

2.1.5 Propuestas para una conquista interespecie

Los proyectos asociados a este apartado han sido estudiados en base a un único interés; el desarrollo del *Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles*. La base para la selección de estos proyectos ha sido que todos apuntan a la colonización vegetal de territorios hostiles en alianza multiespecie con dispositivos y seres humanos.

El primer proyecto que inspira el desarrollo de este prototipado es *Plantoides*, una idea desarrollada por el biólogo Stefano Mancuso y la especialista en bio-robótica

Bárbara Mazzolai; una nueva tipología de autómatas; máquinas inspiradas en el comportamiento vegetal, ideados para la exploración de suelos en territorios hostiles.



Figura 31. Adaptado de “*EL futuro es vegetal*” (p. 48) [Fotografía], por Stefano Mancusso, 2017. Galaxia Gutenberg, S.L.

A modo de descripción, este proyecto estudia los mecanismos de supervivencia de las plantas y los replica en plantoides de diez centímetros que se pueden esparcir por el suelo abriéndose al caer y hundiendo sus raíces en el subsuelo. En la superficie, para alimentar el funcionamiento interno se dispondrían celdas fotovoltaicas distribuidas en forma de pequeñas hojas. En palabras del biólogo, con este proyecto: “En vez de seguir enviado robots costosísimos que se mueven con lentitud y exploran áreas minúsculas, enviaríamos miles de plantoides que se propagarían por la atmosfera como si fuesen semillas hasta cubrir una gran extensión de suelo y que, sin moverse, se comunicarían entre sí y con la Tierra” (Mancuso, 2017, p. 48).



Figura 32. Adaptado de “*EL futuro es vegetal*” (p. 48), [Fotografía], por Stefano Mancusso, 2017. Galaxia Gutenberg, S.L.

Este proyecto y otras reflexiones del biólogo han sido un referente para idear el *Prototipado III*, en la búsqueda de dispositivos que fuesen creados para habitar territorios hostiles, y no solo habitarlos, sino cumplir una función de “planta pionera”, colonizando estos territorios, obteniendo información y comunicándose con otros dispositivos para definir ciertas acciones.

En la misma línea se ha tomado como referencia la obra *Chewing Gum Codex* del artista ecuatoriano Óscar Santillán, una obra multimedia que tiene como base un chicle masticado por el astronauta Neil Amstrong en una expedición científica por el Amazonas. En esta obra, el artista ha recuperado el chicle que masticó Neil Amstrong en 1976 en una expedición científica para explorar la cueva “Tayos” de Ecuador. En esa expedición, se encontraba el soldado Francisco Guamán, cuyo único interés era recolectar cualquier cosa que utilizara el astronauta para tenerlo de reliquia, tomando así un chicle que Amstrong había masticado durante la travesía. Siguiendo esta historia, en el 2018 Santillán va en búsqueda de la familia del soldado Guamán, logrando que cediera el chicle para la realización de una obra. El artista, junto a un equipo de genetistas extrajeron el ADN del chicle para luego insertar el genoma en especies vegetales, con la idea de que las plantas, al adaptarse mejor a las condiciones de gravedad que los humanos, puedan ser enviadas al espacio.



Figura 33. Adaptado de *Chewing Gum Codex* (Óscar Santillán) [Instalación], por Otsuka Keita, 2020. Llano (<https://llano.mx/artistas/oscar-santillan/?lang=eng>)

La pieza consiste en una instalación inspirada en la Estación Espacial Internacional que orbita la tierra, que contiene dispositivos en los que se han insertado las plantas modificadas genéticamente y el chicle de Amstrong, de este modo, “Chewing Gum Codex sugiere la posibilidad de que un astronauta interespecie sea una forma plausible de viajar por periodos más extendidos a través del universo. En otras

palabras, en el futuro, Armstrong podría regresar al espacio, viajando dentro de estas plantas” (Relieve, 2020).



Figura 34. Adaptado de *Chewing Gum Codex* (Óscar Santillán) [Instalación], por Otsuka Keita, 2020. Llano (<https://llano.mx/artistas/oscar-santillan/?lang=eng>)

Tanto el contenido visual, como conceptual y simbólico de esta pieza es de relevancia para el desarrollo del *Prototipado I*, ante un nuevo pensamiento de hibridación interespecie que rescate la memoria y del *Prototipado III* por entregarle a las plantas la misión de conquistar territorios hostiles llevando como huésped a la especie humana y no al revés como suele darse en las expediciones.

En esta línea de estrecha relación entre tecnología y plantas, o más bien, frente a la modificación física de seres vivos a través de la tecnología, se encuentran las controvertidas obras del artista brasileño Eduardo Kac, quién trabaja con la modificación genética de animales y plantas como se puede ver en su proyecto *Natural History of The Enigma* (2003-2008), Figura 35, una flor creada con ingeniería genética llamada “Edunia”, que es un híbrido entre la sangre del artista y una Petunia.



Figura 35. Adaptado de *Natural History of the Enigma*, transgenic flower with artist's own DNA expressed in the red veins (Eduardo Kac) [Fotografía], por Rik Sferra, 2003-2008. (<https://www.ekac.org/nat.hist.enig.html>)

Para el artista, esta obra representa la posibilidad de la continuidad de la vida entre diferentes especies, que, para los objetos de esta memoria, en el marco de una hibridación tecnonatural hacia la conquista de territorios hostiles y al igual que la obra de Óscar Santillán, jugaría con la posibilidad de transportar al ser humano como huésped de especies vegetales como seres más adaptativos y resistentes.

Cabe señalar, que, si bien estos ejercicios transgénicos son referentes en los distintos modos en que se puede dar esta hibridación tecnonatural, no son un objetivo práctico para *Prototipados de coexistencia*, considerando lo transgénico como la creación de nuevos productos orgánicos manipulados genéticamente, mezclando ADN de otros organismos en genes de animales o plantas. El objetivo entonces, no es la manipulación directa o interna de especies vegetales, sino la colaboración entre tecnología y plantas.

En esta línea colaborativa, se ha considerado presentar un último ejemplo que refleja los diferentes intereses de *Prototipados de coexistencia*: científico, artístico y social. *Seed Bombing Project* (2018) es un proyecto que propone el bombardeo con semillas de vegetación autóctona para restaurar zonas desertificadas, las cuales han sido dañadas por la deforestación asociada a malas prácticas. En este proyecto, es importante reconocer que no sólo se trata de la reforestación de zonas áridas para paliar el daño climático, sino que también se trata de: “la pérdida de productividad del suelo y de la vegetación, la disminución de la biomasa y la biodiversidad, la pérdida de los medios de subsistencia, la pobreza y, en los peores casos, el hambre y la desnutrición y la migración” (Seed Bombing Project, 2018).



Figura 36. Adaptado de *Seed bombing project* [Fotografías], por School of design: Facultad de Artes y Ciencias, 2018. (<https://blogs.gre.ac.uk/designsupport/greenspaces/seed-bombing-project/>)

Esta técnica de reforestación mediante el bombardeo de semillas ha ido tomando fuerza en el último tiempo, tanto como medida reforestadora, como acción política y social ante las graves consecuencias directas que afectan tanto a la población

humana como a todas las especies que habitan un territorio deforestado o zonas de sacrificio.

Después de esta revisión de referentes, se considera necesario dar a conocer dos trabajos previos que sirven como antecedentes para este proyecto; *Mediana intensidad* (2017) y *Zona de descanso* (2017), los cuales sirven como las primeras aproximaciones hacia generar comunicaciones interespecies, tanto vegetal como animal.

El primer proyecto, Figura 37, trata sobre el ser humano como habitante de un territorio y su relación con el entorno natural que habita. En particular, sobre los suelos chilenos asentados sobre las placas de Nazca y la sudamericana que se han caracterizado por los temblores, terremotos, maremotos y erupciones volcánicas que definen Chile. En torno a ese tema nace *Mediana intensidad*, instalación que consta de una serie de tres simuladores de sismo que activan alarmas caseras que son réplicas de sus originales encontradas en investigaciones de campo. Estas alarmas corresponden a botellas que suenan, agua que se mueve en círculos concéntricos, televisores que pierden comunicación y todo tipo de señales que las personas perciben cuando está comenzando un sismo.



Figura 37. Falla – Mediana Intensidad. Natacha Cabellos, 2017.

En esta investigación surgió un caso de apoyo mutuo entre especie humana y vegetal que plantó la semilla que ha dirigido al proyecto actual; mi abuela, recostada en su cama, siempre deja abierta la cortina para mirar hacia el exterior, una muralla cubierta por una planta trepante de hoja perenne que ella ha cuidado como si fuese una hija. Es tal el conocimiento que tiene de esta planta que por más de 20 años han

cohabitado en una misma casa, que se ha transformado en su sismógrafo casero cuando está comenzando un temblor. Dependiendo del movimiento de las hojas, ella logra aproximar la intensidad que tendrá el sismo, lo que condiciona las precauciones que debe tomar. Este acto de apoyo mutuo es clave para los intereses de esta memoria. Este relato se tradujo en una de las piezas de *Mediana intensidad*, en la que el movimiento del simulador de sismos mueve suavemente un trozo de jardín con diversas plantas como señal de alerta.

La otra pieza que sirve como antecedente de esta investigación es *Zona de descanso*, serie de tres dispositivos sonoros que son activados cuando un ave se posa sobre una cuerda de goma. La acción producida en la cuerda activa un sensor de movimiento SW-420 cuyo rango de valores son traducidos por un *software* imitando el trino de un pájaro en 8 bits, los cuales son reproducidos por altavoces dispuestos dentro de casitas de pájaro.

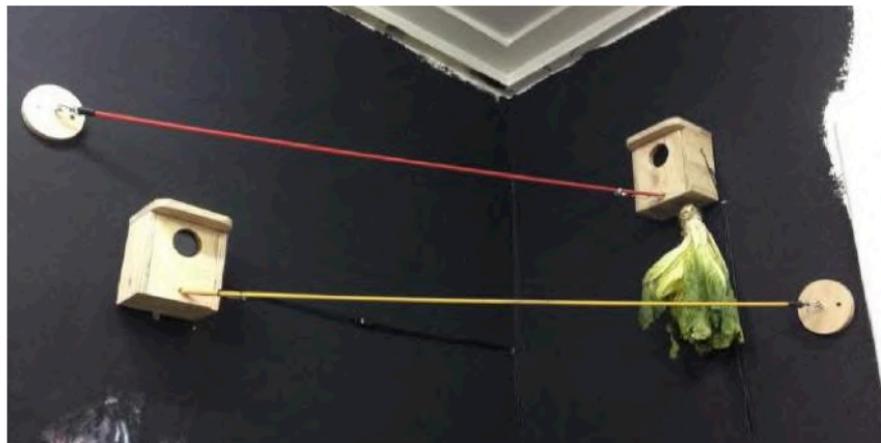


Figura 38. *Zona de descanso*. Natacha Cabellos, 2017.

Estas piezas fueron realizadas específicamente para la muestra *En el fondo del lago* en Local Arte Contemporáneo, que inauguraba cada dos meses una nueva muestra sobre la muestra anterior. En el espacio se encontraba la obra del artista chileno Cristián Salineros quién a demás de una escultura dispuso 4 aves Diamantes a dialogar con las obras. Esta pieza es un antecedente para la serie *Prototipados de coexistencia*, ya que las aves comenzaron a dialogar con las cuerdas, posándose sobre ellas y balaceándose, en lo que parecía un intento porque se emitiera el sonido. A su vez, la especie Diamante, es un tipo de ave que como muchas otras es reconocida por su imitación de sonidos, por lo que en la exhibición se formó un diálogo entre el trino real y el ficticio.

Luego de esta revisión de referentes y antecedentes que sirven de apoyo e inspiración para el desarrollo de la serie *Prototipados de coexistencia*, formularemos a continuación el marco práctico de la obra, incluyendo una revisión descriptiva, técnica, esquemática, aportando bocetos, códigos y todo material que sirva para dar a conocer los resultados de esta investigación.

3. Serie “Prototipados de coexistencia” (2019-2021)

Prototipados de coexistencia consiste en un trabajo en serie, una mesa de laboratorio que responde a distintas formas de abordar un mismo problema, referido al marco conceptual desarrollado en la presente memoria. Este proyecto se concibe como una línea de tiempo, comenzando por el *Prototipado I*, la pieza *Laboratorio de afectos para una planta migrante* desarrollado en el transcurso del año 2019 y evolucionado durante el Máster en Artes Visuales y Multimedia (AVM) UPV, continuando con el *Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas* llevado a cabo durante el año 2020 y terminando con el *Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles* desarrollado en el año 2021. En este sentido, y de acuerdo a lo señalado en el marco conceptual de esta investigación, enfocada en una mirada antiespecista y colaborativa, la línea de tiempo abordada en este proyecto toca temas asociados a la migración de las plantas; a la supervivencia de especies vegetales en territorios hostiles; y la interacción máquina-objeto natural como una relación interespecie.

Prototipados de coexistencia entonces se presenta como un proyecto abierto, de carácter instalativo y cuyo objetivo práctico ha sido establecer distintas formas de conexiones interespecies entre dispositivos y plantas a través de la experimentación técnica y el prototipado de piezas comunicativas entre lo analógico y lo digital; “interfaces utópicas”, concepto que proponemos para la ideación de dispositivos que cuestionan el modelo antropocéntrico que domina la economía, la política y la sociedad para imaginar formas más sustentables de vida en el planeta o distintos escenarios fuera del tradicionalismo orientado a una lógica lineal y extractivista.

Como bien hemos podido formular a lo largo de esta memoria, *Prototipados de coexistencia* es un proyecto metafórico que más que encontrar soluciones prácticas a un problema determinado, formula nuevas preguntas y busca abrir el debate sobre los temas propuestos sin imponer un paradigma, enmarcándose dentro de las bases del diseño especulativo¹¹. En esta línea, se ha utilizado la palabra prototipado por sobre la de prototipo, ya que se considera que el prototipado tiene una cualidad abierta al contante desarrollo. Autores como el investigador en diseño Alex Wilkie, abordan que “el proceso de prototipado no aborda sujetos y objetos que le preexisten, sino que en el mismo proceso de prototipar, probar y fallar emergen las características de los

¹¹ “El **diseño especulativo** es una aproximación al diseño que busca plantear preguntas en lugar de encontrar soluciones. (...) El diseño especulativo se centra principalmente en plantear preguntas y crear escenarios futuros que provoquen debate, reflexión y pensamiento crítico en torno al impacto de las cosas en la vida de las personas” (<http://design-toolkit.uoc.edu/es/disenio-especulativo/>)

involucrados” (Wilkie, 2014). Así mismo, en palabras de los diseñadores y académicos de la Universidad Católica de Chile Tironi y Hermansen:

La noción de ‘prototipo’ es descentrada para enfocar la de ‘prototipado’. Al poner en el centro al verbo en lugar del sustantivo se propone relevar el proceso relacional, la construcción performativa de un espacio de encuentro, por sobre el objeto y sus cualidades. (...) Es decir, el prototipado se abstiene de las pretensiones de universalidad y, en cambio, reivindica una acción cuidadosa y situada, convirtiéndose en una forma sensible de entrar en correspondencia con las singularidades de las agencias en juego. (Tirno y Hermansen, 2019).

En relación a lo anterior, este proyecto se presenta como el primer resultado de una investigación de largo alcance, prototipados en una etapa inicial de elaboración en la búsqueda de seguir siendo desarrollados de acuerdo a las posibilidades de residencias de investigación, producción o estudios de doctorado.

A continuación, se dan a conocer individualmente los resultados prácticos de esta investigación, proporcionando descripciones, material técnico, bocetos y registro en video de cada uno de los prototipados.

3.1 Prototipado I. Laboratorio de afectos para una planta migrante (2019)

Este proyecto surge el año 2019, en el marco de la residencia artística llevada a cabo en el Festival de Arte Sonoro Lisboa Soa, en la que se me asignó trabajar en el jardín de cactus del Jardín Botánico Estufa Fría. En esta oportunidad, y bajo el tema curatorial sobre la migración, trabajé reflexionando sobre procesos migratorios de especies no nativas emplazadas en el jardín, en búsqueda de algunas especies que hubiesen migrado forzadas por el ser humano desde Sudamérica. Se estableció dicha búsqueda con los botánicos del lugar trazando un mapa de emplazamiento de dichas especies, así como también, de las especies con las que compartían estrecho vínculo por su cercanía. Las primeras observaciones tuvieron su foco en aquellas especies sagradas y utilizadas para eventos ceremoniales indígenas latinoamericanos tales como el San Pedro o *Huachuma* de nombre científico *Echinopsis*, el Peyote o *Lophophora williamsii* o la Aloe Vera o Sábila, especies que en el jardín de cactus se

encontraban relacionadas con especies provenientes de distintas partes del mundo, fuera de su relación aurática con el medioambiente y sus originales cuidadores. A lo largo de los días, al posicionarme en el lugar de investigación y ver la relación de los visitantes con las diferentes especies, pude dar cuenta de las diferentes aproximaciones entre sujeto y planta, donde las plantas de aspecto suave y de hojas lisas eran acariciadas constantemente, recibiendo palabras positivas, mientras los cactus eran muchos de ellos dañados por escrituras talladas en sus troncos produciendo laceraciones e incluso infecciones en la planta. De estas observaciones surge *Laboratorio para una planta migrante*, montaje de un laboratorio sonoro de gestos.



Figura 39. Laboratorio para una planta migrante. Natacha Cabellos, 2019.

Como se puede ver en la Figura 39, se trata de una serie de tres manos de yeso femeninas que acariciaban constantemente los cactus provenientes de Sudamérica, tomando la caricia como un gesto esencial de nuestros antepasados latinoamericanos, nuestros pueblos indígenas o nuestras abuelas, un gesto ritual-poético, acompañado del sonido de una voz femenina, una abuela que recita y les cuenta sobre sus antepasados y sus poderes curativos y sagrados a estas plantas desde una mirada poética y crítica. Este nuevo desarrollo también conllevó a una modificación en el nombre del proyecto, titulándose ahora *Laboratorio de afectos para una planta migrante*, Figura 40, la cuál fue exhibida en *The Wild State: Networked*¹² del Ars Electrónica Festival 2020. En esta nueva versión se utilizó una única mano que interactuaba con una única planta, esta vez una *Sábila* o Aloe Vera proveniente de América Latina y África Central. En la planta fue incorporada un sensor capacitivo que captaría el tacto de la mano robotizada sobre las hojas alterando así los valores del

¹² Link a The Wild State 2020: <https://ars.electronica.art/keplersgardens/de/wildstate-networked/>

sensor, los cuales eran enviados al software *Processing* modificando una imagen generativa a los valores del sensor.

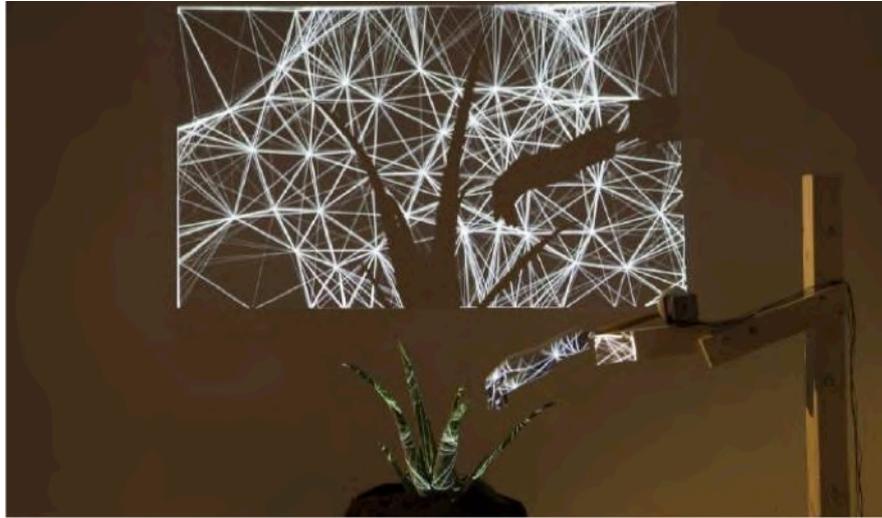


Figura 40. Laboratorio de afectos para una planta migrante. Natacha Cabellos, 2020.

Para este prototipado no se logró que la mano robotizada pudiese alterar los valores del sensor como sí lo hace una mano humana u otros materiales conductivos, por lo que se debió incorporar un sensor de proximidad que captaba la presencia de la mano al acercarse a la planta y así enviar esos valores a *Processing* para modificar el dibujo reactivo.

Para *Prototipados de coexistencia* se estableció que la primera prueba sería la búsqueda de un material conductivo para fabricar la mano que pudiese alterar los valores del sensor al contacto con la planta. Se realizaron distintas pruebas para fabricar un bio-plástico casero conductivo consistente en una mezcla de maicena, agaragar y sal, además de probar con distintos materiales conductivos que pudiesen introducirse en la mano robótica para generar las alteraciones. Las pruebas hasta ahora no han sido satisfactorias por lo que se continúa utilizando el sensor de proximidad.

Para el *Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante* se realizaron dos modificaciones, se amplió el concepto de planta migrante, considerando todas las especies migratorias provenientes de otros continentes, por lo que esta vez, la planta fue escogida por su resistencia a interiores incorporando así la planta *Photos (Epipremnum Pinnatum)*, proveniente del sudeste asiático, así como también se realizó un cambio en la reactividad del sensor, esta vez no es imagen lo que se modifica, sino una pequeña luz bajo la planta, como una pequeña señal al tacto. Esto ha sido

modificado debido a su nuevo vínculo con otros prototipados en la misma mesa, en los que se encuentra ya una imagen proyectada, intentando así lograr la cohabitación de las piezas sin el solapamiento de una por sobre otra.

3.1.1 Descripción

Laboratorio de afectos para una planta migrante es una instalación interactiva entre máquina y objeto natural. La pieza consiste en una mano robótica femenina accionada por un motor paso a paso y un sistema de biela que permite a la máquina simular el acto de una caricia sobre una planta. La planta, en este caso una *Epipremnum Pinnatum* coloquialmente llamada Photos o Potos, de origen Sudeste asiático capta la presencia de la mano sobre su corteza a través de sensores de proximidad. Los datos obtenidos son procesados encendiendo y apagando una luz led de color verde según la distancia y el tacto de la mano robótica.

Se presenta una interfaz de dos hitos cuyo objetivo es la comunicación entre un dispositivo, un objeto mecanizado y un objeto natural, de interactividad intrínseca con un diseño enfocado al sistema y no en el usuario. A nivel semántico, la interfaz lee valores de proximidad y activa un relé que enciende y apaga una luz led. A nivel sintáctico acciona el movimiento de la pieza a través de un sistema de control, un sensor lee valores digitales y los transforma en acciones analógicas encendiendo y apagando una luz. A nivel léxico, cuando la toma de valores del sensor de proximidad es superior a "x", el dispositivo comienza la cadena de acciones.

3.1.2 Ficha técnica

HARDWARE

- 1 Módulo Sensor De Obstáculos Reflectivo Infrarrojo FC-51
- 1 Motor Nema 17 Bipolar 2A
- 1 Controlador TB6560 3ª
- 1 Módulo relé 1 canal. 5V-220V / 10A
- 1 luz led color verde 20 mA / 2.1 V.
- Arduino Uno

SOFTWARE

- Arduino 1.8.13

3.1.3 Bocetos

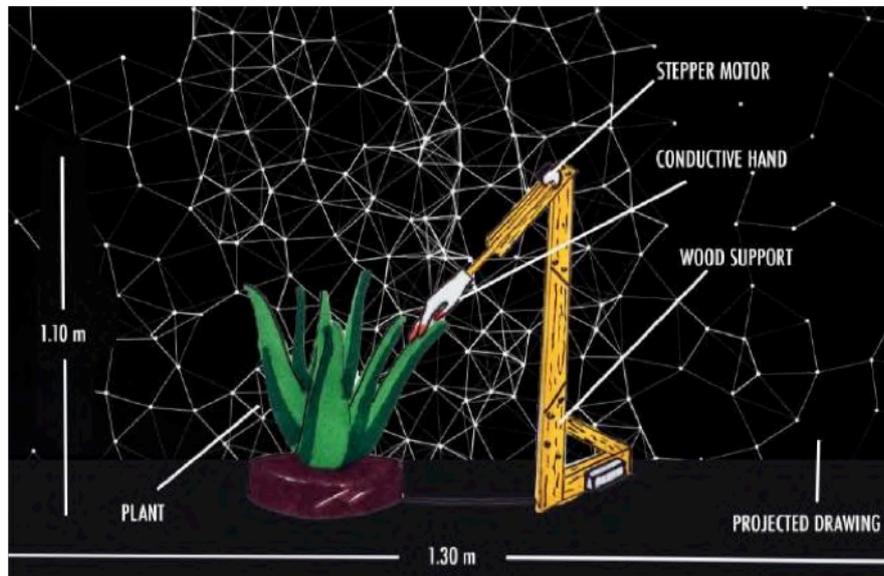


Figura 41. Boceto para Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante. Natacha Cabellos, 2021.



Figura 42. Boceto para Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante. Natacha Cabellos,

3.1.4 Esquemas técnicos

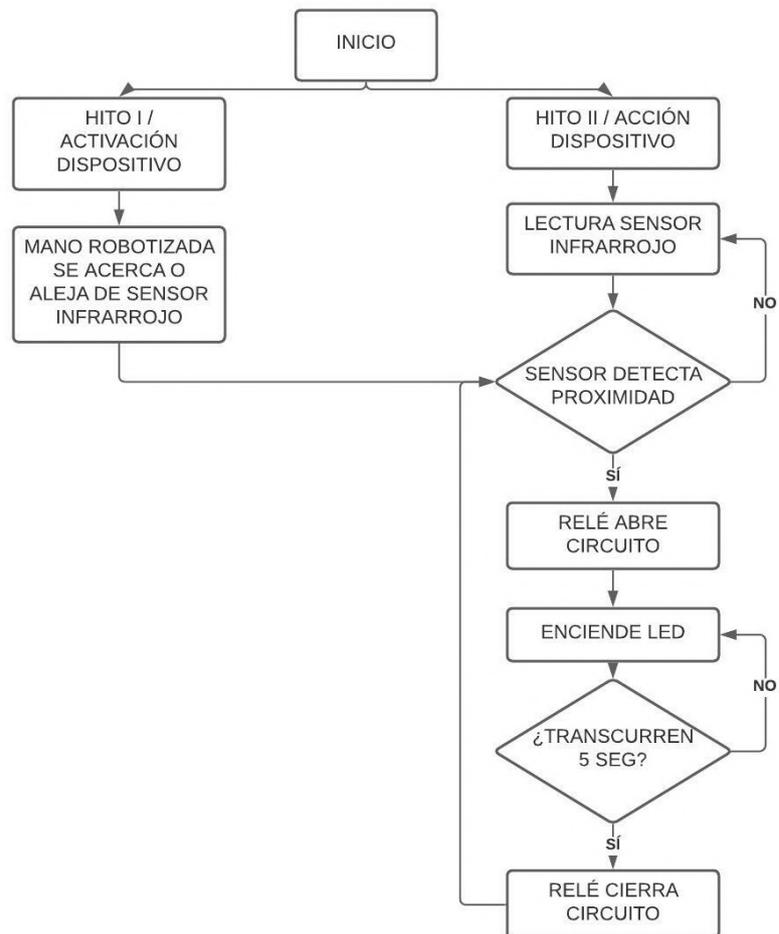


Figura 43. Diagrama de flujo Prototipado I. Natacha Cabellos, 2021.

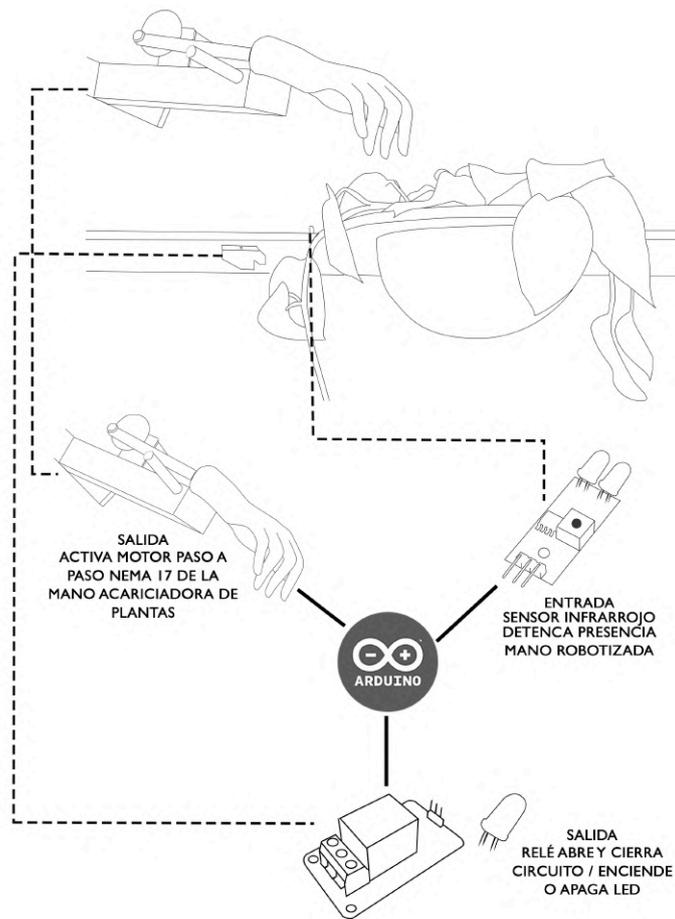


Figura 44. Diagrama técnico Prototipado I. Natacha Cabellos, 2021.

3.1.5 Resultados (imágenes finales y enlace a video)

Link a vídeo-registro de Prototipado I: <https://youtu.be/QAo4hkYjBnc>



Figura 45. Prototipado I. Natacha Cabellos, 2021.



Figura 46. Prototipado I. Natacha Cabellos, 2021.

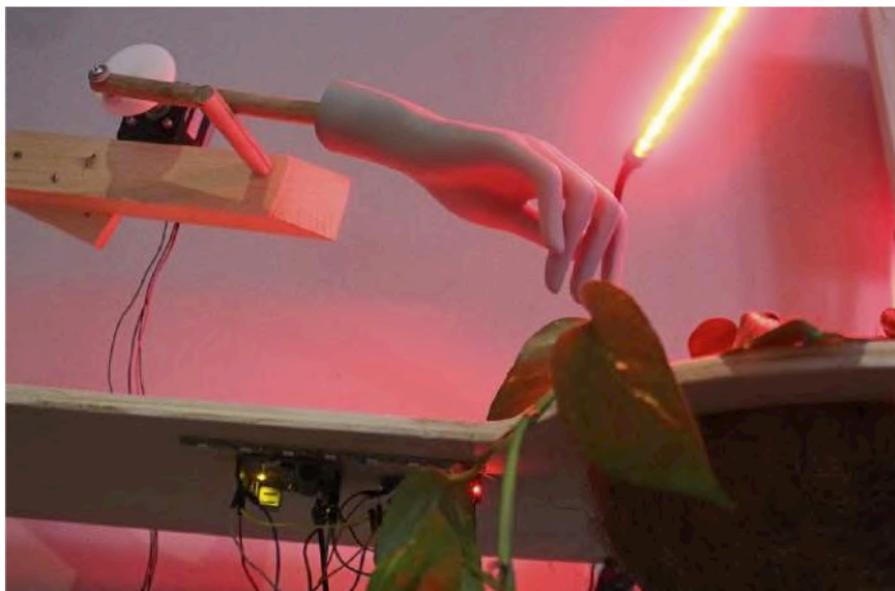


Figura 47. Prototipado I. Natacha Cabellos, 2021.

3.2 Prototipado II. Hay que llenarlo todo de plantas (2020)

Tanto el Prototipado II como el Prototipado III están enfocados a la supervivencia de especies vegetales en territorios hostiles. Específicamente el Prototipado II: *Hay que llenarlo todo de plantas* se ha desarrollado tomando como base la siguiente cita del botánico Italiano Stefano Mancuso, en la cuál de manera categórica, y en base a los niveles de contaminación a los que estamos llegando, sobre todo en las ciudades, propone lo siguiente:

Debería de estar totalmente lleno de plantas, y no solo en los espacios destinados a ello –parques, jardines, avenidas, parterres, etc.– sino por todas partes, literalmente: los tejados, las fachadas de edificios, las calles, las terrazas, los balcones, las chimeneas y los semáforos. La regla es bien sencilla: allá donde pueda vivir una planta, debería haber una. (Mancuso 2020, p. 82).

Inspirado en las reflexiones de Mancuso se pensó en la construcción de un prototipado que diese un giro a la ya tradicional cadena de acciones destructivas del ser humano frente al reino vegetal y transformara la presencia humana como aliada. Para ello, se ha propuesto tomar como entrada la emanación de dióxido de carbono del cuerpo humano para incidir en la construcción de un bosque, esta vez, como prototipado, un bosque virtual que crece en directa relación a la cantidad de CO₂ que se condensa en el ambiente.

Como objetivo técnico se planteó que la imagen reactiva fuese el modelado del proceso de crecimiento de árboles o plantas, para ello se ha pensado en trabajar con el *Pluggin Open Sound Control (OSC)* de Blender, un protocolo de comunicación entre dispositivos y aplicaciones el cuál permitiría recibir valores enviados por otro dispositivo y así modificar alguna variante del crecimiento de la planta. También se ha estudiado trabajar con *L-System*, utilizada en este caso para modelar morfología de organismos como las plantas. Por ahora, frente al tiempo de trabajo y otros factores determinantes el prototipado se ha basado en el aprendizaje de protocolos de comunicación, estudiando formas de desarrollar imagen reactiva de forma básica con miras a complejizar técnicamente el proceso para lograr los objetivos esperados, de este modo, se ha decidido trabajar con la plataforma de entornos generativos *TouchDesigner*, estudiada en la asignatura Programación Gráfica durante el desarrollo del Máster AVM, en la cuál como trabajo final se realizó una primera aproximación al Prototipado con el procesado de imagen en tiempo real asociado a la contaminación acústica de la ciudad mediante audiovisualización. El proyecto consistió en la formación de volúmenes topográficos y generación de valles de color verde asociados a la entrada de sonido del ambiente.

3.2.1 Descripción

Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas es una instalación reactiva entre humano y máquina. Visualmente lo que vemos es una pantalla con una animación 3D que tiene como imagen de fondo una ciudad, en este caso la ciudad de Valencia, pudiendo ser otra de acuerdo al lugar de instalación del prototipado, y como segunda capa, por encima de la imagen de la ciudad, se presenta una imagen generativa de un musgo verde que se esparce desde 0 hasta abarcar toda la ciudad. Esta última capa, se esparce y se retrae según los valores capturados por un sensor de CO2 dispuesto en el ambiente.

A nivel técnico, este prototipado consiste en una animación por nodos producida en la plataforma de entornos generativos *TouchDesigner* que reacciona de manera vinculada a la entrada de valores de ppm (partes por millón) de un sensor de CO2 dispuesto en el espacio exhibitivo, controlado por un microcontrolador ESP8266 mediante OSC, utilizando para ello el protocolo de intercambio de datagramas de usuario UDP (*User Datagram Protocol*). De esta forma, *TouchDesigner* recibe el valor del sensor como mensaje mediante el objeto OSC in, el cuál está vinculado al rango variante de valores de ppm del sensor. Estos valores se han asociado a la variante que cambia la frecuencia de propagación de los nodos que conforman la imagen.

3.2.2 Ficha técnica

HARDWARE

- 1 Módulo de sensor MH-Z19B de gas de Dióxido de Carbono (CO2).
- 1 Módulo microcontrolador WIFI ESP8266 CH340G NodeMcu V3
- Monitor de ordenador para control de aplicación en backstage. 30 x 35 cm.
- Ordenador MSI GF62 8RD-256XES Intel Core i7-8750H / 16GB / 1TB+256SSD / GTX1050Ti / 15.6" (No para uso de exhibición)

SOFTWARE

- Arduino 1.8.13
- *TouchDesigner* 2021.16270

3.2.3 Bocetos

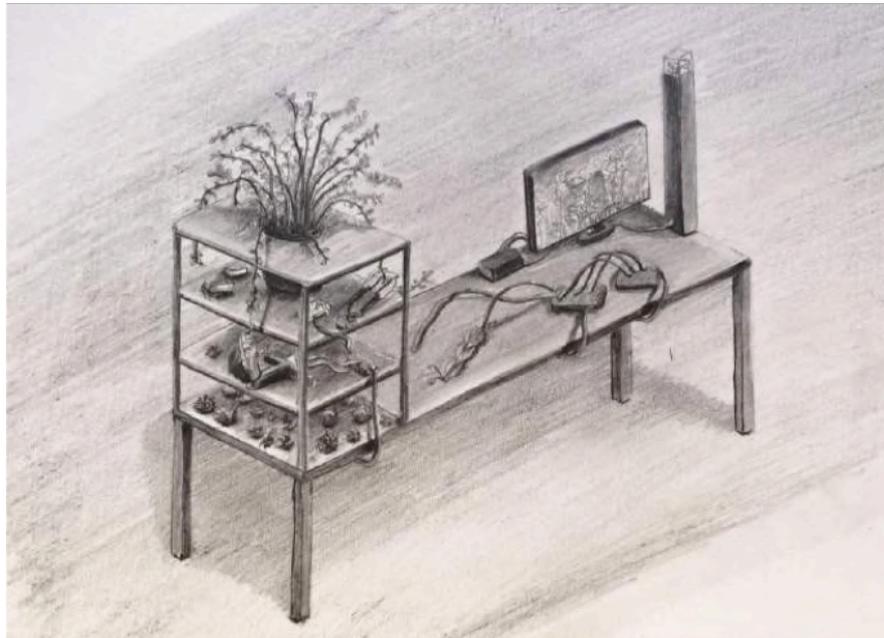


Figura 48. Boceto para Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas. Natacha Cabellos, 2021.



Figura 49. Boceto para Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas. Natacha Cabellos, 2021.

3.2.4 Esquemas técnicos

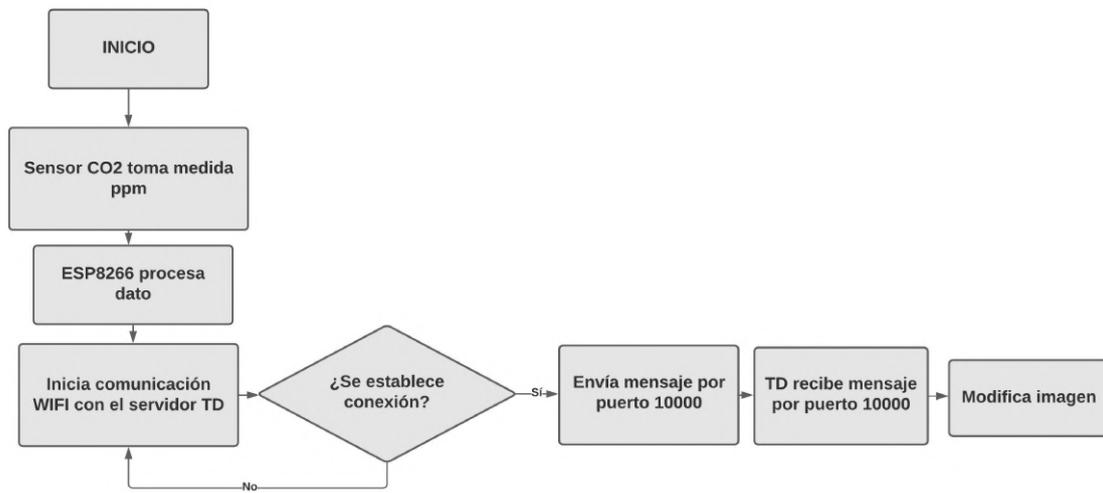


Figura 50. Diagrama de flujo Prototipado II. Natacha Cabellos, 2021.

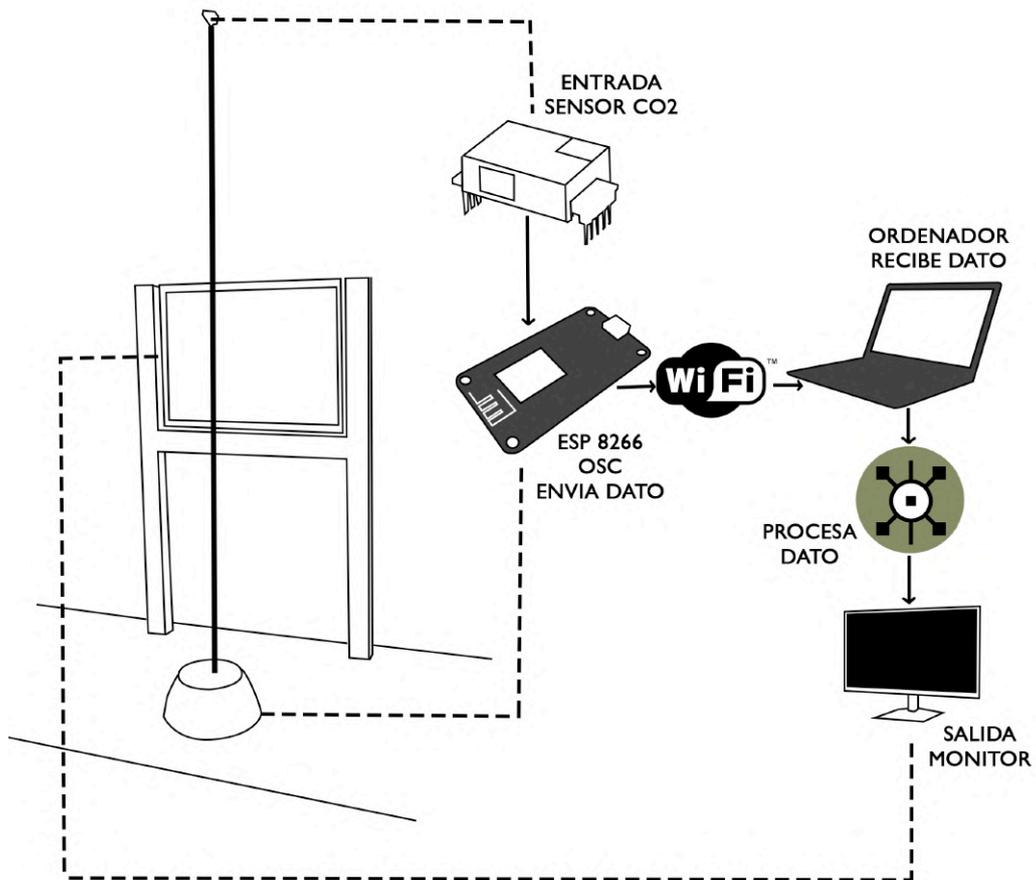


Figura 51. Diagrama técnico Prototipado II. Natacha Cabellos, 2021.

3.2.5 Resultados (imágenes finales y enlace a video)

Link a vídeo-registro de Prototipado II: https://youtu.be/KE_OxL_6ZkA



Figura 52. Prototipado II. Natacha Cabellos, 2021.

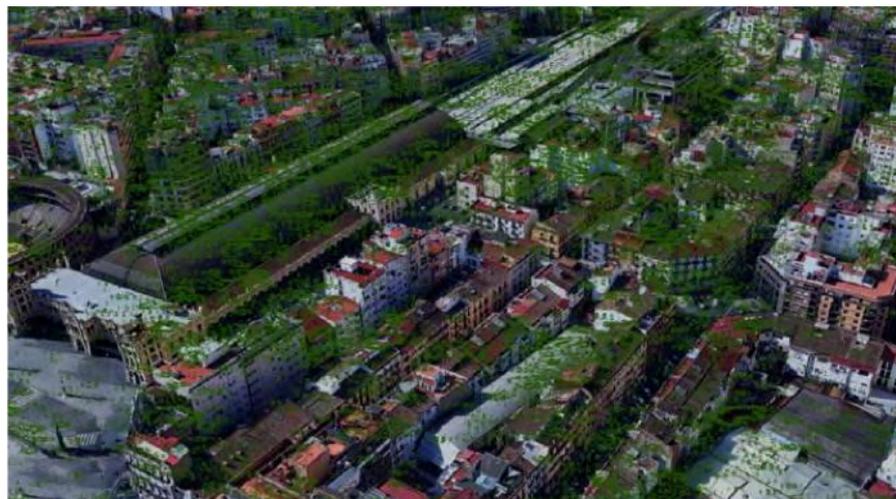


Figura 53. Imagen reactiva a niveles de CO2 - Prototipado II. Natacha Cabellos, 2021.



Figura 54. Prototipado II. Natacha Cabellos, 2021.

3.3 Prototipado III. Hacia la conquista de territorios hostiles (2021)

El Prototipado III se ha trabajado en base a tres aristas desarrolladas en la presente memoria, que convergen en este proyecto a nivel técnico y conceptual; Primero el contexto medioambiental en que nos encontramos: como señalamos en el segundo apartado del primer capítulo de esta memoria, habitamos un planeta herido; presenciamos la desertificación de los suelos, la contaminación del aire, de las aguas, la deforestación por extractivismo y otros daños al ecosistema que han forzado a las

poblaciones y diversas especies a vivir en territorios hostiles; segundo, el estudio del mundo vegetal para el aprendizaje de otras formas de comunicarnos: anteriormente también nos centramos en la importancia del mundo vegetal como nuestro mayor aliado en materia de reconstrucción del ecosistema, así como objeto de estudio para entender la compleja estructura de comunicación y colaboración de las especies vegetales tan distinta a la que hemos construido la especie humana; Y tercero la colaboración entre especies, con el uso de tecnologías como aliadas del ecosistema: se ha buscado con esta arista incorporar la tecnología como una herramienta para ayudar a la reforestación de territorios hostiles por medio de la comunicación entre dispositivos, con énfasis en la utilidad y la visión crítica de su uso.

En base a estas problemática y tomando como punto de partida el análisis presentado en esta memoria, junto a la investigación de las obras de los referentes mencionados en el segundo capítulo, se ha propuesto un prototipado de dos dispositivos que se comunican entre sí, cuyo funcionamiento depende del agua y su propósito está enfocado en las plantas. Específicamente, se ha trabajado en un dispositivo de movilidad autónoma (dispositivo N°1) que busca lugares de plantación mediante el sistema de radiestesia (sistema de búsqueda de aguas subterráneas por energía) y en un dispositivo fijo (dispositivo N°2) que expende semillas de reforestación mediante una mano robotizada, funcionamiento que será desarrollado técnicamente en el apartado de descripción.

Inicialmente se pensó en la construcción de un único dispositivo que detectara el agua y plantara las semillas, un ser que se desplazara reforestando de manera autónoma el suelo en base a una comunicación interna entre sensores y motores. Luego, se ha establecido que con el objetivo puesto en la colaboración y el contexto puesto en lo global y no sólo en una problemática local, se ha definido una división de la estructura en dos dispositivos, como se señaló en el párrafo anterior; por una parte el dispositivo móvil que busca agua mediante varas de radiestesia; y otro dispositivo que dependiendo de la señal recibida dispensa o no semillas de reforestación. De este modo, se ha trabajado con la idea de que a futuro se pueda establecer una comunicación global de reforestación a distancia, bajo la investigación de otras entradas y estímulos para el funcionamiento, cuya reforestación sea a través de bombas de semillas de especies endémicas de la zona a reforestar entre otras posibles modificaciones. Para establecer esa comunicación a distancia, se ha trabajado con el protocolo de comunicación pensado para internet de las cosas MQTT (MQ *Telemetry*

Transport) para transportar mensajes entre dispositivos, utilizando “Eclipse Mosquito” como un *open source MQTT broker*, código señalado en los apartados siguientes.

Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles entonces, al igual que los ejercicios anteriores, se presenta como una primera aproximación hacia una investigación de largo alcance que se abre desde el arte al camino científico, buscando para ello la colaboración con distintas áreas a futuro que sean un aporte para el desarrollo de estos y otros prototipados.

3.3.1 Descripción

A nivel técnico, para el movimiento del dispositivo se utilizan dos motores DC de dirección y velocidad controlable y tres sensores de proximidad para la detección de obstáculos de ubicación frontal y laterales, dispuestos sobre un dispositivo con dos ruedas adosadas a los motores y una rueda libre. En el dispositivo N°1, para la acción de la interfaz se ha dispuesto una estructura de dos puntos que sujetan las varas de cobre de radiestesia y un sensor de proximidad que detecta el cruce de las varas cuando se encuentra agua subterránea. Para el dispositivo N2 se ha fabricado un brazo robótico articulado con un Servo motor de 180° y un florero blanco con forma de mano femenina que dispensa las semillas en respuesta a la detección de valores del sensor del dispositivo N°1. Los mensajes del dispositivo N°1 son publicados y es recibido por el dispositivo N°2 utilizando protocolo MQTT a través de Eclipse Mosquito. Para ello se ha trabajado con dos placas ESP8266 *WIFI*, que permiten el envío y el recibo de mensajes.

Se presenta una *Tangible User Interface (TUI)* cuyo objetivo es la comunicación entre objetos mecanizados que generan su propia sintaxis fuera del ámbito de lo humano, de interactividad intrínseca con un diseño enfocado al sistema y no en el usuario. A nivel conceptual esta interfaz gestiona conexiones entre dos aparatos generando un lenguaje gestual de objetos mecanizados. A nivel semántico, la interfaz lee valores del subsuelo mediante un sistema de radiestesia y activa un mecanismo de dispersión de semillas. A nivel sintáctico, acciona el movimiento de la pieza a través de un sistema de control, un sensor lee valores digitales y los transforma en acciones analógicas que activan el mecanismo de dispersión. A nivel léxico, en el dispositivo uno cuando la toma de valores del sensor de varas radiestésicas es superior a “x”, el dispositivo dos comienza la cadena de acciones. Finalmente, se presenta como un

diseño de interfaz crítica (*critical interface*), ya que le otorga al sistema funciones que comúnmente son atribuidas al usuario (radiestesia), cuestionando, desde un punto de vista metafórico, la participación del usuario en acciones cotidianas, con miras hacia un futuro máquina-objeto natural.

3.3.2 Ficha técnica

HARDWARE

- 3 Sensor de ultrasonido: módulo HC-SR04
- 2 motor DC con caja reductora. 6V 200rpm
- 1 Módulo controlador L298N DC
- 1 Módulo Sensor De Obstáculos Reflectivo Infrarrojo FC-51
- 2 Módulo microcontrolador WIFI ESP8266 CH340G NodeMcu V3
- 2 Batería externa 5V

SOFTWARE

- Arduino 1.8.13

3.3.3 Bocetos

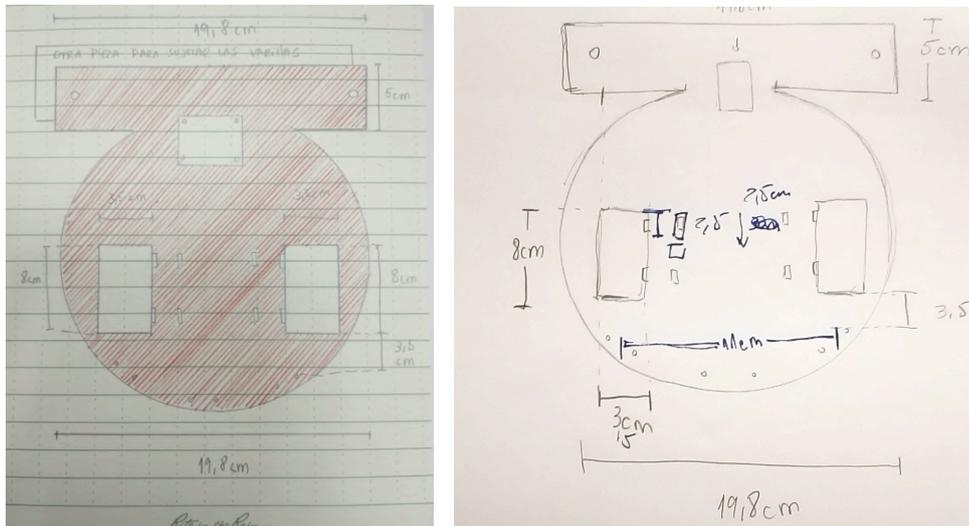


Figura 55. Boceto para Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles. Natacha Cabellos, 2021.

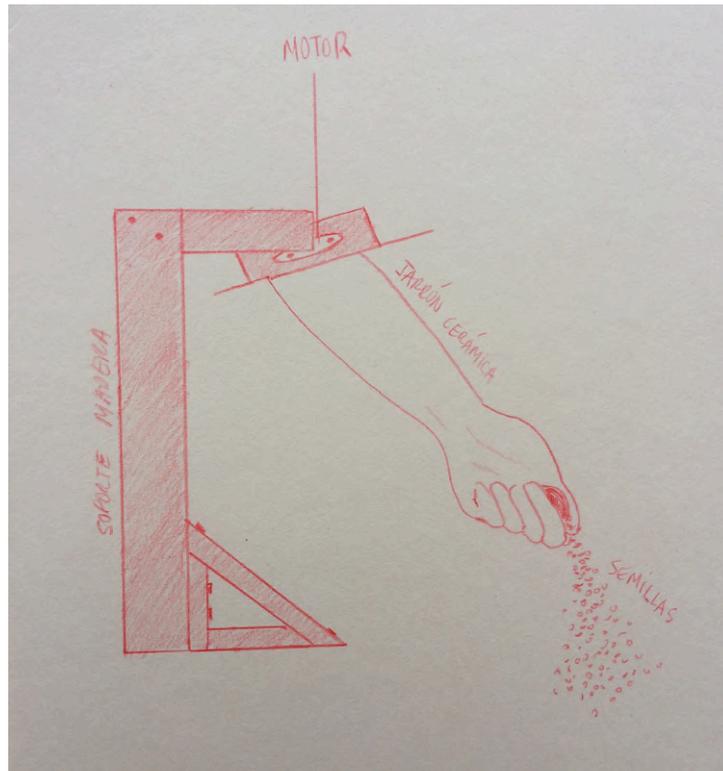


Figura 56. Boceto para Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles. Natacha Cabellos, 2021.

3.3.4 Esquemas técnicos

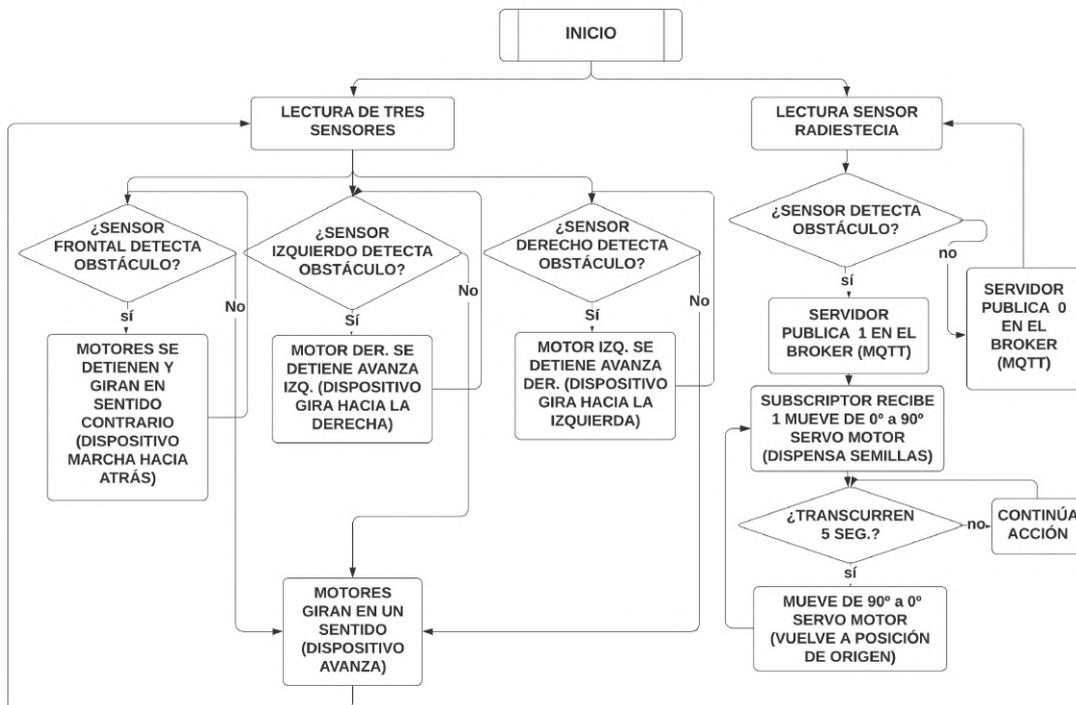


Figura 57. Diagrama de flujo Prototipado III. Natacha Cabellos, 2021.

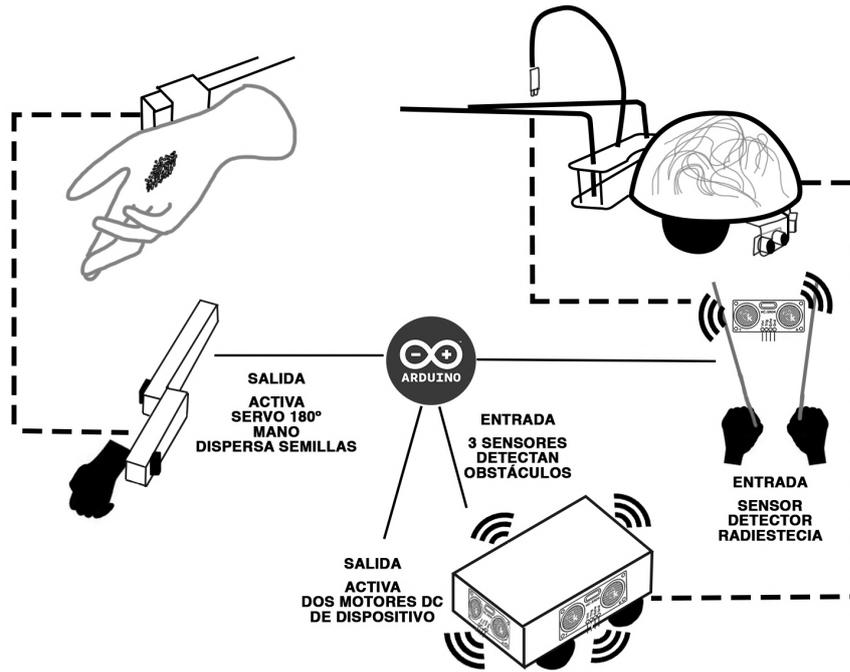


Figura 58. Diagrama técnico Prototipado III. Natacha Cabellos, 2021.

3.3.5 Resultados (imágenes finales y enlace a video)

Link a vídeo-registro de Prototipado III: <https://youtu.be/bVg753i6yrc>

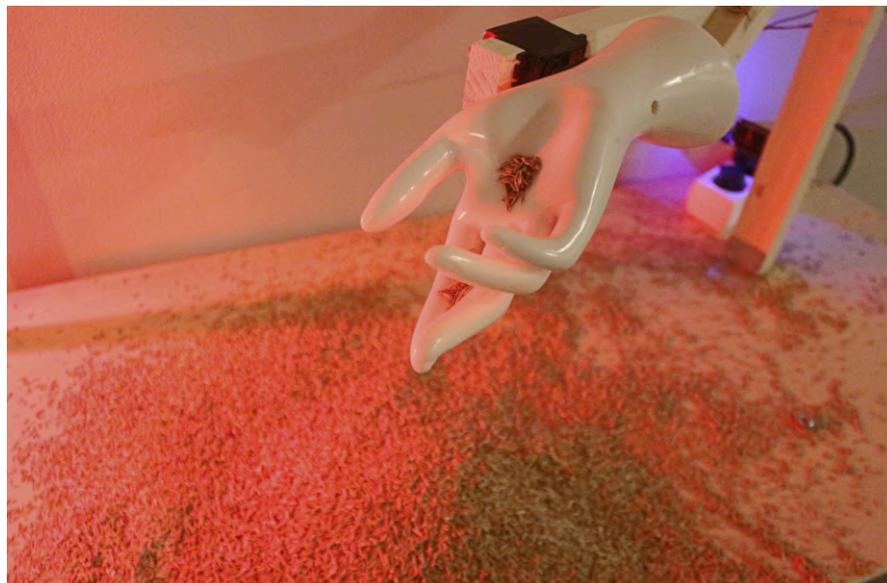


Figura 59. Prototipado III. Natacha Cabellos, 2021.

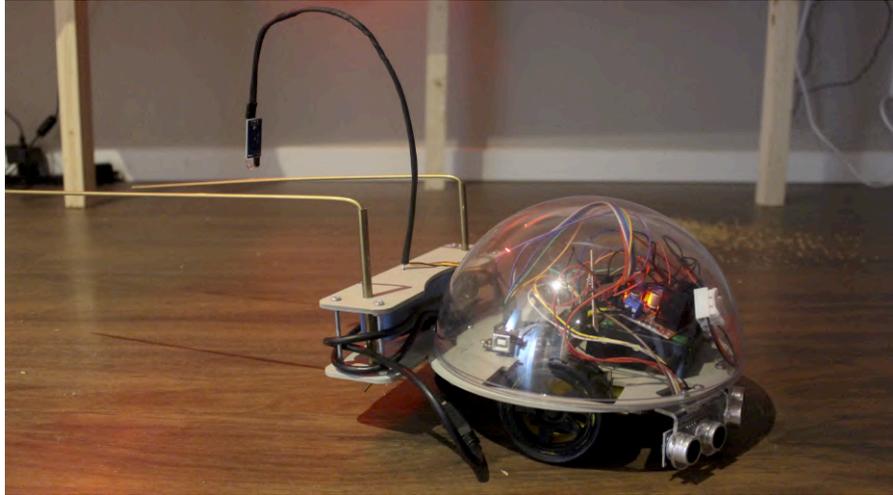


Figura 60. Prototipado III. Natacha Cabellos, 2021.

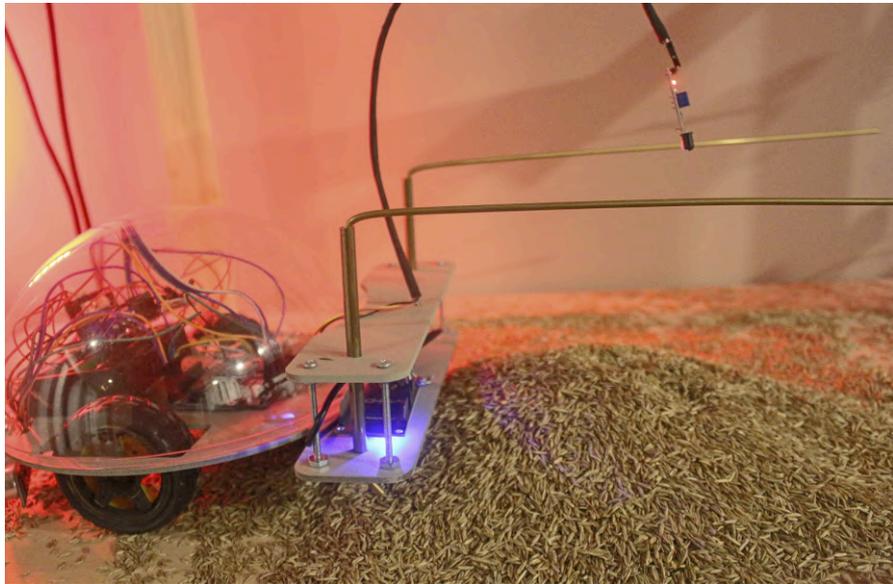


Figura 61. Prototipado III. Natacha Cabellos, 2021.

4. Conclusiones

Se puede concluir que el desarrollo de este trabajo de investigación teórico-práctico *Prototipado de coexistencia* ha sido de gran relevancia y se presenta como un proceso en constante evolución como artista e investigadora, remarcando una etapa de diez años de experiencias y trabajos, así como también, abriendo un nuevo capítulo y puertas creativas para posibles proyectos e investigaciones futuras a corto plazo.

En este punto, me gustaría destacar las siguientes conclusiones:

- Se ha generado un cambio de perspectiva desde una investigación centrada en la lucha entre lo humano, lo tecnológico y la naturaleza hacia la colaboración interespecie tecnonatural.
- Como objetivo de la investigación, se ha dejado de buscar el desarrollo de piezas concluidas, cerradas para dar prioridad a ejercicios y experimentaciones abiertas al diálogo y a influencias externas, que hemos denominado como prototipos.
- Se ha hecho hincapié, en toda la serie presentada, en la estética que normalmente utilizo en mi trabajo artístico hasta la fecha, donde se mezclan materiales nuevos, reutilizados y objetos resignificados, como una marca de agua que se repite en todos los proyectos.

Consideramos que con esta investigación hemos cumplido los objetivos técnicos propuestos referidos al diseño y producción de prototipados artísticos de diseño especulativo, para lo cual hemos logrado utilizar las herramientas aprendidas en el máster AVM sobre computación física, programación gráfica, programación y redes y dispositivos, además de revisar diversos referentes ya sean artísticos, científicos o comerciales para encontrar apoyo en las distintas etapas del desarrollo del proyecto, tanto para la idea como para la producción. También destacamos como un punto a favor el intentar establecer relaciones interespecies en la era postinternet, creando como mencionamos en el desarrollo de esta memoria “interfaces para establecer comunicaciones entre dispositivos e inteligencias no humanas, específicamente, las plantas” con el objetivo de criticar y repensar la mirada antropogénica en que como seres humanos nos comunicamos con otras especies, cumpliendo con el objetivo de crear alianzas tecno-naturales ante la hostilización de territorios.

Además, en esta línea hemos propuesto un nuevo concepto que hemos llamado “interfaces utópicas”, para describir el desarrollo de interfaces que se fabrican cuestionando esta mirada para imaginar “formas más sustentables de vida en el planeta o distintos escenarios fuera del tradicionalismo orientado a una lógica lineal y extractivista” que es como se ha planteado *Prototipado de coexistencia*.

Teniendo en consideración que como hemos mencionado en varias oportunidades a lo largo de esta memoria, *Prototipados de coexistencia* se presenta en un estado introductorio, una primera etapa de desarrollo que considera varios puntos a mejorar, dentro de ellos quisiéramos destacar los siguientes:

- Para el Prototipado I queda por trabajar la conductividad de la mano robotizada para que pudiese alterar los valores del sensor, utilizando para ello materiales ecológicos como bioclásticos conductivos con el cuál se hicieron pruebas, pero que no fueron concluyentes.
- Para el Prototipado II se debe trabajar en la imagen reactiva probando *L-system* a través de Blender, para lograr que la imagen 3D de una ciudad se vuelva efectivamente un bosque paulatinamente en relación a la cantidad de dióxido de carbono que se acumula en el ambiente, para ellos se debe investigar más a fondo las posibilidades del *Plugin Open Sound Control (OSC)* para conectar de forma inalámbrica Blender y una ESP8266.
- Para el Prototipado III se deben mejorar varios aspectos; mejorar la comunicación entre dispositivos con el uso de *Raspberry* para la comunicación a través de MQTT con el objetivo de trasladar el prototipado a diferentes espacios que no tengan *WiFi*; mejorar las capacidades físicas del chasis para que pueda transitar por terrenos inestables sin inconvenientes; incorporar paneles solares que sus baterías se vayan recargando y aumente su autonomía; dispensar en vez de semillas de reforestación, bombas de semillas, para que asegurarnos de una mejor adaptación de esta al medio; por último, se buscará ampliar el lugar de activación de la pieza pudiendo dialogar a distancia con otras máquinas reforestadoras de plantas a través del protocolo de comunicación MOTT (*MQ Telemetry Transport*).

Finalmente, consideramos necesario concluir que con el objetivo de entender que no estamos solos, que la colaboración y el apoyo mutuo interespecie es nuestra única salida hacia la sobrevivencia en un territorio herido, y que es crucial si queremos seguir habitando estas tierras, centrarnos en dos aspectos; encontrando en el comportamiento del mundo vegetal un ejemplo milenario de adaptabilidad y resistencia basado en la colaboración; y en la tecnología una herramienta que al ser usada como aliada y de una manera eco-sostenible puede contribuir a la conquista de territorios hostiles.

Anexos

En los anexos se podrán encontrar:

- Códigos de programación a destacar de los apartados 3.2 y 3.3.
- Bitácora de trabajo asociado al proceso del TFM.

Recursos utilizados

Bibliografía

Monográficos

- Bostrom, N. (2003). *The Transhumanist FAQ*. World Transhumanist Association.
- Crosby, A. (1986). *Imperialismo ecológico: La expansión biológica de Europa, 900-1900*. Cambridge University Press.
- Darwin, C. (2012). *Sobre la selección natural*. Penguin Random House.
- Dorfles, G. (1972). *Naturaleza y Artificio*. Lumen.
- Haraway, D. (2019). *Staying with the Trouble*. Duke University Press.
- Hui, Y. (2020). *Fragmentar el Futuro. Ensayos sobre tecnodiversidad*. Caja negra.
- Kessler, R. y Stuppy, W. (2012). *Semillas. La vida en cápsulas de tiempo*. Turner.
- Kropotkin, P. (2016). *El apoyo mutuo: un factor de la evolución*. (Trad. Luis Orsetti). Pepitas de calabaza. (Trabajo original publicado en 1902).
- Leclerc, G. (1997). *Las épocas de la naturaleza*. Alianza. (Trabajo original publicado en 1778).
- Machado, A. (2000). *El paisaje mediático: sobre el desafío de las poéticas tecnológicas*. Libros del Rojas.
- Maldonado, M. (2018). *Antropoceno. La política en la era humana*. Taurus.
- Mancuso, S. (2015). *Sensibilidad e inteligencia en el mundo vegetal*. Galaxia Gutenberg, S.L.
- Mancuso, S. (2017). *El futuro es vegetal*. Galaxia Gutenberg, S.L.
- Mancuso, S. (2019). *El increíble viaje de las plantas*. Galaxia Gutenberg, S.L.
- Mancuso, S. (2020). *La nación de las plantas*. Galaxia Gutenberg, S.L.
- Moore, J. (2015). *Capitalism in the Web of Life*. Verso.
- Moore, J., Altwater, E., Crist, E., Haraway, D., Hartley, D., Parenti, C. y McBrien, J. (2016). *Anthropocene or Capitalocene?: Nature, History, and the Crisis of Capitalism*. Kairos.
- Schwab, K. (2016). *La cuarta revolución industrial*. Debate.
- Simondon, G. (2009). *La individuación a la luz de las nociones de forma e información*. La Cebra/Cactus.
- Tapia González, A. (2015). *Aportaciones de las mujeres indígenas al diálogo entre filosofía y ecología*. En Alicia H. Puleo (Ed.), *Ecología y género en el diálogo interdisciplinar* (pp. 263-278). Plaza y Valdéz.
- Valls-Llobet, C. (2015). *Sesgos de género en medio ambiente y salud*. En Puelo, Alicia (Ed.), *Ecología y género en diálogo interdisciplinar* (pp. 21-35). Plaza y Valdéz.

- Viveiros de Castro, E. (2010). *Metafísicas caníbales. Líneas de antropología postestructural*. (Trad. Stella Mastrangelo). Katz Editores. (Trabajo original publicado en 2009).
- Wiener, N. (1960). *Cibernética*. (Trad. Miguel Mora Hidalgo). Guadiana de publicaciones. (Trabajo original publicado en 1948).
- Zalasiewicz, J. (2009). *La tierra después de nosotros. ¿Qué legado dejarán los humanos en las rocas?* University Press.
- Ohlenschläger, Karin (2009). *Ecomedia, Estrategias ecológicas en el arte actual*. Diputación de Valencia. (Trabajo original publicado en 2007).

Artículos

- Abbasi, A., Woodall, C., Gamarra, J., Ochuodho T., de Mighel, S., Sahay, R., Fei, S., Paquette, A., Chen, H., Catlin, C. y Liang, J. (2021). Forest migration outpaces tree species range shift across North America. *Research Square*, 8. <https://www.researchsquare.com/article/rs-840978/v1>
- Cabellos, N. (2016). *En medio de la ficción: una aproximación al sujeto automatizado* [trabajo final de máster, Universidad de Chile]. *Repositorio Institucional*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/145833>
- Cabellos, N. (2021). *Colaboración (evolución): Proyecto máquina-objeto natural hacia la conquista de territorios hostiles*. Universidad Politécnica de Valencia. [PDF]
- Crutzen, P. y Stoermer, E. (2000). The Anthropocene. *Global Change Newsletter*, (41), 17-18. <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>
- Garí, J. A. (1988). Imperialismo ecológico: La expansión biológica de Europa, 900-1900. A. W. Crosby. <https://www.raco.cat/index.php/Manuscripts/article/download/140355/191583>
- Haraway, D. (2016). Antropoceno, capitaloceno, plantacioceno, Chthuluceno: Generando relaciones de parentesco. *Revista Latinoamericana de estudios críticos animales*, 3,15-26. <https://revistaleca.org/cgi-sys/suspendedpage.cgi> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379118307261?via%3Dihub>
- Koch, A., Brierley, C., Maslin, M. y Lewis, S. (2019). Earth system impacts of the European arrival and Great Dying in the Americas after 1492. *Revista Quaternary Science Reviews*, 207, 13-36.

- Madrigal, Á. (2004). Migración y emigración de especies. *Revista de Ciencias Ambientales Tropical Journal of Environmental Sciences*, 28, 3-12.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7094692>
- Mañas, Moisés (2006). *Interacción en espacio-tiempo post Internet* [tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]
<https://www.scribd.com/document/21614432/ANEXO-FICHAS-mois-es-manas-interaccion-en-espacio-tiempo-post-internet>
- Martín Prada, J. (2017). Sobre el arte postInternet. *Revista Aureus*, 3, 45-51.
https://www.juanmartinprada.net/imagenes/martin_prada_sobre_el_arte_postinternet.pdf
- Moore, D. (1983). The Flora of the Fuego-Patagonian Cordilleras: its Origins and Affinities. *Revista Chilena de Historia Natural*, 56, 123-136.
http://rchn.biologiachile.cl/pdfs/1983/2/Moore_1983.pdf
- Mori, M. (2012). *The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori*. (Trad. Karl F. MacDorman y Norri Kageki). *Revista IEEE Spectrum*. (Trabajo original publicado en 1970).
<https://web.ics.purdue.edu/~drkelly/MoriTheUncannyValley1970.pdf>
- Robles, F. (2015). *meteoGMT: dispositivos de teatralidad meteorológica* [trabajo final de máster, Universidad Politécnica de Valencia]. Repositorio Institucional.
<https://riunet.upv.es/handle/10251/75173>
- Rust, S., Monani, S., Cubitt, S. (2015). *Ecomedia: Key Issues*. *Routledge: Earthscan Series*.
<https://cupola.gettysburg.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://www.google.com/&httpsredir=1&article=1084&context=books>
- Tornero, P. (2013). *Tecnologías de la creatividad: conexiones entre arte y ciencia en la contemporaneidad* [tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid]. Repositorio Institucional. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/20637/>

Webgrafía

- Arselectronica (2021, 20 de diciembre). *Asunder*.
<https://ars.electronica.art/center/de/asunder/>
- Artishock (2021, 9 de agosto). *Un encuentro vegetal*.
<https://artishockrevista.com/2021/06/18/un-encuentro-vegetal/>
- Brockman, J. (2010, 5 de junio). *The Edge Annual Question 2010: How Is the Internet Changing the Way You Think?* https://www.huffpost.com/entry/the-collective-conscious_b_418453

- Castellanos, M. (2018, 25 de junio). *The plants sense*. http://www.mariacastellanos.net/?/=seccion/proyectos/entrada/plants_sense_sp
- Cerón, J. (2015, 5 de octubre). *La migración de las plantas*. <https://www.semana.com/especiales/feria-internacional-de-arte-contemporaneo-arco-madrid/galeria/la-migracion-plantas-obra-felipe-arturo/41355/>
- Crespo, Luisa (2020, 10 de Septiembre). *Canfranc, regeneración para recuperar el tiempo*. <https://planetainteligente.elmundo.es/retos-y-soluciones/canfranc-regeneracion-para-recuperar-el-tiempo>
- Esparza, G. (2007, 5 de junio). *Plantas nómadas*. <https://gilbertoesparza.net/portfolio/perejil-buscando-al-sol/>
- Esparza, G. (2010, 28 de octubre). *Plantas nómadas*. <https://www.plantasnomadas.com/>
- Gounon, Claire (2021, 20 de noviembre). *Milagro botánico en Tierra Santa*. <https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2021/10/18/milagro-botanico-en-tierra-santa-1527070.html>
- Harpreet, S. y Maes, P. (2018, 3 de enero). *Elowan: A plant-robot hybrid*. <https://www.media.mit.edu/projects/elowan-a-plant-robot-hybrid/overview/>
- Laboratoriodearteselectronicas (2013, 2 de enero). *Nanodrizas*. <https://laboratoriodeinterfaceselectronicas.wordpress.com/2013/05/17/nanodrizas/>
- Lasserre y met den Ancxt (2007, 25 de diciembre). *Akousmaflöre*. http://www.scenocosme.com/akousmaflöre_en.htm
- Martins, A. (2019, 5 de septiembre). *Curva de Keeling y qué dice sobre la aceleración del cambio climático*. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-47706576>
- Medina, N. (2020, 29 de diciembre). *ARA*. <https://noeliamedina.com/ARA>
- Mercado (2013, 30 de octubre). *Una internet interespecie*. <https://mercado.com.ar/tecnologia/una-internet-interespecies/>
- Moll, J. (s/f., 27 de diciembre). *DEF000000000000000000000000REST*. http://www.janavirgin.com/CO2/DEF000000000000000000000000REST_about.html
- Morilla, S. (2018, 18 de diciembre). *Locative breathing*. <http://www.santiagomorilla.com/index.php?/exhibitions/locative-breathing/>
- Naciones Unidas (2020, 5 de noviembre). *Cronología de negociaciones sobre el clima*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cronologia-de-negociaciones-sobre-el-clima/>

- Palou, N. (2018, 27 de noviembre). *Tecnología espacial para que los cultivos crezcan más rápido*. <https://www.lavanguardia.com/natural/si-existe/20181127/453205154314/tecnologia-espacial-nasa-agricultura-invernadero-mejoramiento-genetico-rapido.html>
- Querol, Mireia (2018, 27 de Diciembre). *La timidez de la copa: Árboles que no se tocan*. <https://allyouneedisbiology.wordpress.com/2018/12/09/timidez-copa-arboles/>
- Renato, M. (2015, 2 de noviembre). *Las flores de la Antártica*. <https://www.investigacionyciencia.es/blogs/medicina-y-biologia/53/posts/las-flores-de-la-antrtida-12856>
- Rinaldo, K. (2004, 29 de diciembre). *Augmented Fish Reality*. <https://www.kenrinaldo.com/portfolio/augmented-fish-reality/>
- Solís, B. (2021, 10 de septiembre). *Un encuentro vegetal. Patricia Domínguez, Ingela Ihrman y Eduardo Navarro*. <https://www.lacasaencendida.es/exposiciones/encuentro-vegetal-patricia-dominguez-ingela-ihrman-eduardo-navarro-12185>
- Torgovnick, K. (2013, 20 de Septiembre). *The interspecies internet: Diana Reiss, Peter Gabriel, Neil Gershenfeld and Vint Cerf at TED2013*. <https://blog.ted.com/the-interspecies-internet-diana-reiss-peter-gabriel-neil-gershenfeld-and-vint-cerf-at-ted2013/>
- Velasco, A. (2018, 25 de octubre). *Postinternet Art: El arte a través de la reflexión*. <https://www.ocimagazine.es/postinternet-art/>
- Venegas, M. (s.f., 20 de octubre). *Los hongos que pueden salvar las plantas*. <https://www.explora.cl/blog/los-hongos-que-pueden-salvar-plantas-2/>
- Welle, D. (2021, 26 de junio). *Científicos desarrollan dispositivo para "comunicarse" con las plantas*. <https://www.dw.com/es/cient%C3%ADficos-desarrollan-dispositivo-para-comunicarse-con-las-plantas/a-57112692>
- Winick, E. (2019, 3 de enero). *El desierto de Atacama revela nuevas pistas sobre la vida en Marte*. <https://www.technologyreview.es/s/11002/el-desierto-de-atacama-revela-nuevas-pistas-sobre-la-vida-en-marte>

Videografía

- Akira Nakayasu (2011). *Plant* [Video]. Youtube. <https://youtu.be/QNnSEME2qYI>
- Bileam tschepe (elektronaut) (2020). *Organic Growth – TouchDesigner Tutorial*. [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=BKiK9G53WOW>

- Dimitar Karanikolov (2019). *Forest Therapy*. [VÍdeo]. Youtube. https://www.youtube.com/watch?v=EqFmLgK_H9s
- Johnwilliamturneriii (2013). *Cybernetic Serendipity (ICA) - Late Night Lineup (1968)*. [VÍdeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=n8TJx8n9UsA&t=3s>
- Seskamol (2020). *Touchdesigner – [Experiment – Tutorial] – Growing* [VÍdeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=vUxdpKnUiWg>
- Simon Alexander-Adams (2019). *Looping Noise: Ending at the Beginning*. [VÍdeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=TGYO1WcT5ys>
- Vincent Houzé (2018). *Introduction to GLSL in TouchDesigner : 7/8 Bend deformer for instances with the vertex shader* [VÍdeo]. Youtube. <https://youtu.be/zz8RFNWxat8>

Índice de imágenes

- Figura 1: Natacha Cabellos (2021). Esquema metodológico. Pág. 13
- Figura 2: Institución Scripps de Oceanografía. (2021). Curva de Keeling oficial [Gráfico]. The Keeling Curve. <https://keelingcurve.ucsd.edu/> Pág. 17
- Figura 3: María Wills. (2015). La migración de las plantas (Felipe Arturo) [Fotografía]. Semana. <https://www.semana.com/especiales/feria-internacional-de-arte-contemporaneo-arco-madrid/galeria/la-migracion-plantas-obra-felipe-arturo/41355/> Pág. 27
- Figura 4: Patricia Dominguez. (2021). Un encuentro vegetal [Fotografía]. Artishock. <https://artishockrevista.com/2021/06/18/un-encuentro-vegetal/> Pág. 29
- Figura 5: Natacha Cabellos (2016). Laboratorio caduco. Pág. 31
- Figura 6: Universidad de Antofagasta (2019). Investigadores de Nasa probarán nuevo robot en sector de Yungay [Fotografía]. Soy Chile. <https://www.soychile.cl/Antofagasta/Publicreportajes/2019/09/11/614985/Investigadores-de-NASA-probaran-nuevo-robot-en-sector-de-Yungay-de-Antofagasta.aspx> Pág. 31
- Figura 7: Gilberto Esparza (2008-2013). Plantas Nómadas [Fotografía]. Plantas Nómadas. <https://www.plantasnomadas.com/> Pág. 35
- Figura 8: Yon Bengoechea (2018). Locative Breathing [Fotografía]. Santiago Morilla. <http://www.santiagomorilla.com/index.php?/exhibitions/locative-breathing/> Pág. 36
- Figura 9: Luca Girandini (2019). Asunder (Tega Brain (AU), Julian Oliver (NZ), and Bengt Sjölén (SE)) [Fotografía]. Ars Electronica. <https://ars.electronica.art/center/en/asunder/> Pág. 37
- Figura 10: Natacha Cabellos (2015). La naturaleza del vacío. Pág. 38
- Figura 11: Natacha Cabellos (2020). Estación de Canfranc. Pág. 40
- Figura 12: Natacha Cabellos (2015). Estados de la materia. Pág. 42
- Figura 13: Natacha Cabellos (2019). De desechos y polvo. Pág. 42
- Figura 14: Gilberto Esparza (2007). Perejil buscando el Sol [Fotografía]. Gilberto Esparza. <https://gilbertoesparza.net/portfolio/perejil-buscando-al-sol/> Pág. 50
- Figura 15: Laboratorio de Interfaces Electrónicas (2009). Nanodrizas (Arcangel Constantini) [Fotografía]. Laboratorio de Interfaces Electrónicas. <https://laboratoriodeinterfaseselectronicas.wordpress.com/2013/05/17/nanodrizas/> Pág. 52
- Figura 16: Theo Jansen (s./f). Animaris Turgentia Vela [Fotografía]. Fundación telefónica. <https://boletines.fundaciontelefonica.com/institucional/invitacion-theo-jansen-asombrosas-criaturas/> Pág. 53
- Figura 17: María castelanos (2018). The plants sense [Fotografía]. María Castellanos. http://mariacastellanos.net/?/=seccion/projects/entrada/plants_sense_eng Pág. 54
- Figura 18: Lasserre & met den Ancxt (s./f). Akousmaflore [Fotografía]. Scenocosme. http://www.scenocosme.com/akousmaflore_en.htm Pág. 55
- Figura 19: Lasserre & met den Ancxt (2016). Echos [Fotografía]. Scenocosme. http://www.scenocosme.com/echos_e.htm Pág. 56
- Figura 20: Ken Rinaldo (2004). Augmented Fish Reality [Fotografía]. Ken Rinaldo. <https://www.kenrinaldo.com/portfolio/augmented-fish-reality/> CC-BY-SA-4.0. Pág. 56
- Figura 21: Ken Goldberg y Joseph Santarromana (1996-2004). Telegarden [Fotografía]. Non Player

Character. <https://nonplayercharacter.home.blog/2020/03/24/the-telegarden-ken-goldberg-1995-2004/>
Pág. 57

Figura 22: Akira Nakayasu (2009). Plant [Fotografía]. Flickr. <https://www.flickr.com/photos/arselectronica/4888120884> CC BY-NC-ND 2.0 Pág. 58

Figura 23: Roslan Rahman/AFP (2021). Los científicos desarrollan un sistema para comunicarse con la vegetación [Fotografía]. DW. <https://www.dw.com/es/cient%C3%ADficos-desarrollan-dispositivo-para-comunicarse-con-las-plantas/a-57112692> Pág. 58

Figura 24: Joana Moll (2016). DEFOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOREST [Arte en red]. Virgin Joana. <http://www.janavirgin.com/CO2/DEFOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOOREST.html> Pág. 60

Figura 25: Lindsey M french (2004-2005). Translator II: Grower (Sabrina Raaf) [Instalación]. Are.na. <https://www.are.na/block/3622271> Pág. 61

Figura 26: Ron OX (2018). Brazo robótico que cultiva lechugas en la primera granja automatizada creada por Iron Ox en San Francisco [Fotografía]. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/natural/si-existe/20181018/452414416850/granja-automatizada-robots-cultivo-hidroponico-estados-unidos-agricultura-innovacion.html> Pág. 63

Figura 27: Natalia Janula (2021). Rehearsal [Instalación]. Instagram. IG: nataliajanula Pág. 64

Figura 28: Harpreet Sareen (2018). Elowan: A plant-robot hybrid [Fotografía]. Media Mit. <https://www.media.mit.edu/projects/elowan-a-plant-robot-hybrid/overview/> CC-BY-4.0. Pág. 65

Figura 29: Noelia Medina (2020). ARA: Interfaz emocional [Instalación]. <https://noeliamedina.com/ARA> Pág. 65

Figura 30: M. Mori (2012). "The Uncanny Valley: The Original Essay by Masahiro Mori" (p.1) [Gráfico]. IEEE Spectrum. Pág. 66

Figura 31: Stefano Mancusso (2017). "EL futuro es vegetal" (p. 48) [Fotografía]. Galaxia Gutenberg, S.L. Pág. 68

Figura 32: Stefano Mancusso (2017). "EL futuro es vegetal" (p. 48) [Fotografía]. Galaxia Gutenberg, S.L. Pág. 68

Figura 33: Otsuka Keita (2020). Chewing Gum Codex (Óscar Santillán) [Instalación]. Llano (<https://llano.mx/artistas/oscar-santillan/?lang=eng>) Pág.69

Figura 34: Otsuka Keita (2020). Chewing Gum Codex (Óscar Santillán) [Instalación]. Llano (<https://llano.mx/artistas/oscar-santillan/?lang=eng>) Pág. 70

FIGURA 35: Rik Sferra (2003-2008) Natural History of the Enigma, transgenic flower with artist's own DNA expressed in the red veins (Eduardo Kac) [Fotografía]. <https://www.ekac.org/nat.hist.enig.html> Pág. 70

Figura 36: School of design: Facultad de Artes y Ciencias (2018). Seed bombing project [Fotografías] <https://blogs.gre.ac.uk/designsupport/greenspaces/seed-bombing-project/> Pág. 71

Figura 37: Natacha Cabellos (2017). Falla- Mediana Intensidad. Pág. 72

Figura 38: Natacha Cabellos (2017). Zona de descanso. Pág. 73

Figura 39: Natacha Cabellos (2019). Laboratorio para una planta migrante. Pág. 77

Figura 40: Natacha Cabellos (2020). Laboratorio de afectos para una planta migrante. Pág. 78

Figura 41: Natacha Cabellos (2021). Boceto para Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante. Pág. 80

Figura 42: Natacha Cabellos (2021). Boceto para Prototipado I: Laboratorio de afectos para una planta migrante. Pág. 80

Figura 43: Natacha Cabellos (2021). Diagrama de flujo Prototipado I. Pág. 81
Figura 44: Natacha Cabellos (2021). Diagrama técnico Prototipado I. Pág. 82
Figura 45: Natacha Cabellos (2021). Prototipado I. Pág. 82
Figura 46: Natacha Cabellos (2021). Prototipado I. Pág. 83
Figura 47: Natacha Cabellos (2021). Prototipado I. Pág. 83
Figura 48: Natacha Cabellos (2021). Boceto para Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas. Pág. 86
Figura 49: Natacha Cabellos (2021). Boceto para Prototipado II: Hay que llenarlo todo de plantas. Pág. 86
Figura 50: Natacha Cabellos (2021). Diagrama de flujo Prototipado II. Pág. 87
Figura 51: Natacha Cabellos (2021). Diagrama técnico Prototipado II. Pág. 87
Figura 52: Natacha Cabellos (2021). Prototipado II. Pág. 88
Figura 53: Natacha Cabellos (2021). Imagen reactiva a niveles de CO₂ - Prototipado II. Pág. 88
Figura 54: Natacha Cabellos (2021). Prototipado II. Pág. 89
Figura 55: Natacha Cabellos (2021). Boceto para Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles. Pág. 92
Figura 56: Natacha Cabellos (2021). Boceto para Prototipado III: Hacia la conquista de territorios hostiles. Pág. 93
Figura 57: Natacha Cabellos (2021). Diagrama de flujo Prototipado III. Pág. 93
Figura 58: Natacha Cabellos (2021). Diagrama técnico Prototipado III. Pág. 94
Figura 59: Natacha Cabellos (2021). Prototipado III. Pág. 94
Figura 60: Natacha Cabellos (2021). Prototipado III. Pág. 95
Figura 61: Natacha Cabellos (2021). Prototipado III. Pág. 95