

SYMBIOSIS

Pontificia Universidad Católica de Chile

Proyecto

«Symbios» Experiencia educativa de Realidad Virtual

Autor

Camila Espinoza Emhart

Profesor Guía

Alejandro Durán Vargas

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

Julio de 2019

Santiago de Chile



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

DISEÑO | UC
Pontificia Universidad Católica de Chile
Escuela de Diseño

Quiero agradecer a Alejandro Durán, por su apoyo y por guiarme. Especialmente por mostrarme la vinculación del diseño con la divulgación científica, mostrando las posibilidades que tiene el diseño de impactar en educación, conciencia medioambiental o preservación de especies naturales. Por expandir mi visión como diseñadora, gracias.

A la Fundación Ecoscience, por la cooperación para llevar Symbios a los niños a lo largo de Chile, para generar un impacto en colegios rurales y vulnerables del país. Por darme la oportunidad de implementar este proyecto que realicé con dedicación pensando en los niños a quienes se lo llevarán. Gracias por la confianza y disposición.

A todas las personas quienes fueron parte del proceso en este proyecto, especialmente a Nicolás y José. A mi familia querida y mis amigas por el apoyo y el cariño. Y por último, a mis perros por acompañarme mientras trabajaba.

Gracias.

1

MARCO TEÓRICO

- 1.1 Comprensión de escalas no humanas (10)
- 1.2 Cambio de escalas en Laboratorios Naturales (14)
- 1.3 Simbiosis (20)
- 1.4 Líquenes (26)
- 1.5 Urgencia de generar conciencia ambiental (32)
- 1.6 .1 Articulación con la malla curricular (38)
- 1.6.2 Modelos y estructura de aprendizaje (42)

2

ESTADO DEL ARTE

- 2.1 Divulgación científica con recursos tecnológicos (48)
 - 2.1.1 Macrofotografía (49)
 - 2.1.2 Realidad virtual (54)
- 2.2 Divulgación científica y panorama nacional (60)
- 2.3 Referentes (64)

RECAPITULACIÓN

3

FORMULACIÓN

- 3.1 Justificación de la propuesta (70)
- 3.2 Patrón de valor e hipótesis de investigación (71)
- 3.3 Formulación del proyecto (72)
- 3.4 Contexto de intervención (74)
- 3.5 Definición de usuario (76)

Contenidos

4

SYMBIOS

- 4. Proceso de diseño y metodología (80)
 - 4.1. Acercamiento a conceptos y técnicas (82)
 - 4.2. Relato y definición de conceptos (92)
 - 4.3. Creación de Symbios Realidad Virtual (100)
 - 4.4. Visualización video final (112)
 - 4.5. Identidad de marca y logotipo (124)

5

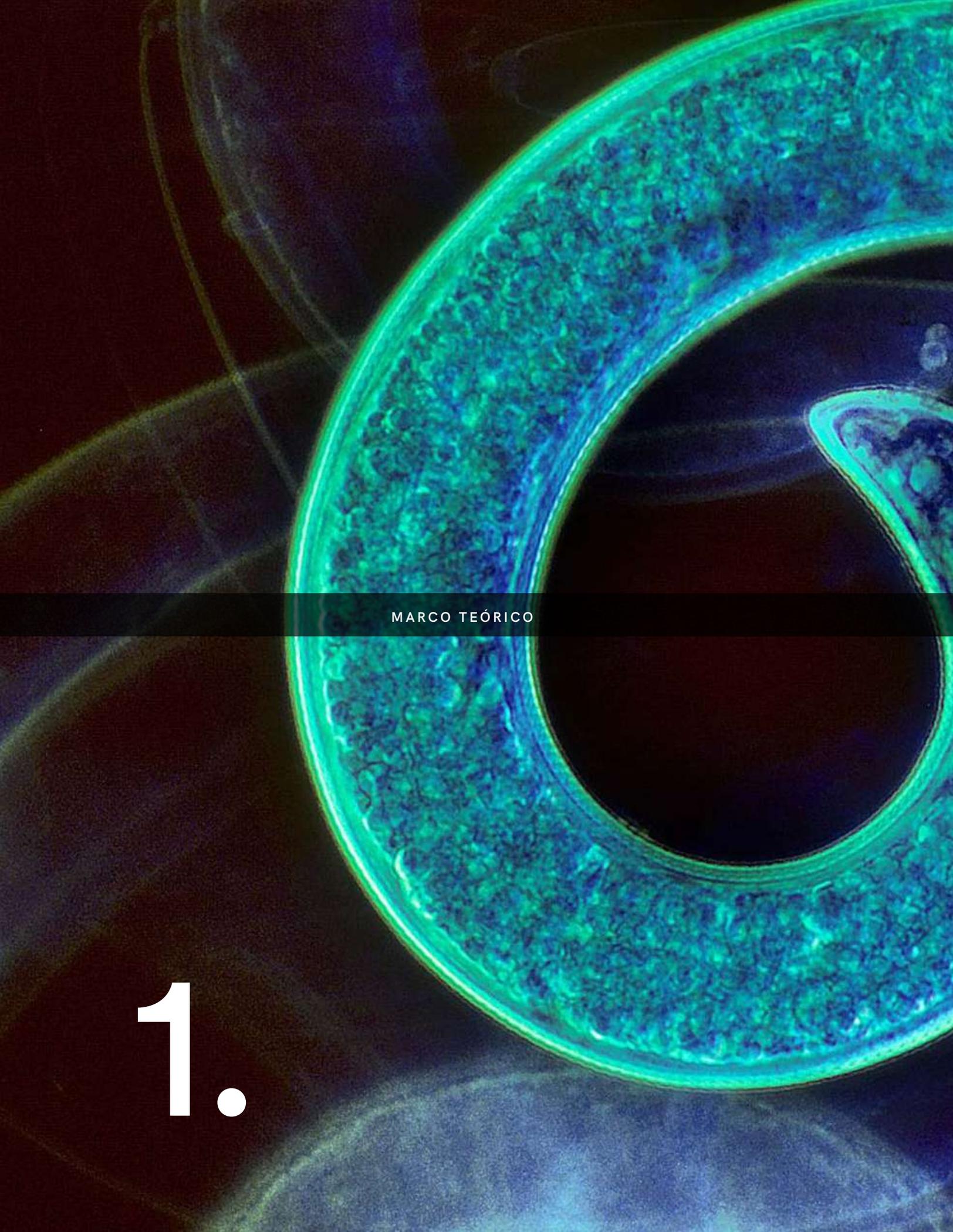
IMPLEMENTACIÓN

- 5.1 Vinculación a Fundación Ecoscience (128)
- 5.2 Fondos concursables y costos implementación (130)
- 5.3 Proyecciones (132)

6

CONCLUSIONES

- 6.1 Conclusiones del proyecto (134)
- 6.2 Referencias bibliográficas (138)



MARCO TEÓRICO

1.



1.1 COMPRESIÓN DE ESCALAS NO HUMANAS

1.1 COMPRENSIÓN DE ESCALAS NO HUMANAS

Un viaje a mundos invisibles

La raza humana tiene un ansia y fascinación por descubrir lo desconocido, comprender y develar misterios, tanto a través de distintas áreas de la ciencia, la microbiología, astronomía y la física (entre muchas otras), como a través de campos de las ciencias humanas y sociales, la filosofía y la antropología. Existe un interés por entender lo incomprensible, y de visualizar lo invisible, buscando a lo largo de la historia de la humanidad la comprensión del mundo que nos rodea, develando sus misterios y secretos.

"Nuestra curiosidad, nuestra sed de conocimiento, nuestro entusiasmo por penetrar el espacio y llegar a alcanzar otros planetas, y aún más allá, representa un aspecto de las estrategias que la vida tiene para su expansión, que empezó hace más de tres mil millones de años. No somos más que el reflejo de una antigua tendencia. Desde las primeras bacterias primordiales hasta el presente." (Margulis, 1995).

Esto propulsó uno de los viajes más increíbles que ha incursionado la humanidad, viajes a mundos que parecen creados por la más magnífica imaginación, pero que son reales y que existen tanto bajo como sobre la humanidad. Se refiere a la exploración y la incursión a escalas que no corresponden a la humana, escalas que no son comprensibles meramente a través del ojo humano. Adentrándose en mundos que son derechamente, invisibles para las personas.

Para llevar a cabo esta meta se han creado a lo largo de los años distintas herramientas que visualizan lo invisible, creando desde potentes microscopios en laboratorios hasta telescopios gigantes en observatorios. Logrando conocer y visualizar desde algo tan pequeño como un átomo, alrededor de diez millonésimas de un milímetro, hasta algo tan enorme como la Gran Muralla Hércules-Corona Boreal, alrededor de 10.000 millones de años luz de un extremo al otro.

O incluso llegando a "generar" un telescopio tan grande como la Tierra misma a través de "el proyecto Event Horizon Telescope. Uniendo telescopios situados por todo el mundo, técnica que se conoce como interferometría, es posible sumar los datos de ocho radiotelescopios para simular un superteloscopio tan grande como la separación entre las antenas, esto es, el tamaño de nuestro propio planeta." (El País, 2019). Logrando 'fotografiar' un agujero negro 6.500 millones de veces más masivo que el Sol, a una distancia de más de 50 millones de años luz de la Tierra.

Estas refinadas y potentes herramientas, podrían considerarse como "portales" o "ventanas" a mundos desconocidos y extraordinarios, que existen tanto bajo como sobre la humanidad. Mundos que traspasan las barreras espacio-temporales que limitan (o permiten sobrevivir, depende del punto de vista) a la raza humana. El filósofo Alan Watts afirma: "Una de las primeras cosas que todos deberían entender es que cada criatu-

ra en el universo que es sensible y de alguna manera consciente, se considera a sí misma como un ser humano. Conoce y es consciente de una jerarquía de seres por encima de ella y una jerarquía de seres por debajo de ella. Es decir, donde sea que estés y quienquiera que seas y seas lo que seas, estás en el medio. Tus sentidos se extienden en cierta dirección, en todas direcciones y, por lo tanto, te dan la impresión de estar en el medio." Al exponer esta lógica, se busca dar a entender que la comprensión de escalas y magnitudes es una herramienta importante para navegar en nuestro cambiante y creciente planeta, teniendo en cuenta que existe una jerarquía sobre la humanidad y bajo la misma, en la cual cada componente influye en los demás y su comprensión conlleva un entendimiento desde el origen de la especie humana o de la vida misma en el universo.

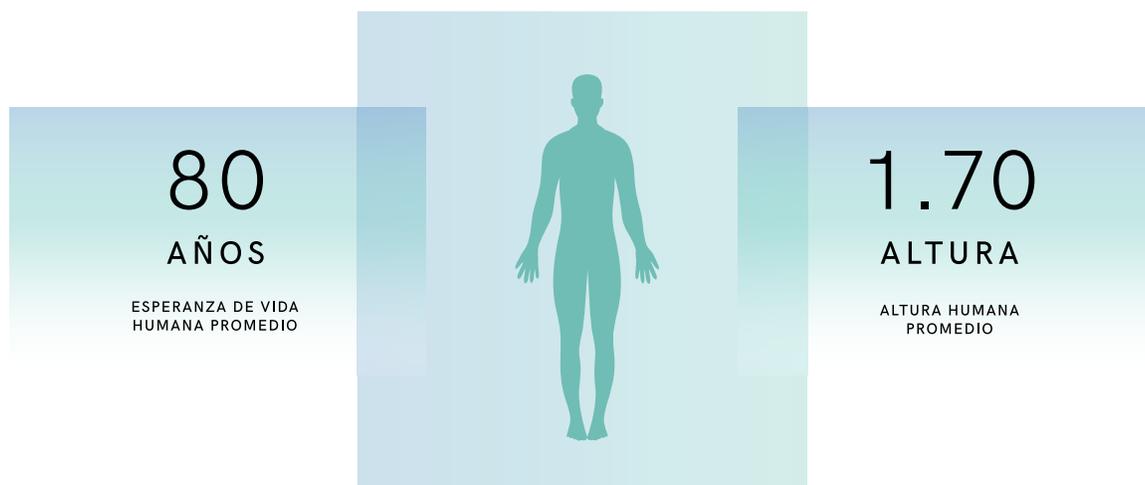
Eames Demetrios (2017) argumenta que "no comprender escalas en este período de la humanidad es una forma de analfabetismo. Al igual que conocer un mapa mundi te da una imagen mental para localizar y reconocer información nueva sobre lugares que escuchas, similarmente tener un sentido de escala te da herramientas para un nuevo tipo de comprensión". Esto se traduce en un principio extremadamente importante, que son los diferentes puntos de vista que se obtienen al cambiar el nivel de ampliación. Hoy en día, en el año 2019, ver una foto de un microbio o una galaxia puede resultar familiar, pero si se imagina a los

primeros humanos que lograron visualizar otras escalas, no cabe más que suponer que deben haber sentido asombro y extrañeza, inquietud e interés; y fue gracias a ellos que la humanidad avanzó enormemente en su capacidad de visualización de otras escalas y en consecuencia, de entendimiento del universo y todo lo que nos rodea.

Antony van Leeuwenhoek nacido en 1632, fue el primer ser humano en ver microbios. Sin formación científica alguna, y sin ir nunca a la universidad, durante el día trabajaba como funcionario municipal, pero durante las noches fabricaba lentes; en un momento de la historia en el cual los holandeses recién habían inventado el microscopio compuesto y el telescopio. Logró crear lentes que aumentaban hasta 270 veces, creando en aquella época los mejores microscopios del mundo. Con ellos, observó desde pelos de animales, músculos de ballena, ojos de buey, y gotas de agua, entre muchas otras cosas, maravillándose con un mundo que hasta entonces, ningún ser humano había visto.

"Casi todas las cosas que logró ver, él era el primer ser humano en verlas. (...) Si de pronto alguien nos dijera que ha visto una serie de maravillosas criaturas invisibles que nadie ha visto jamás, ¿le creeríamos?" (Yong, 2017, p. 41-42). Leeuwenhoek se quejaba en ese entonces de que los estudiosos estuvieran más interesados en el dinero o en la reputación que en 'descubrir cosas ocultas a nuestra vista'.

LA UNIDAD DE MEDIDA HUMANA NOS LIMITA EN NUESTRA CAPACIDAD DE ENTENDIMIENTO



Datos según la BBC, 2019. Promedio entre hombres y mujeres a nivel mundial. Mientras que por ejemplo, en Chile se encuentra uno de los árboles más viejos del mundo, llamado el Gran abuelo, con más de 3600 años y más de 60 metros de altura. Nuestra medida como especie es limitante.

Éste proyecto busca generar ese interés por descubrir lo invisible, por adentrarse a otros mundos, tal como si fuéramos los primeros seres humanos en verlos. Para un bien mayor, un cambio de perspectiva que fomenta el interés y cuidado por los seres tanto sobre como bajo la humanidad. "Una vez que comprendamos lo similares que somos y lo profundos que son los lazos entre los animales, las plantas y los microbios, nuestra visión del mundo se enriquecerá inmensamente." (Yong, 2017, p. 36).

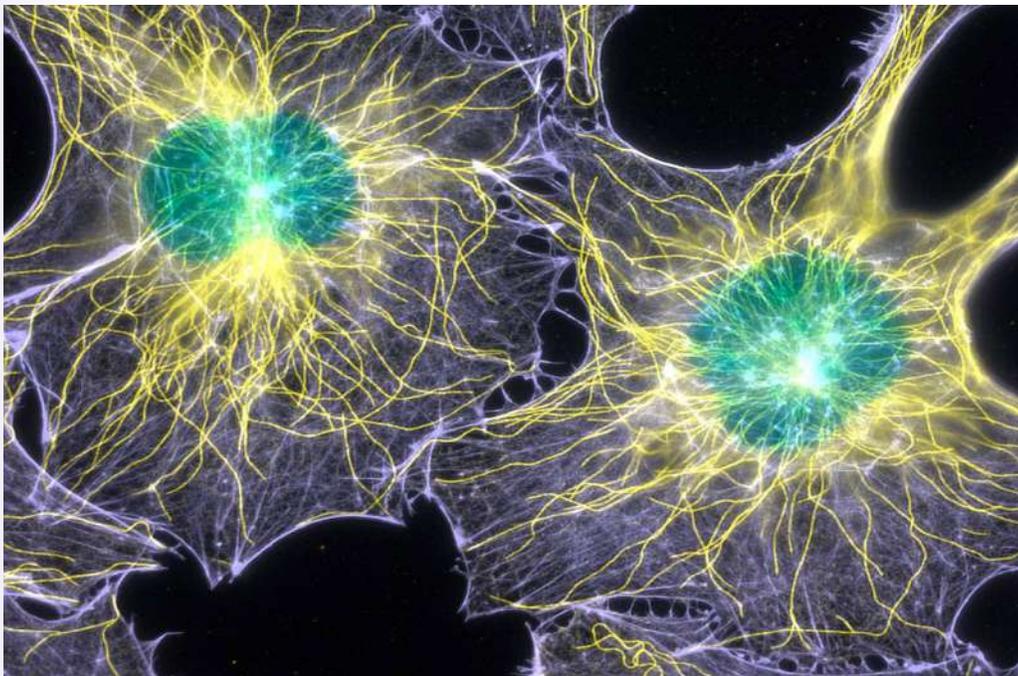
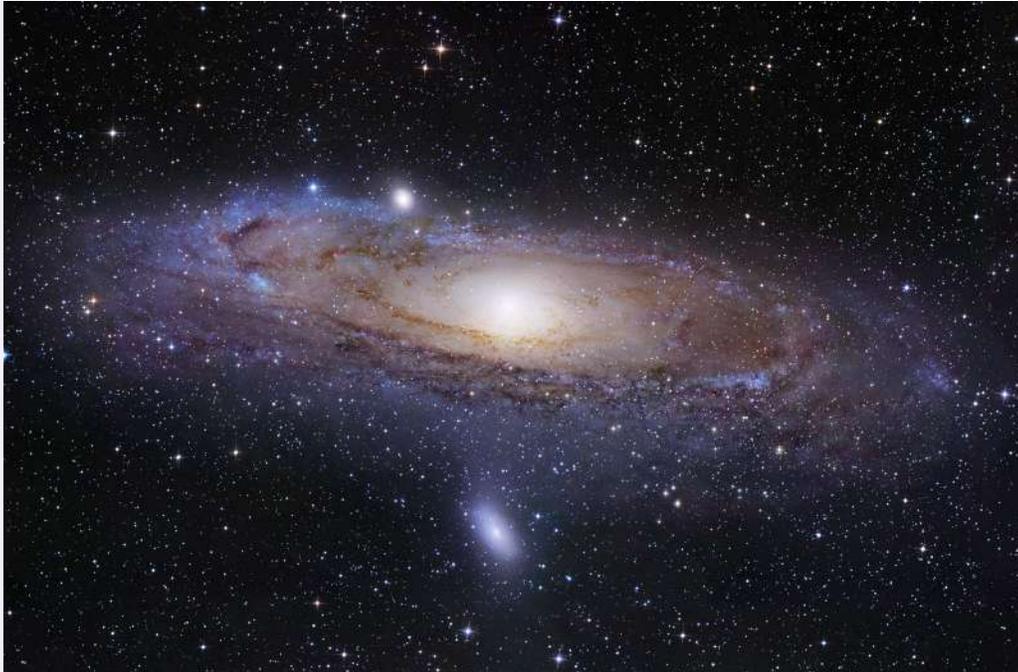
Y convenientemente, éste proyecto se genera en Chile, un país en el cual se están llevando a cabo importantes investigaciones gracias al cambio de escala en laboratorios naturales a lo largo del país.

Fotos página derecha

1. Recuperado de NASA, Photo of the Day Archive. Vía Láctea desde el espacio.

2. Recuperada de Nikon Small World. "Filamentous actin and microtubules (structural proteins) in mouse fibroblasts (cells)" by T. Wittmann

EXISTE UN UNIVERSO TANTO SOBRE COMO BAJO LA HUMANIDAD



“Hay más bacterias en nuestro intestino que estrellas en la Vía Láctea.”
Yong, 2017



1.2

A photograph of two men in a forest. The man on the left is wearing a black cap and a dark jacket, looking down at a tree trunk covered in bright green moss. The man on the right is wearing a black cap, a light blue and white striped shirt, and khaki pants, looking towards the camera. The background is filled with green foliage and trees.

CAMBIO DE ESCALA EN LABORATORIOS NATURALES DE CHILE

1.2 CAMBIO DE ESCALA EN LABORATORIOS NATURALES DE CHILE

La búsqueda por la comprensión de otras escalas expuesta anteriormente, la vemos reflejada en los laboratorios naturales de Chile. El Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (2015) define en el Informe 'Región Subantártica: impulsora de desarrollo e innovación' a un Laboratorio Natural como: "un espacio geográfico delimitado, que posee características únicas, difícilmente reproducibles o que se preservan prácticamente en su estado original, en los que es posible observar y probar hipótesis sobre procesos naturales de interés científico, ya sea por sí mismos o por los efectos que se manifiestan en él".

Dicho esto, se debe comprender que nuestro país cuenta con diversos laboratorios naturales a lo largo del país, Fundación Chile (2016) declara "Chile alberga en sus dos extremos sendos Laboratorios Naturales, únicos en el planeta, capaces de atraer científicos de las más distintas latitudes para desarrollar ciencia de clase mundial. En el extremo norte, el desierto de Atacama, sus mesetas y sus cielos, y en el extremo sur, ecosistemas únicos que conforman la reserva de la Biósfera en la Región Subantártica."

Caracterizado nuestro país por la longitud de su territorio, la cual permite y significa una "múltiple variedad de ecosistemas, microclimas y escenarios de distintas características, muchos de ellos únicos en el mundo, brindando la oportunidad al país de ser un proveedor de laboratorios naturales

para el desarrollo de importantes proyectos de ciencia y tecnología. Esta realidad se transforma en una ventaja comparativa que nos otorga competitividad en temas que son prioridad en las agendas de los países desarrollados." (EXPLORA CONICYT, 2013).

El estudio de los laboratorios naturales con los que cuenta Chile va desde la astronomía en el norte, donde se están llevando a cabo numerosas iniciativas entre nuestro país y distintas organizaciones y países, como el proyecto ALMA, con tecnologías de última generación y telescopios que buscan visualizar estrellas a millones e incluso billones de años luz de nuestro planeta.

Pero al mismo tiempo se encuentra un laboratorio natural menos conocido por los chilenos, en el que también se busca comprender una escala distinta a la humana, una escala casi microscópica, la comprensión de líquenes y plantas no-vasculares, especialmente en la ecorregión subantártica de Magallanes.

"En menos del 0.01% de la superficie terrestre del planeta se encuentra más del 5% de las especies de briofitas descritas a nivel mundial. Además, en la ecorregión subantártica de Magallanes los líquenes y hepáticas presentan la mayor diversidad de especies registradas en Chile. (...) Estos descubrimientos estimularon un 'cambio de lentes' para observar la biodiversidad en el extremo austral de América" (Rozzi, 2012).

Fue así como en el extremo sur del país se llevó a cabo una iniciativa buscando cambiar la escala de observación etnobotánica en campo a una casi microscópica, no solo para observar la biodiversidad sino para conservarla, a través de la invención del "ecoturismo con lupa" en el Parque etnobotánico Omora de la Reserva de Biosfera Cabo de Hornos. Lugar que la UNESCO designó en el 2005 como área protegida en base a la diversidad de musgos y hepáticas, hecho que constituyó una novedad a nivel mundial ya que nunca se había protegido un área por estos pequeños organismos que han sido poco valorados en la región y en la conservación internacional.

El "ecoturismo con lupa", se refiere a la iniciativa de conservación en la que al recorrer los senderos del Parque Etnobotánico Omora con lupas se llevan a cabo observaciones en campo de líquenes y de los "bosques en miniatura". Rozzi (2012) expresa que esta iniciativa contribuye a:

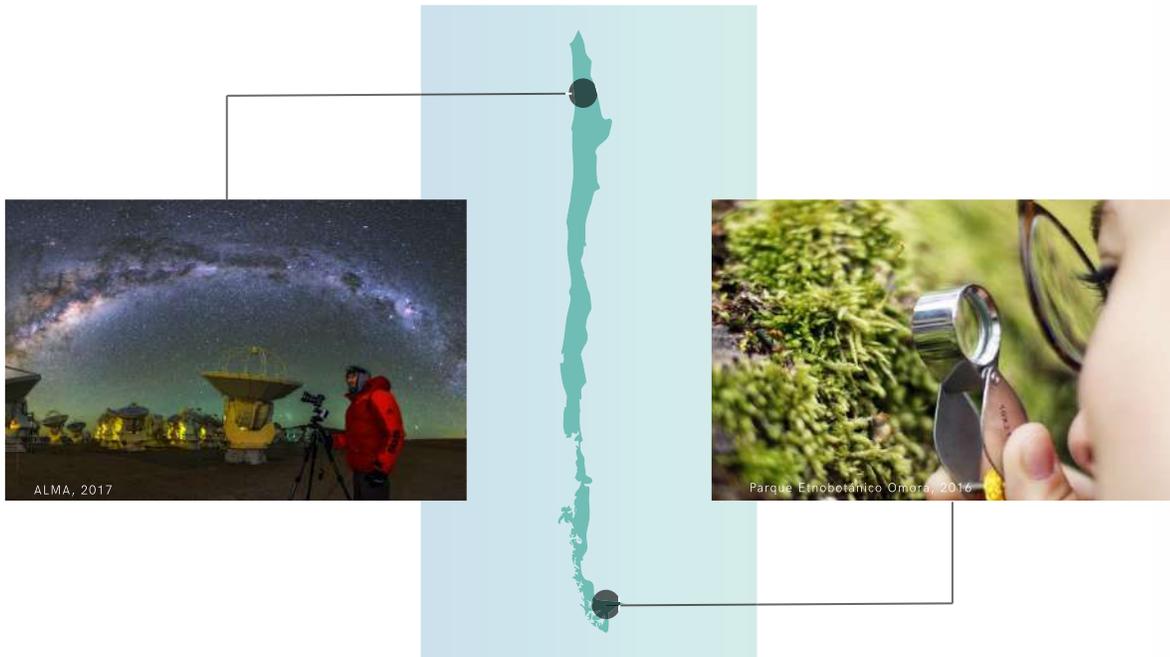
Descubrir la belleza, diversidad e importancia socio-ecológica de esta pequeña flora que regularmente pasa desapercibida para los ciudadanos, profesores y tomadores de decisiones. No solo amplifica la visión sobre los líquenes y otros organismos de los bosques en miniatura del Cabo de Hornos. También nos entrega una lupa que amplía nuestra imagen mental, perceptual y afectiva sobre la naturaleza y nuestra relación con ella (p.23).

Es así como la comprensión de organismos y ciencias a través del cambio de escala tanto espacial y temporal, plantea una oportunidad relevante para el entendimiento de fenómenos naturales (y organismos) no comprensibles desde la dimensión humana, como por ejemplo, la simbiosis.

"Para comprender la verdadera complejidad de la vida (...) uno debe comprender cómo los organismos se unen de formas nuevas y fascinantes. La ilusión de considerar el ser humano independiente de la naturaleza es un caso peligroso de ignorancia." (Margulis, 1992).

De igual forma para la comunicación y preservación de la biodiversidad, lo cual se vería potenciado y da paso a crear nuevas soluciones a través de la unión entre divulgación científica y diseño. Tomando en cuenta las dimensiones sociales y culturales para el país, así como la dimensión experimental y creativa que permiten hoy en día las tecnologías para crear, comunicar y explorar escalas distintas a la humana. Por otro lado, el poco y pobre conocimiento que se tiene en la población chilena sobre los líquenes y las plantas no vasculares, siendo que en nuestro territorio se encuentra entre el 5 y el 7% a nivel mundial, es preocupante y significa un problema, ya que el impacto de la falta del conocimiento de estos organismos influye en campos como conservación y protección de especies, ciencia y desarrollo tecnológico a nivel nacional e innovación.

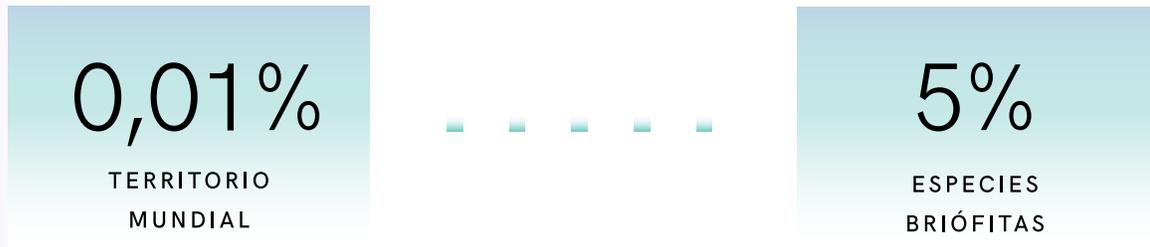
CHILE CUENTA CON INCREÍBLES LABORATORIOS NATURALES



Mientras que en el norte del país se encuentran los cielos más prístinos del mundo, explorándolos con potentes telescopios. En la zona Subantártica se encuentran los bosques más australes del planeta, con la mayor cantidad de diversidad de briófitas a nivel mundial.

Todo esto presenta la oportunidad de desarrollar materiales, dinámicas o experiencias de divulgación científica a través del diseño en pos de la conservación y educación de los líquenes en el país, utilizando el cambio de escala espacial y los recursos tecnológicos actuales para enseñar y comprender a estos organismos, ejemplos por excelencia del fenómeno "simbiosis", el cual encierra importantes conceptos como la cooperación entre especies y los grandes beneficios de la reciprocidad entre individuos; siendo la más importante fuerza de cambio en la evolución de nuestro planeta.

CON LA MAYOR CONCENTRACIÓN DE LÍQUENES, MUSGOS Y HEPÁTICAS A NIVEL MUNDIAL



Rozzi et al. 2016. En la ecorregión subantártica de Magallanes que representa menos del 0.01% de la superficie terrestre del planeta se encuentra más del 5% de las especies de briofitas descritas a nivel mundial.

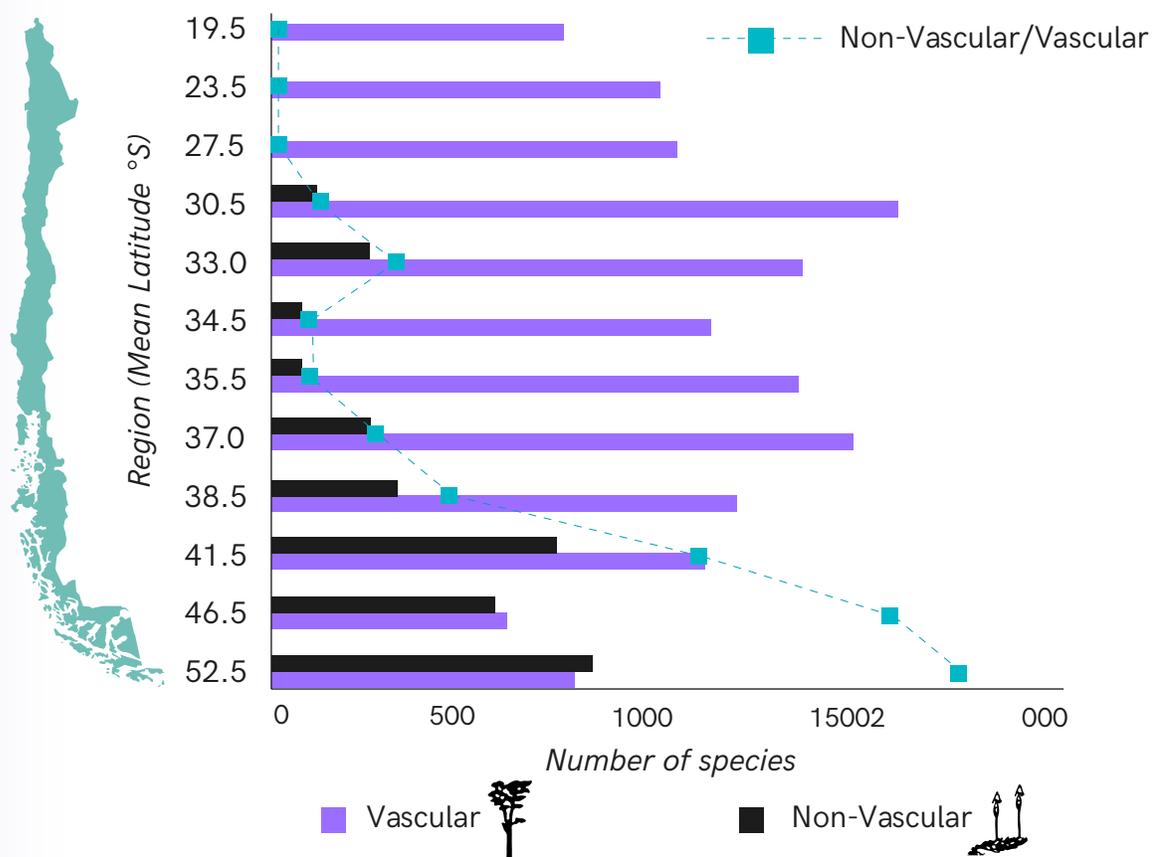


Figura Modificada de Rozzi et al. 2012, p.14.



1.3



SIMBIOSIS

1.3 SIMBIOSIS

La cooperación entre especies y generación de vida

“La simbiosis nos muestra los hilos que conectan toda la vida en la Tierra.” (Yong, 2017) La simbiosis se define como la interacción o cooperación entre especies que se asocian viviendo en contacto físico y relación mutua. Este fenómeno envuelve el misterio de la cooperación, y la interesante variable de beneficios inesperados y mutuos al fusionar especies distintas.

“Para este tipo de asociación se usó un nuevo término: «simbiosis», del griego *syn* y *biosis*, «vida en común». La palabra era en sí misma neutral, y aplicable a cualquier forma de coexistencia. Si un organismo vivía a expensas de otro, era un parásito o patógeno. Si se beneficiaba sin afectar a su anfitrión, era un comensal. Si beneficiaba a su anfitrión, era un mutualista. Todos estos tipos de coexistencia caían bajo el epígrafe de simbiosis” (Yong, 2017).

Pero este concepto surgió en un período desafortunado, en el cual dominaba el Darwinismo, asumiendo que sobrevive el más apto, dándole un carácter de competencia a la naturaleza en vez de cooperación. “Thomas Huxley, el bulldog de Darwin, había comparado el mundo animal con un «espectáculo de gladiadores». La simbiosis, que supone cooperación y reciprocidad, no encajaba bien en un marco de conflicto y competencia.” (Yong, 2017). Esto relegó la simbiosis a un segundo plano, siendo que se encuentra en todo nuestro

alrededor, desde fusiones entre bacterias que poseen beneficios mutuos, hasta otros organismos como hongos, plantas y animales. Incluso entre células con núcleo. Se podría decir que inclusive hoy en día, personas conocen mejor las teorías darwinianas que el fenómeno simbiótico. Pero biólogos retomaron el concepto de simbiosis haciendo investigaciones en torno a ella, llegando a concretar su trascendental importancia en la evolución de la vida. “Microbiólogos de fin del siglo XX observaron que muchos microbios vivían en animales, plantas y otros organismos visibles. Se comprobó que los líquenes son organismos compuestos que consistían en algas microscópicas que conviven con un hongo anfitrión, al que proporcionan nutrientes a cambio de agua y minerales. Resultó que las células de animales como anémonas marinas y platelmintos también contenían algas, mientras que las de las hormigas carpinteras alojaban bacterias vivas. Los hongos que crecen en las raíces de los árboles, durante mucho tiempo considerados parásitos, resultaron ser socios que proporcionaban nitrógeno a cambio de carbohidratos.” (Yong, 2017)

Hoy en día, Margulis plantea la simbiosis como el mayor agente evolutivo de nuestro planeta, “contrariamente a la visión neo-darwiniana de la evolución como un conflicto absoluto en el que sólo sobreviven los más fuertes, anima a la exploración de una alternativa esencial: una visión interactiva y simbiótica de la historia de la vida en

la Tierra. (...) Hemos demostrado que sería ilógico pasar por alto la importancia crucial de la asociación física entre organismos de diferentes especies, es decir, la simbiosis, como uno de los promotores más significativos en la producción de innovaciones evolutivas" (Margulis, 1995).

Actualmente se han acumulado más pruebas que confirman que la simbiosis, o sea la convivencia o unión de diferentes especies de organismos, ha sido crucial en la evolución de las diferentes formas de vida en la Tierra. Entre los ejemplos más fundamentales de simbiosis se encuentran los cloroplastos de todos los vegetales y las mitocondrias de todos los animales, que en ambos casos habían sido antes bacterias independientes. Así mismo, este fenómeno explica "saltos" evolutivos de magnitud ecológica trascendental. Se conocen muchas especies de peces y escarabajos que albergan relucientes bacterias simbióticas en zonas de su cuerpo las cuales brillan en la oscuridad, para adaptarse y sobrevivir en los distintos ambientes en los que habitan, por ejemplo, el oscuro fondo del mar.

Otro importante caso de investigación sobre simbiosis demuestra que la transición de las algas verdes a las plantas terrestres se hizo a partir de la unión de genomas (material genético) de un hongo con algún ancestro de alga verde. Los líquenes son productos de ésta simbiosis. Todos los líquenes son hongos viviendo en simbiosis con cianobacterias

u hongos en simbiosis con algas. "Ambos tipos de vida fotosintética y heterótrofa se entremezclan para formar un nuevo organismo con aspecto de planta que puede alcanzar gran longevidad: el líquen. La extraordinaria capacidad que presentan los líquenes para crecer en la superficie desnuda de las rocas depende de la simbiosis, de los dos componentes hongo y organismo fotosintético, que se combinan a la par para formar la entidad única que es el líquen." (Margulis, 1995)

Por lo que esta simbiosis le da la capacidad de colonizador ecológico al líquen. Y lo cual, ha llevado a plantear que la evolución de las plantas vasculares (hierbas, arbustos y todos los árboles) implicó la colaboración de especies muy distintas de diferentes reinos de la naturaleza, "la unión interactiva entre dos organismos distintos, hongos y algas verdes, explicaría no sólo la aparición de entidades menores en los recovecos de la evolución, sino la evolución trascendental del reino vegetal, al que pertenecen los mismos árboles" (Margulis, 1995).

La simbiosis se considera así como un mecanismo evolutivo, el cual supone cambios en los organismos más imponentes que la mutación: una unión simbiótica que llega a ser permanente. Al crearse organismos que no son simplemente la suma de sus partes componentes, sino algo más, como la suma de todas las combinaciones posibles de cada una de sus partes, estas alianzas conducen a los seres en evolución hasta es-

feras inexploradas. "La simbiosis, la unión de distintos organismos para formar nuevos colectivos, ha resultado ser la más importante fuerza de cambio sobre la Tierra" (Margulis, 1995). Dicho todo esto, se refleja la fundamental relevancia de la simbiosis y lo necesario que resulta enseñar sobre ella, desde la biología hasta ámbitos como la filosofía, poniendo en relevancia la cooperación como algo orgánico y bueno.

"No resulta extraño que los estudios recientes acerca de la simbiosis hayan suscitado especial interés y atención. Estos estudios destacan la belleza de la biología. Somos criaturas sociales y tratamos de comprender nuestras conexiones con otras entidades vivientes. Las simbiosis son ejemplos fundamentales de lo que se logra con la colaboración y de los grandes beneficios de las relaciones íntimas" (Relman, citado en Yong, 2017).

Siendo la simbiosis tan importante, la podemos encontrar presente en todo nuestro planeta, incluso dentro de nosotros. Hasta se podría llegar a decir que la Tierra en sí, es un gran simbiote. El concepto de «Gaia», un viejo nombre griego para la Madre Tierra, postula la idea de que la Tierra está viva. La hipótesis Gaia, propuesta por el químico inglés James E. Lovelock, mantiene que determinados aspectos de los gases atmosféricos y de la superficie de las rocas y del agua están regulados por el crecimiento, la muerte, el metabolismo y otras

actividades de los organismos vivos. "Greg Hinkle bromea: «Gaia es simplemente la simbiosis vista desde el espacio»; todos los organismos se tocan, puesto que están bañados por el mismo aire y la misma agua que fluye." (Margulis, 1998, p.10).

Pero dentro de todo este simbiote, entre los miles de simbiotes que podemos encontrar, un ejemplo de fácil reconocimiento y un exponente importante de la simbiosis, son los líquenes mencionados anteriormente. Y tal como se ha expuesto, Chile es considerado la "meca" de los líquenes por la cantidad y diversidad que se encuentra en nuestro país, especialmente en el extremo sur. Esta conexión entre la importancia de la simbiosis y la existencia de un simbiote en cantidad importante del país, da la oportunidad para enseñar sobre ambos conceptos "simbiosis" y "líquenes" en Chile.

LA SIMBIOSIS REPRESENTA LA COOPERACIÓN ENTRE ESPECIES Y UNO DE LOS PROMOTORES MÁS SIGNIFICATIVOS EN LA PRODUCCIÓN DE INNOVACIONES EVOLUTIVAS (MARGULIS, 1995)

SE ENCUENTRA EN TODO EL ENTORNO NATURAL, A DISTINTAS ESCALAS



1. El pequeño calamar hawaiano *Euprymna scolopes*, contiene en su interior bacterias bioluminiscentes que viven en simbiosis con el organismo. Permitiéndole sobrevivir al ocultarlo de los depredadores, difuminando su silueta con el resplandor emitido. (Yong, 2017)
Recuperada de Microbiology Bolts UK.

2. Existe simbiosis entre corales y algas a lo largo de todo el océano, cooperando en el mundo marino
Recuperada de For the Reef.

3. La transición de las algas verdes a las plantas terrestres se hizo a partir de la unión de genomas (material genético) de un hongo con algún ancestro de alga verde. Los líquenes son productos de ésta simbiosis. (Margulis, 1995)
Recuperada de Antonia Pérez.



1.4



LÍQUENES

1.4 LÍQUENES

Importantes simbioses colonizadores de ecosistemas

En pos del completo entendimiento de este proyecto, se debe definir primeramente en términos botánicos qué es un líquen, cuál es su relevancia etnobotánica, su rol en el ecosistema y por qué es importante generar conciencia sobre ellos y preservarlos.

En primer lugar, se debe entender que el término "Bosque en Miniatura" es una metáfora creada por el biólogo y filósofo Ricardo Rozzi junto a alumnos de la escuela de Puerto Williams, para denominar bajo esta perspectiva a líquenes, musgos, hepáticas, insectos y otros organismos como cohabitantes y no meros "recursos naturales" bajo las actividades del ecoturismo con lupa (Rozzi, 2012). La vegetación de estos bosques en miniatura está formada por dos tipos de flora principalmente, plantas no vasculares y líquenes. Las plantas no vasculares incluyen tres tipos, antocerotes, hepáticas y musgos. Ellas no poseen vasos conductores del agua y savia, son pequeñas, su follaje es verde, y son conocidas al mismo tiempo como briófitas. (Rozzi, et al. 2002).

Por otro lado, los líquenes en cambio poseen variados colores y no corresponden a verdaderas plantas, si no que constituyen un grupo especial de organismos. Creados a través de una 'simbiosis' (interacción entre organismos de especies distintas que viven en relación mutua y contacto físico) entre un hongo y un alga o cianobacteria (Margulis, 1999). Y hace tan solo algunos años y después de siglos pasando desapercibido

por los científicos, se descubrió en varias especies un tercer componente, una levadura. Este reciente descubrimiento pone en relevancia lo mucho que queda por investigar y estudiar a estos organismos que existen desde milenios en el planeta.

Surgiendo hoy en día investigaciones que demuestran su potencial en áreas como la medicina, con investigaciones sobre la posibilidad de que moléculas en líquenes ayuden a combatir el Alzheimer (Ciencias U. de Chile, 2018), hasta investigaciones en las que se demuestra la posibilidad de que sean capaces de sobrevivir en marte (De la Torre Noetzel, R. 2016). Lo último se debe a su gran resistencia para sobrevivir en ambientes inhóspitos, jugando un rol clave en el medio ambiente mundial, siendo considerados "pioneros ecosistémicos' debido a su capacidad para colonizar rocas desnudas y formar suelo fértil a partir de ellas" (Rozzi, et al. 2012).

Esta aptitud es esencial para la naturaleza y para regiones glaciares, como Cabo de Hornos, y podría significar el inicio y la formación de vida vegetal en distintas áreas del planeta. Ya que, los líquenes actúan, además de como 'pioneros ecosistémicos', también como fertilizadores naturales de los suelos, al contener cianobacterias capaces de fijar nitrógeno atmosférico.

Ambos procesos permiten la sucesión ecológica, la cual comienza con la colonización de las rocas por líquenes crustosos

“Que facilitan la llegada de líquenes fruticosos y pastos, que a su vez forman el sustrato necesario para que puedan establecerse arbustos y árboles. De esta manera, los pequeños líquenes son esenciales para que puedan crecer los grandes árboles y la flora vascular en general” (Rozzi, 2012), generando los ecosistemas que sustentan la vida.

Por otro lado, además de este rol tan importante, los líquenes absorben contaminantes, lo que para los humanos “esta capacidad hace a los líquenes organismos ideales para monitorear la exposición a contaminantes en el largo plazo, como metales pesados y radionucleótidos” (Goffinet, 2012).

Se vio reflejado luego del desastre nuclear de Chernobyl, cuando midieron en toda Europa del Oeste los niveles de yoduro en líquenes para monitorear la pérdida de radiactividad. Hasta las cantidades más mínimas de contaminantes quedan en el líquen y si la contaminación persiste, el hongo y alga mueren prematuramente. Es por esto que generalmente en las ciudades, los líquenes han muerto y desaparecido. Por el contrario, una flora líquénica abundante y diversa revela que un bosque es saludable y goza de condiciones ambientales estables.

Es por esto que la abundancia de líquenes en el extremo sur de Chile revela la buena condición ambiental que existe y la prístina calidad del aire, lo cual es cada vez más escaso a nivel mundial. Así mismo, respecto a

otro valor de estos organismos, en la ecorregión subantártica los líquenes, musgos y hepáticas desempeñan:

Un papel muy importante en la regulación de los flujos y la calidad del agua. Por lo tanto, poseen un valor instrumental y económico para la sociedad al constituir un ‘instrumento’ esencial para mantener un servicio ecosistémico. Respecto al valor intrínseco, estas pequeñas plantas, al igual que los seres humanos, están formadas por células, órganos reproductivos y de nutrición, y son bellas. Esta comprensión nos exige que no sólo las usemos, sino que también las cuidemos y respetemos en cuanto seres vivos que poseen un valor en sí mismos (Rozzi, 2012, p. 19-20).

Son todas estas capacidades las que demuestran el importante rol que tienen los líquenes en el ecosistema no tan solo en Chile sino que, en el medio ambiente mundial, lo cual al unirlo con su fragilidad, nos demuestran lo imperativo que es preservarlos.

Su ‘fragilidad’ se refiere a que aunque pueden vivir por muchos años (algunos incluso miles) crecen muy lentamente, los líquenes de la Antártica por ejemplo, crecen entre 1 milímetro y 1 centímetro cada 100 años. El biólogo Roy Mackenzie (comunicación personal, octubre 2018) expresa: “Un parche de musgo o de líquen pequeño de menos de 10 centímetros puede tener 100 años y uno

lo pisa como si nada. Al comprender esto, uno piensa dos veces antes de caminar sobre ellos y la segunda vez que los ves los rodeas en vez de pisarlos, pero la gente no tiene conocimiento de esto”.

Si ahora agregamos el hecho de que en Chile contamos con más del 5% de todas las plantas briofitas del mundo (Rozzi, et al. 2012), y que en el hemisferio Norte y especialmente en Europa han desaparecido o se han hecho muy raras (debido a su sensibilidad a la contaminación atmosférica y a la perturbación de bosques), se manifiesta la urgencia de darlos a conocer a la población chilena. Queda aún mucho por estudiar sobre estos seres, por lo que si se genera un interés en ellos podría conllevar un aumento en descubrimientos sobre su potencial.

Así como también quedan muchas especies de líquenes por descubrir aún, Etayo (2012) expresa: “nuestro último libro centrado en la Isla Navarino, comprende 189 especies de hongos liquenícolas, entre ellas, 60 especies (32%) son nuevas para la ciencia, incluyendo seis nuevos géneros”.

Este mundo “frágil y microscópico que aún resulta invisible para el 99% de la población mundial” (Rozzi, 2013) se debe dar a conocer y conservar prístino, lo cual significa un desafío que el diseño puede abarcar para encontrar formas diferentes de comunicar, divulgar y valorar la etnobotánica.

La Bióloga y Directora de Comunicaciones del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), Nérida Pohl (comunicación personal, 20 de noviembre 2018), declara:

“Creo que es muy relevante y acertado comunicar sobre los líquenes en Chile. Primero por su importancia en el ecosistema como colonizadores y como indicadores de contaminación atmosférica, pero también desde un punto de vista casi patriótico, por la diversidad en el país. Creo también que para los niños, o en verdad para las personas en general, pueden ser muy atractivos visualmente, tienen un aspecto casi alienígena si se los mira de cerca, lo que puede sorprender y generar una conexión con las personas desde lo visual.”

Al dejar en claro su relevancia, se crea la interrogante cómo comunicar sobre estos organismos en pos de su conservación y para dar a conocer su importancia ecosistémica.

IMPORTANCIA DE LOS LÍQUENES PARA EL ECOSISTEMA

PIONEROS ECOSISTÉMICOS
Y FERTILIZADORES

INDICADORES DE SALUD
DEL ECOSISTEMA

COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA
POR SIMBIOSIS

SEGÚN SU MORFOLOGÍA EXISTEN 3 GRANDES TIPOS



1. Crustosos. Crecen en su totalidad pegados como costras al sustrato, firmemente adheridas. Se ven especialmente en rocas. Foto de Antonia Pérez Wagner.
2. Foliosos. Crecen en forma de hojas lobuladas ligadas al sustrato por una o más estructuras en forma de raíz. Foto elaboración propia.
3. Fruticosos. Tienen una estructura erecta, que puede estar densamente ramificada. Foto de Crown In Shield Photography.



1.5

A young girl with long braided hair is speaking into a black microphone. She is outdoors, with a blurred background of green trees. In the foreground, the top of another person's head with a red floral headband is visible, and to the right, a hand is holding a clipboard with a silver paperclip. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

URGENCIA DE GENERAR CONCIENCIA AMBIENTAL EN LAS NUEVAS GENERACIONES

1.5 URGENCIA DE GENERAR CONCIENCIA AMBIENTAL EN LAS NUEVAS GENERACIONES

El año 2016, CONICYT llevó a cabo una encuesta sobre la percepción de la ciencia en Chile. Entre los resultados de la encuesta, uno de los más importantes fue el nivel de interés que las personas declaran tener sobre ciencia y tecnología. "La ciencia resulta interesante para el 58,1% de la población de 15 años y más residente en Chile, en tanto que un 68,4% encuentra interesante a la tecnología, posicionándola en el segundo lugar con mayor nivel de interés (en primer lugar se destacó deporte con un 68,8%)". (CONICYT, 2016). Aunque el nivel de interés parece positivo, la situación cambia cuando se les pregunta de su nivel de información de los mismos temas: entre la población que se siente poco o nada informada, "la ciencia ocupa el primer lugar con un 76,9%, mientras que un 65,2% siente lo mismo respecto a la tecnología." (CONICYT, 2016)

Se genera aquí una disyuntiva, entre el interés por las personas y el nivel de información que reciben, buscan, y/o encuentran en el país. Mario Hamuy (2016), astrónomo y presidente del Consejo CONICYT, expresó sobre los resultados:

"Nos instan y obligan a redoblar los esfuerzos para avanzar tanto en la valoración de la ciencia, como en las políticas públicas que debemos desarrollar como país. Asimismo, nos revelan la imperiosa necesidad de robustecer y mejorar la educación en temáticas científicas, para motivar el cariño de niñas, niños y jóve-

nes por la ciencia, para que se interesen por conocer, entender y saber más sobre su entorno. A través de esto no necesariamente tendremos más científicos en el país, pero sí ciudadanos más curiosos, creativos y con pensamiento crítico, capaces de hacerse preguntas y obtener respuestas a través de la indagación."

Al mismo tiempo, la naturaleza está disminuyendo a niveles sin precedentes en la historia de la humanidad, y un millón de especies de animales y plantas se extinguirían en las próximas décadas. Son las devastadoras conclusiones del histórico informe del panel intergubernamental IPBES, de la ONU, compuesto por casi 400 científicos y cuyo resumen fue aprobado en París, el 6 de mayo del 2019. Aníbal Pauchard, científico del IEB Chile (Instituto de Ecología y Biodiversidad) y uno de los chilenos que colaboró con el organismo, asegura: "Usualmente se tiende a pensar que uno conserva la naturaleza porque es bonita o porque es algo altruista, pero lo que aquí se quiere demostrar es que si no lo hacemos, está en peligro nuestra propia existencia" (IEB, 2019).

Una variante clave para poder frenar (y ojalá invertir) la increíblemente veloz y desenfrenada disminución de las especies en el mundo es crear conciencia y educar a las próximas generaciones sobre la importancia e inminente urgencia de cuidar a las especies del planeta, así como de poner al medio ambiente como primera prioridad en

la toma de decisiones. Crear una conciencia ecológica en las nuevas generaciones para que en un futuro tomen decisiones que no perjudiquen al ecosistema y protejan al medio ambiente. Para lograr esto son claves la Divulgación Científica, la Valorización de la ciencia y las iniciativas EPO, Educational Public Outreach. La divulgación científica en nuestro país es un desafío. Uno que el diseño puede llevar a cabo de maneras muy interesantes, entregando nuevas soluciones al acercar la ciencia a las personas. "Vivimos en una era de progreso científico sin precedentes. El creciente impacto de la tecnología ha traído la ciencia cada vez más a nuestras vidas diarias." (Lindberg, 2007).

Si se vincula el diseño a la divulgación científica, donde los científicos entregan información a los diseñadores, quienes tienen la capacidad de comunicar de forma audaz lo complejo al entendimiento de la sociedad, contribuyendo a una liberación o democratización de la información, generando una puerta de entrada para quienes no han tenido acceso a ella. Esto se debe lograr desde la empatía, entregar conocimiento a través de lo que le emociona o hace sentido a las personas. Pérez (2017) afirma:

"Para transformar el país es necesario el desarrollo del conocimiento, pues aporta al pensamiento crítico y creativo, la ética de la responsabilidad, la transparencia y el conocimiento contrastable, entre otros valores de las prácticas

científicas. Estos al propagarse a escalas regionales y nacionales contribuyen a la posibilidad de crear un país más transparente, solidario, con justicia social y sustentable con el medio ambiente".

Por otro lado la valorización del conocimiento científico supone un entendimiento, un interés por la labor del científico, y si la ciencia logra ser valorada por el público general, su importancia aumenta, junto con el presupuesto dado para nuevas investigaciones (Arias, 2018). Mientras que EPO se refiere a "Education and Public Outreach (EPO or E/PO) or simply public outreach, is an umbrella term for a variety of activities by research institutes, universities, and institutions such as science museums, aimed at promoting public awareness (and understanding) of science and making informal contributions to science education." (Planetary Science Institute, 2019).

Todas estas iniciativas tienen el fin común de acercar la ciencia y el conocimiento a las personas, generar un puente entre el mundo científico y el público. Para lograrlo se debe llevar a cabo a través de la educación y la información, y la etapa más fructífera para entregar estos conocimientos es en la niñez.

"Cuando veo a los niños, siempre andan curiosos del entorno que los rodea, subiendo árboles, escalando rocas, explorando el mundo en general. Pienso que en cierta forma los niños de mane-

ra innata están interesados en la ciencia, pero que cuando crecen se pierde. Como adultos no debemos interferir en el interés de los niños por la ciencia." (DeGrasse citado en Arias, 2018).

Así mismo, el acercar la ciencia a jóvenes lleva a entregar el conocimiento de que la raza humana está ligada y depende de seres tanto a una escala mayor como menor al ser humano. La supervivencia de todas las especies, depende en gran parte de la visión de cooperación y protección por parte de la raza humana. Este importante cambio de visión en la cual se debe considerar al humano como un ser ligado y dependiente de otras especies se puede lograr a través de la educación. Un exitoso caso de divulgación científica que logra generar este cambio de perspectiva enseñando sobre la importancia de seres a una escala distinta a la humana, es el museo holandés llamado Micropia, que valoriza a los microbios. Yong apunta que en Micropia, el primer museo del mundo dedicado por entero a los microbios ubicado en Holanda:

"Hay una hilera de líquenes, los organismos compuestos que advirtieron a los científicos del siglo XIX de la importancia de la simbiosis. (...) Micropia representa unos 350 años de creciente conocimiento y cambio de actitud hacia los microbios. Aquí, los microbios no son personajes de una oscura lista ni siniestros malhechores. Aquí son se-

res fascinantes, hermosos y dignos de atención. Aquí son las estrellas." (Yong, 2017, p.59-60).

Sobre los esfuerzos para avanzar en la valoración de la ciencia es fundamental estrechar lazos con los profesores, dentro y fuera del aula. Es imperativo que estos esfuerzos se encuentren dentro del aula escolar y no solo como actividades extra-programáticas. Hamuy (2016) declara sobre el programa Explora: "se ha enfocado desde sus comienzos hace 20 años en llevar la ciencia a la comunidad a través de actividades reconocidas como de educación no formal. A pesar que sin duda los logros han sido meritorios, nos damos cuenta que en cierta forma nos hemos ido quedando en el patio de lo extra programático."

Con todo lo expuesto, se demuestra que el diseño unido a iniciativas de divulgación científica puede generar importantes cambios de perspectiva y de interés a la ciencia, generando en consecuencia una conciencia ambiental en las nuevas generaciones de niños por la conexión con el ambiente y sus componentes. Pero estos esfuerzos, deben estar ligados al aula escolar para generar un mayor impacto, lo que nos lleva a plantear esta vinculación, y cómo lograrla.

ENCUESTA PERCEPCIÓN DE LA CIENCIA CONICYT, 2016

¿DIRÍA USTED QUE EL NIVEL DE LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA QUE HA RECIBIDO ES...?. -TOTALES

(% de respuestas)

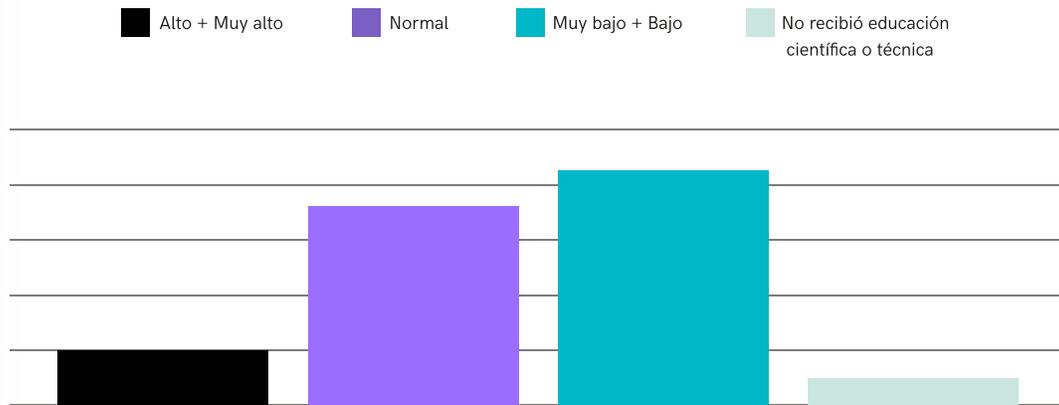


Figura modificada de Infante, 2017. Gráfico extraído de: CONICYT, 2016

Más del 50% de los encuestados reconoce que el nivel de educación científica y técnica que ha recibido es muy bajo.

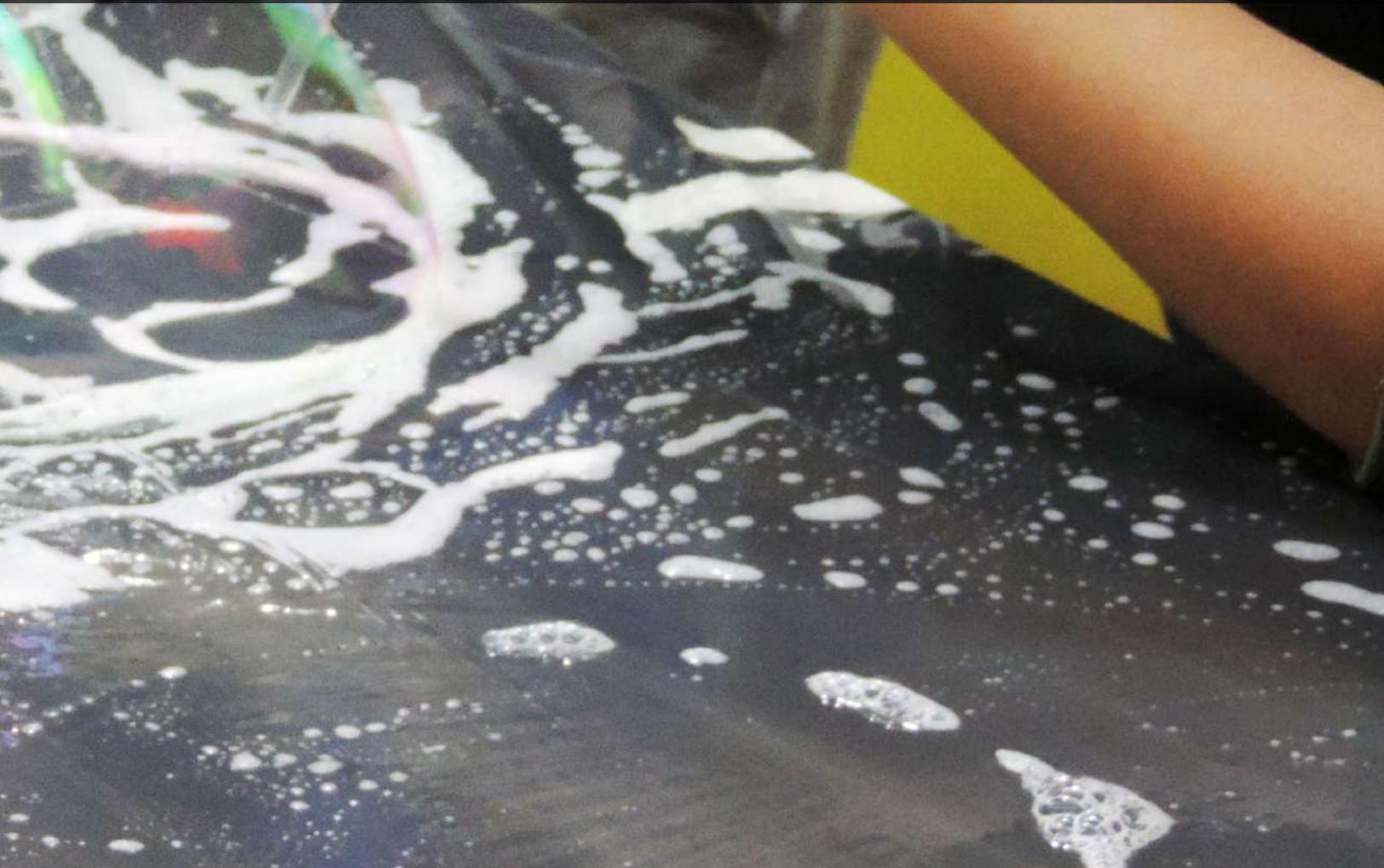


Foto del museo holandés Microbia, dedicado a las bacterias. Recuperada de The New Yorker, 2015.





ARTICULACIÓN CON EL AULA Y ESTRUCTURA DEL APRENDIZAJE



1.6.1 ARTICULACIÓN CON EL AULA Y LA MALLA CURRICULAR

Siendo la niñez, según el divulgador científico Neil deGrasse, el momento más pertinente para crear conciencia ambiental y entregar conocimientos a través de la divulgación científica, contextualizar el proyecto en el ámbito escolar es pertinente para generar un impacto. Pero actualmente se vive una problemática en los colegios del país, la cual es que, todo conocimiento que no se encuentra en el currículum, no se enseña.

Lamentablemente los conceptos expuestos en esta investigación hasta ahora, no están presentes hoy en día en el currículum escolar. La simbiosis no se encuentra en el currículum escolar como fenómeno en sí, sino como una de las interacciones que se puede encontrar entre especies en el ecosistema, sin ahondar en la capacidad de generar nuevas especies a través de esta cooperación, ni en su rol evolutivo. Mientras que el líquen como especie simbiote, la diversidad de líquenes (así como su variedad en el país, clasificación y rol ecosistémico) derechamente no se encuentran dentro del currículum escolar.

Por otro lado, existe la problemática hoy en día de que los fenómenos de micro y macro escala se deben ajustar a los formatos disponibles en las salas de clases. Esto lleva a que no se comprendan magnitudes, tanto temporales, como de tamaños o distancias. Lo cual es preocupante y significa una oportunidad para buscar nuevas formas de enseñar que sí representen de forma verídica

escalas y permitan su adecuada comprensión. Por ejemplo, las maquetas de sistemas solares en base a planetas de poliestireno expandido (mejor conocido como plumavit en Chile) que crean los niños en los colegios están completamente erróneas en las representaciones de escalas. Uno de los errores es que entre la Tierra y la luna que siempre son representadas muy cercanas una al lado de la otra, en verdad existen 384,440km de distancia. El diámetro de Júpiter es de tan solo 139.822km. Por lo que cabrían 2 Júpiter y medio entre la Tierra y la luna.

El no comprender escalas, o el no enseñar fenómenos que ocurren a escalas distintas a la humana, lleva a una grave ignorancia sobre el universo y cómo funciona la vida.

"Al no poder observar a simple vista el microcosmos tendemos a menospreciar su importancia. Sin embargo, de los tres mil millones y medio de años que la vida lleva existiendo sobre la Tierra, la completa historia de la humanidad, desde la vida de las cavernas hasta el moderno apartamento de nuestros días, representa bastante menos del uno por ciento de todo este tiempo. La vida en la Tierra no sólo se originó en un primer momento de su historia como planeta, sino que durante los primeros dos mil millones de años sus únicos habitantes fueron exclusivamente microorganismos bacterianos." (Margulis, 1995, p.49).

Sabrina Seltzer, a cargo de la Transferencia Tecnológica del EduLab UC y siendo especialista en innovación educativa, comenta:

“Estamos en un proceso de modificación de currículum que se está centrando en habilidades más que en contenidos. Por lo tanto es relevante las habilidades que se quiere desarrollar en niños y niñas. En ese contexto lo más importante que se debe hacer es revisar el currículum. Para crear el 'match' entre las habilidades que quieren desarrollar y las que se encuentran en el currículum que se esperan que se desarrollen para cada curso. Entonces el mayor valor o la innovación del proyecto, va a estar en cómo se trabaja el tema, qué habilidades se trabajan, cuál es la metodología de trabajo y cuáles son los resultados esperados.” (comunicación personal, 2018).

Desde esta premisa se da a entender que es posible y válido enseñar contenidos que no están en el currículum escolar hoy en día a través de la vinculación a habilidades que se quieren desarrollar en los niños, y que se encuentren presentes en el currículum. Por otro lado, Nélida Pohl, bióloga y Directora de Comunicaciones del Instituto de Ecología y Biodiversidad (IEB), sobre las experiencias e iniciativas educativas en Chile declara:

“El contenido está en internet hoy, lo que se necesita es una manera de facilitar la experiencia, la vivencia, la emoción y que

entre por ahí el conocimiento. Porque si no cautiva o si no genera algún interés visual, no va a interesar, no tiene por qué interesarle a quién está dirigido. El desafío hoy es educar o informar pero a través de formatos que a la gente le lleguen, le llamen la atención, le generen interés.” (comunicación personal, 2018).

Y es aquí donde se encuentran interacciones críticas y se genera una oportunidad de diseño. La cual trata de resolver la falta de contenidos en el currículum escolar, lo limitante que significan los recursos existentes en las salas de clases actualmente para comprender y enseñar sobre micro y macro escalas diferentes a la humana, y por último, el desafío de entregar conocimiento de una manera cautivante e interesante para los alumnos de Chile en el día de hoy. Esta oportunidad de diseño debe encontrarse accediendo a los colegios y buscando dialogar con la malla curricular a través de la enseñanza de habilidades, fenómenos ecosistémicos y biológicos importantes que hoy no se están enseñando.

1.6.2 MODELOS Y ESTRUCTURA DEL APRENDIZAJE

Si bien enseñar ciencia significa un desafío, a lo largo de los años se han diseñado nuevas metodologías que buscan facilitar el proceso de aprendizaje de materias científicas.

Algunas de ellas son Edutainment, STEM y STEAM, las cuales "han acercado el mundo educativo un paso más adelante en el camino de enseñar fenómenos científicos a niños, por medio de la interacción y la actividad empírica. Cada una de ellas aplica procesos, estrategias y usos de materiales diferentes que han logrado aportar en el desarrollo educativo para la enseñanza de materias como matemáticas, ciencia y tecnología." (Infante, 2017)

Si a estas nuevas metodologías se les une las notables posibilidades que crean las nuevas tecnologías para innovar en las formas de educar, se encuentran nuevos caminos para el aprendizaje, en los cuales el diseño juega un rol importante para acercar la ciencia de manera entendible e interesante.

Por ejemplo, Torres (2011) afirma sobre la Realidad Aumentada: "La capacidad de insertar objetos virtuales en el espacio real y el desarrollo de interfaces de gran sencillez, la han convertido en una herramienta muy útil para presentar determinados contenidos bajo las premisas de entretenimiento y educación, en lo que se conoce como "Edutainment"." El concepto de "Edutainment" proveniente de las palabras en inglés education y entertainment, y comprende a

videojuegos, programas de computador o televisión que se utilizan como medio para enseñar (Infante, 2017).

La tecnología se utiliza con el propósito educacional. Puede ser de forma participativa e interactiva como en un videojuego, o bien puede ser no-interactiva, con la persona como espectadora, por ejemplo como un documental. Este concepto trae una nueva arista en la que se genera un aprendizaje de manera colateral por entretenimiento o por maravillar y generar asombro.

"La tecnología ha pasado a ser una herramienta para facilitar el aprendizaje, especialmente para los alumnos de la etapa de enseñanza básica. Esta forma de educación estimula el interés por aprender, y hace que esta experiencia sea más lúdica y memorable" (Xavier López Ancona, Fundador de Kidzania).

Por otro lado, el método STEM "is designed to revolutionize the teaching of subject areas such as mathematics and science by incorporating technology and engineering into regular curriculum by creating a "meta-discipline."" (Fioriello, 2016). Integrandó ingeniería y tecnología al currículum escolar y buscando transformar la modalidad de las salas de clases que actualmente sitúan al profesor como actor principal en una jerarquía donde los estudiantes son más espectadores que participantes.

El cambio busca estimular la investigación, exploración y la resolución de problemas como eje principal en torno al estudiante. Estas cuatro disciplinas, ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, se trabajan juntas y de manera complementaria, no como materias por separado. Así mismo, STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas) "es una metodología similar a STEM, que de hecho nace de ella, pero que incluye el arte como herramienta para desarrollar las distintas áreas de la ciencia y la tecnología. Al involucrar el arte, el aprendizaje pasa a ser un proceso más dinámico, creativo y desafiante para el estudiante, desarrollando técnicas de innovación y desempeño en las distintas áreas de trabajo." (STEM to STEAM, citado en Infante, 2017).

Desde otro ángulo, encontramos el conocimiento corporeizado y dentro de él, IBL (Inquiry Based Learning). "IBL allows students to not only cover, but engage with the material in a more stimulating way." (Academy of Inquiry Based Learning, 2015). IBL es una forma de aprendizaje activo para la enseñanza de las matemáticas, en la que a los estudiantes se les pide que las resuelvan y le den sentido, trabajando individualmente o en grupos. Involucrando al alumno a un pensamiento crítico.

Mientras que el conocimiento corporeizado, conocido en inglés como 'Embodied knowledge' "is a type of knowledge where the body knows how to act (e.g. how to

ride a bicycle). The body, not the mind, is the knowing subject. Procedures for performance are embodied such that the body knows how to act in a given situation. Is not confined only to motor skills, but is concerned with the variety of human experiences, all of which share the property of doing without representing" (Tanaka, 2011).

Tomando en cuenta que el conocimiento corporeizado plantea que la experiencia es el cuerpo en su proceso de conocimiento interactivo, y que tanto Edutainment, como IBL, o STEAM, buscan formas nuevas de enseñar interactivamente las ciencias; se hace podría decir que hoy las tecnologías cada vez más ligadas a las nuevas generaciones, forman parte del conocimiento corporeizado de los niños, entregando oportunidades para innovar en el ámbito educativo. Claudia Becerra, ex-coordinadora de LabMóvil de Ecoscience y quien trabajó por más de 10 años en el MIM, comenta:

"Los niños de hoy a diferencia de las generaciones pasadas, se relacionan naturalmente con las tecnologías. Por lo que las nuevas tecnologías como la realidad virtual son muy potentes para entregar conocimientos. Un elemento atractivo visualmente que conlleva una información que está correcta científicamente, tiene un impacto enorme para educar. Son una generación que creció mirando las pantallas" (comunicación personal, 15 noviembre 2018).

Esto pone en evidencia que las tecnologías aunque todavía emergentes comparadas con su potencial educativo, ofrecen hoy en día oportunidades que antes eran impensables en el ámbito educacional. Por último, arista muy importante de entender para esta investigación es la estructura del aprendizaje. Para comprender la estructura del aprendizaje, ésta es dividida en distintas etapas. La primera es la experiencia, la cual es base para la observación.

Se basa en instancias en las que el individuo interactúa con el entorno y asimila la información. La segunda es la observación reflexiva, en la cual el individuo comienza a traducir la información y comienza a formar un plano general de lo que vio. La tercera es la hipótesis abstracta, que es cuando la persona empieza a establecer conexiones entre los estímulos que recibe y genera una propia idea de ello. Por último, está la experimentación activa, que es cuando la persona desarrolla la capacidad de aplicar lo aprendido en nuevas situaciones. (Infante, 2017)

Si se crean enlaces entre la estructura del aprendizaje con las tecnologías, rescantando al mismo tiempo características de los nuevos modelos de aprendizaje para enseñar ciencia, es posible diseñar un proyecto que enseñe a niños de manera valiosa, insertándose en el ámbito educacional y divulgación científica, a través de diseño y tecnología.

LA COMPRENSIÓN Y ENSEÑANZA DE ESCALAS DISTINTAS A LA HUMANA SE VE LIMITADA ACTUALMENTE



ESTRUCTURA DEL APRENDIZAJE

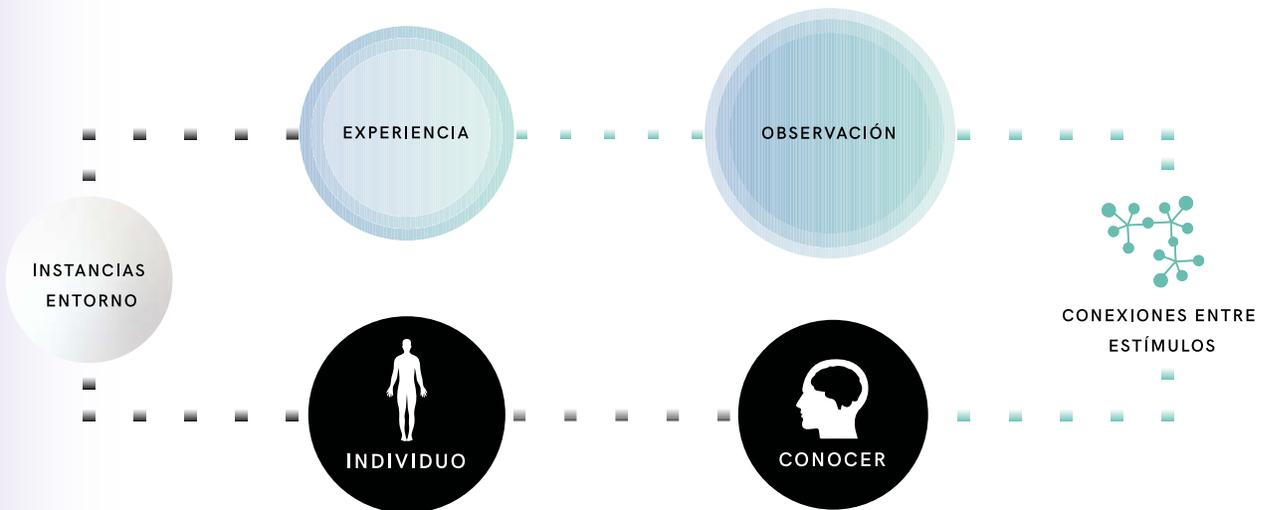
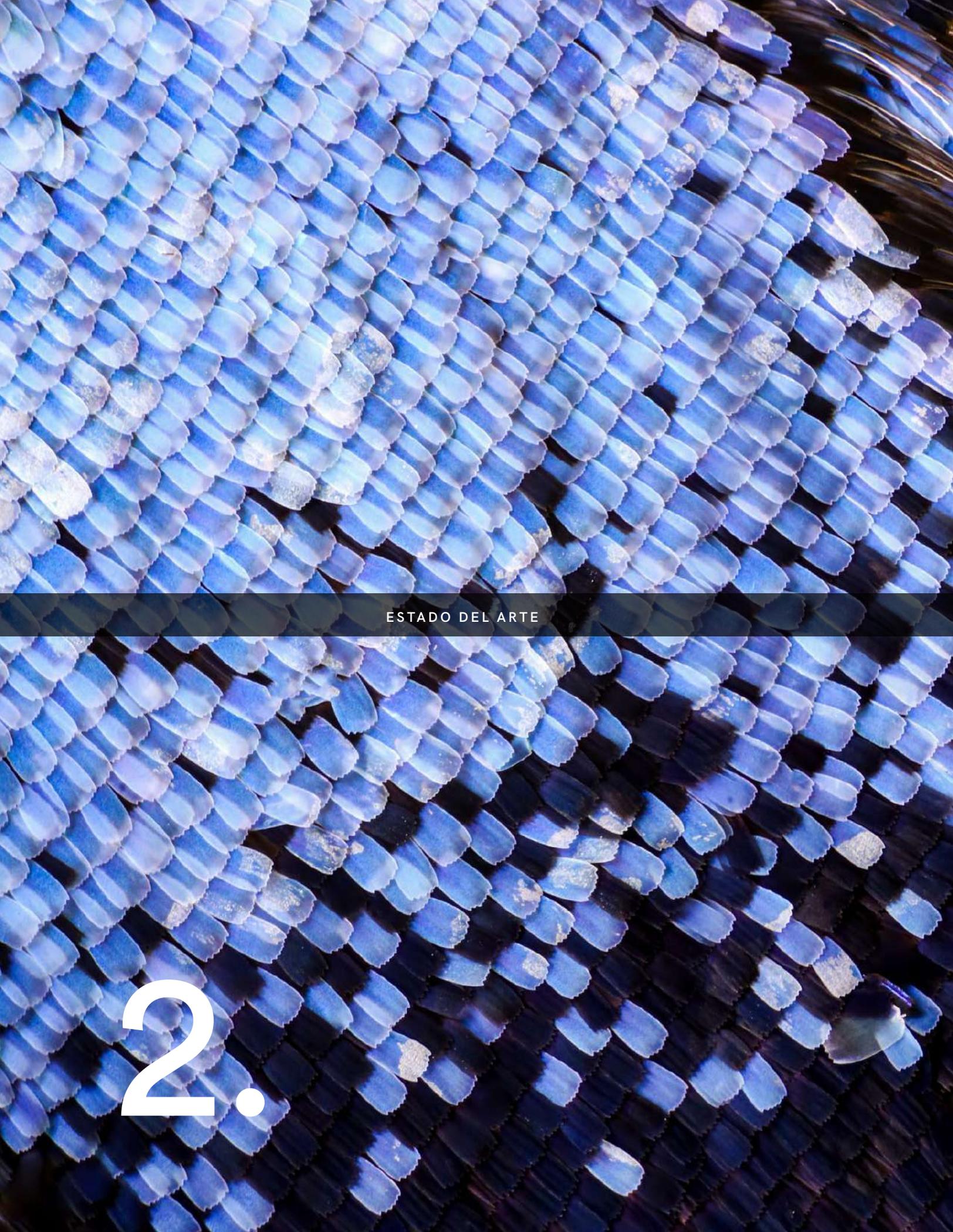
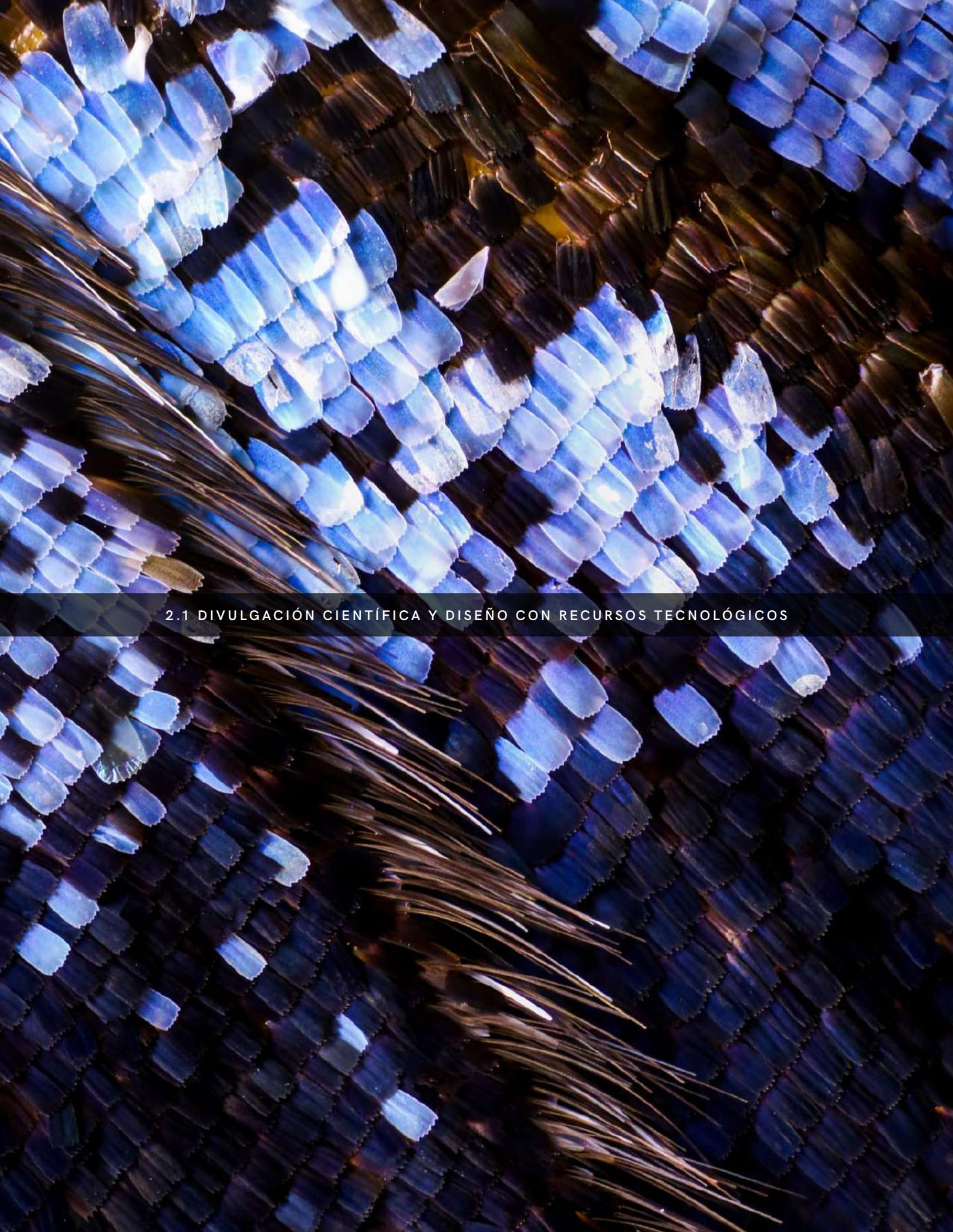


Figura modificada de Infante, 2017. Con información extraída de: Kolb AY, Kolb DA. Learning Styles and learning spaces: Enhancing Experiential Learning in higher education. 2001.



ESTADO DEL ARTE

2.



2.1 DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y DISEÑO CON RECURSOS TECNOLÓGICOS

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y DISEÑO CON RECURSOS TECNOLÓGICOS

2.1.1 Macrofotografía natural

“El término ‘macrofotografía’ se aplica a las imágenes de mayor tamaño que el sujeto. Los objetos cobran nueva vida al ser estudiados bajo este ángulo, examinando el color, el ritmo y las texturas de los pequeños detalles que lo rodean.” (Hedgecoe, 1992). La macrofotografía se denomina a toda fotografía en la cual se aumenta considerablemente el tamaño del objeto o sujeto al que se está fotografiando. Y es que esta técnica fotográfica se ha convertido en una importante herramienta tanto para el mundo fotográfico como científico, siendo tanto parte de la fotografía de la naturaleza como incluso de la investigación científica.

La macrofotografía ofrece una oportunidad para que los espectadores descubran de nuevas formas el pequeño mundo que los rodea. Permitiendo profundizar en un universo que no es visible a simple vista por el ojo. Ya se trate de pequeños insectos, o plantas en miniatura, el método macro permite ver hasta el más mínimo detalle y textura. Y es esta nueva mirada la que comenzó este proyecto, al descubrir las posibilidades de maravillamiento y nueva perspectiva que permite crear esta técnica.

Pudiendo observar un ala de mariposa como monumentales escamas de colores iridiscentes, o la textura de una estrella de mar como un campo espacial de texturas y flores. El macro fotógrafo e investigador biomédico, Gary Greenberg, expresa: “Cosas tan ordinarias como un grano de arena

pueden ser verdaderamente extraordinarias si las miramos de cerca y desde un punto de vista nuevo y diferente” (TED Talk, 2012).

La macrofotografía se ha insertado tanto en el ámbito científico, con importantes concursos a nivel mundial como Nikon Small World, en el cual científicos de todo el mundo envían macrofotografías hechas con microscopios de las investigaciones que han llevado a cabo, como en ámbitos artísticos, el diseño, la fotografía y el arte, encontrándose también exposiciones de macrofotografía natural en renombrados museos.

Como el proyecto “Microsculpture” por el fotógrafo Levon Biss, el cual consistía en macrofotografías de insectos, de hasta 3 metros de altura, compuestas por entre 8.000 a 10.000 tomas individuales para crear la composición completa. “The pinned insect is mounted on an adapted microscope-stand in front of a camera with a macro lens. To render a whole wing-casing in focus, it must be photographed around 750 times, with each photo taken 10 microns (1/7th of the width of a human hair) apart.” (The Guardian & Buchan, 2016). El proyecto se ha expuesto en museos de todo el mundo como Oxford University Museum of Natural History, Natural History Museum of Denmark, y más, así mismo en distintas exposiciones y ferias fotográficas. Mostrando especímenes raros como el “tricolored jewel beetle, collected by Charles Darwin during a visit to Australia in 1836” (Sierzpowski & Colossal, 2018).

En el ámbito chileno podemos encontrar un proyecto que también busca mostrar lo natural a través del cambio de escala espacial gracias a la macrofotografía, es el pionero proyecto chileno Micra Mariposas, el cual, a través de la macrofotografía de alas de mariposas chilenas, divulga y educa sobre las especies de mariposas en Chile. También este proyecto contó con el apoyo de un museo, el "Museo Nacional de Historia Natural fue un apoyo clave, ya que mantiene una colección con ejemplares de más de 100 años" (Ladera Sur, 2016). María de los Ángeles Medina, fundadora de Micra, expresa:

"Buscamos instalar el valor ecológico, social y simbólico de las mariposas de Chile entre las actividades que construyen nuestros hábitos urbanos. Poner en valor la biodiversidad en una sociedad urbana y digitalmente interconectada, requiere metodologías de trabajo que exploren la oportunidad de socializar el valor de la investigación científica, integrándola al conocimiento local y al notable empuje creativo del diseño y los desarrollos digitales." (Medina, 2016).

La iniciativa comprende desde guía de campo de las mariposas en Chile, a una página web participativa para compartir avistamientos de especímenes de norte a sur. Y exposiciones educativas.

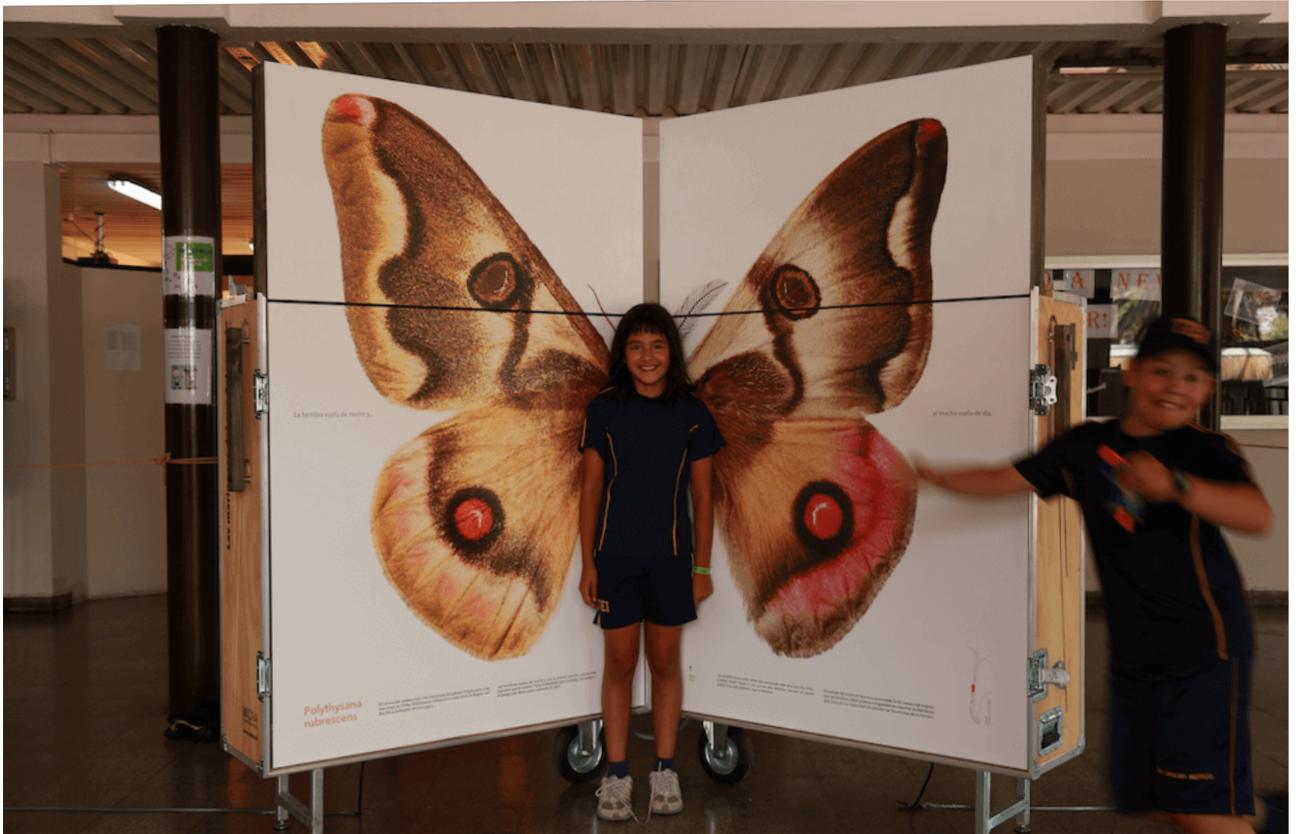
"Nos aventuramos en el mundo de la educación formal. Diseñamos la exposi-

ción 'Mariposas del Sur del mundo'. Una muestra itinerante centrada en la fotografía de MICRA y una propuesta atractiva de diseño de información. La exposición está diseñada para colegios, para que niños de distintas edades, tengan una experiencia estimulante en torno a las mariposas" (Medina, Ladera Sur, 2016).

Explorando así, la posibilidad de comunicar ciencias desde la fotografía y el diseño. El equipo para macrofotografías va desde un sofisticado equipo como el que se ocupa para crear Microsculpture, a potentes cámaras y lentes macro para capturar en campo. O está la opción, como Nikon Small World, de capturar fotografías y videos con potentes microscopios, que permiten visualizar especímenes con más de 30 x de magnificación. Todos los equipos para estos tipos de macrofotografías presentan un alto valor económico. Pero actualmente vemos una masificación de la técnica, al existir la posibilidad de capturar macrofotografías uniendo lupas a smartphones, o existiendo microscopios portátiles con cámaras para fotografía de campo para niños e investigadores, a costos mucho menores y accesibles. Esto permite una masificación y un acceso a la tecnología, haciendo visible para más personas el mundo pequeño/microscópico de maneras nuevas y fascinantes.



Arriba: Lanzamiento oficial de Microsculpture el año 2016 en Oxford University Museum of Natural History
Abajo: Una mujer observa una de las macrofotografías creadas por Lebon Biss en Maastricht Natural History Museum, Abril 2019
Ambas fotos recuperadas de Microsculpture, Exhibitions and news.



Arriba: Macrofotografía de un ala de mariposa chilena, capturada por MICRA Mariposas Chile.

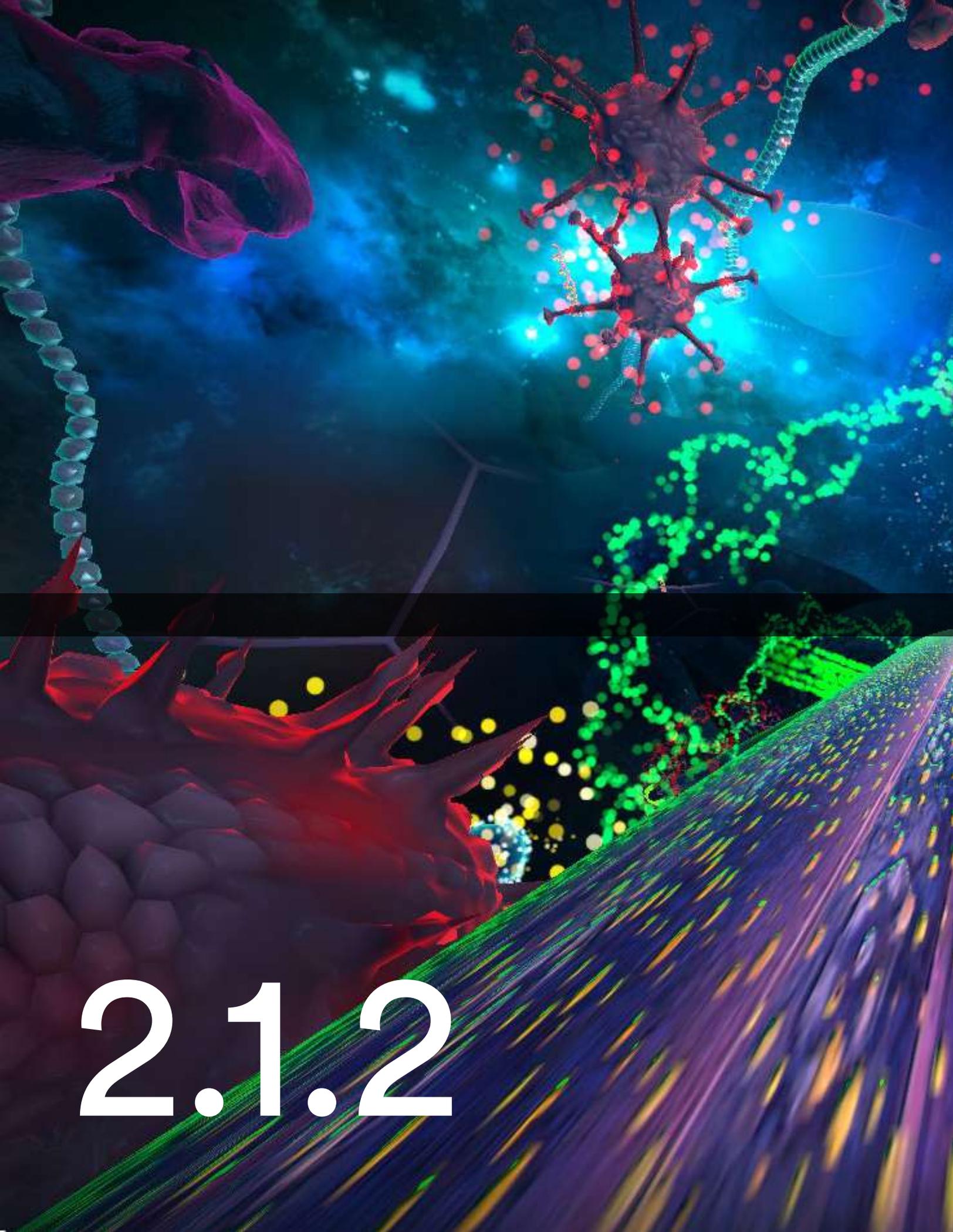
Abajo: Una niña posa frente a una macrofotografía parte de la muestra itinerante educativa "Mariposas del Sur del mundo" por MICRA, 2016.
Foto superior recuperada de sitio web MICRA Chile, foto inferior de Ladera Sur artículo " Micra, la revolución de las mariposas en Chile"



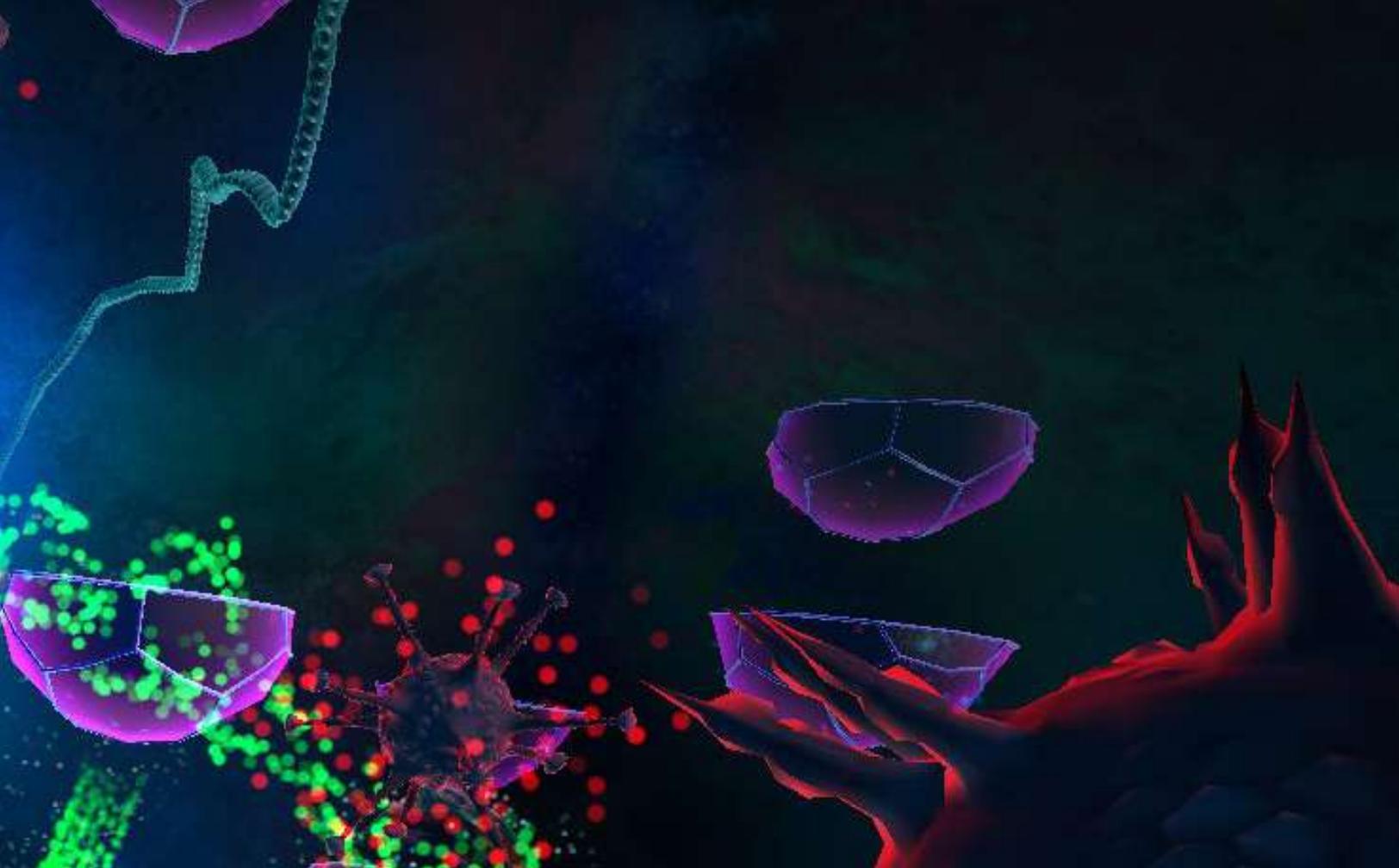
Arriba: Macrofotografía de una estrella de mar, por Alexander Semenov
Abajo: Macrofotografía de tentáculos de una medusa azul "Carabela portuguesa", por Aaron Ansarov
Ambas fotos recuperadas de Colossal.



Arriba: Macrofotografía de una pluma de un pavo real, bajo un microscopio Olympus BX 53, por Waldo Nell. Recuperada de Colossal.
Abajo: Macrofotografía de un coral "Zoantharia", por The One you envy. Recuperada de Reddit.



2.1.2



REALIDAD VIRTUAL PARA COMPRENDER OTRAS ESCALAS



2.1.2 Realidad Virtual para comprender otras escalas y escenarios no explorables por los humanos

En primer lugar, cabe destacar la diferencia entre los tipos de realidades: virtual, aumentada y mixta. Lund (2016) expresa: "AR (Augmented Reality) y VR (Virtual Reality) representan una escala variable de realidad mixta, describiendo AR como vistas en tiempo real de un entorno físico del mundo real".

Mientras que Paul Milgram y Fumio Kishino establecen en 1994 una taxonomía orientada a la clasificación de sistemas de realidad virtual o simulación de entornos, determinando que el concepto de "Realidad Mixta" correspondía a la definición en la que objetos reales y virtuales son yuxtapuestos en un mismo proceso, determinando factores claves que definen básicamente la calidad de una simulación tanto análoga como digital en términos de la escena (el entorno), el cómo ésta es percibida por el sujeto (auto percepción) y la posición del observador dentro de este mundo recreado.

Es así como sobre estos conceptos se pueden determinar al menos tres pilares fundamentales sobre los cuales evaluar los aspectos formales y perceptuales de una simulación de realidad virtual, análoga o mixta: Extensión del Conocimiento de Mundo, Fidelidad de la Reproducción y Extensión de la Metáfora de Presencia. (Pérez, 2013)

La realidad virtual tiene la característica que permite a los alumnos experimentar el aprendizaje en escenarios inmersivos y romper las barreras geográficas y tempora-

les, así como permite la inmersión y comprensión de escalas inexplorables personalmente por humanos. Es este aspecto el más importante que se consideró para elegir esta técnica como medio de educación para este proyecto. Lo vemos por ejemplo, en el videojuego "InCell", en el cual, a través de realidad virtual en una modalidad de carrera, los niños pueden recorrer el cuerpo humano siendo del tamaño de microorganismos, cambiando su escala espacial y entregando conocimientos de biología, como la estructura de células eucariotas. Nélide Pohl, Bióloga y Directora de Comunicaciones del Instituto de Ecología y Biodiversidad, (comunicación personal, noviembre 2018) por su parte expresa:

"La realidad virtual sirve para dar un paso intermedio para gente que nunca ha salido a la naturaleza o que para ellos va a ser muy difícil, (...) o para gente que derechamente no tiene acceso a la naturaleza. La tercera edad, los enfermos, los minusválidos. (...) Tomando en cuenta Chile, un país en el que la accesibilidad es baja, y en el que existen muchas barreras, culturales, sociales, económicas, etc., este paso intermedio de maravillarte con lo natural, es fundamental. Sobre todo si estamos hablando de un lugar tan remoto como Magallanes y su flora botánica. Por lo que me parece súper valioso el formato de la realidad virtual para hacer esta transición."

INICIATIVAS EDUCATIVAS EN CHILE QUE BUSCAN INTEGRAR NUEVAS TECNOLOGÍAS AL AULA

FUNDACIÓN
ECOSCIENCE

PLE-IQ
CUBO AR

ARENA DIGITAL
LABORATORIO

Por otro lado, Claudia Becerra (comunicación personal, octubre 2018) en ese entonces coordinadora de LabMóvil Conciencia Astronomía de Ecoscience y quien trabajó por más de 10 años en el MIM, declara:

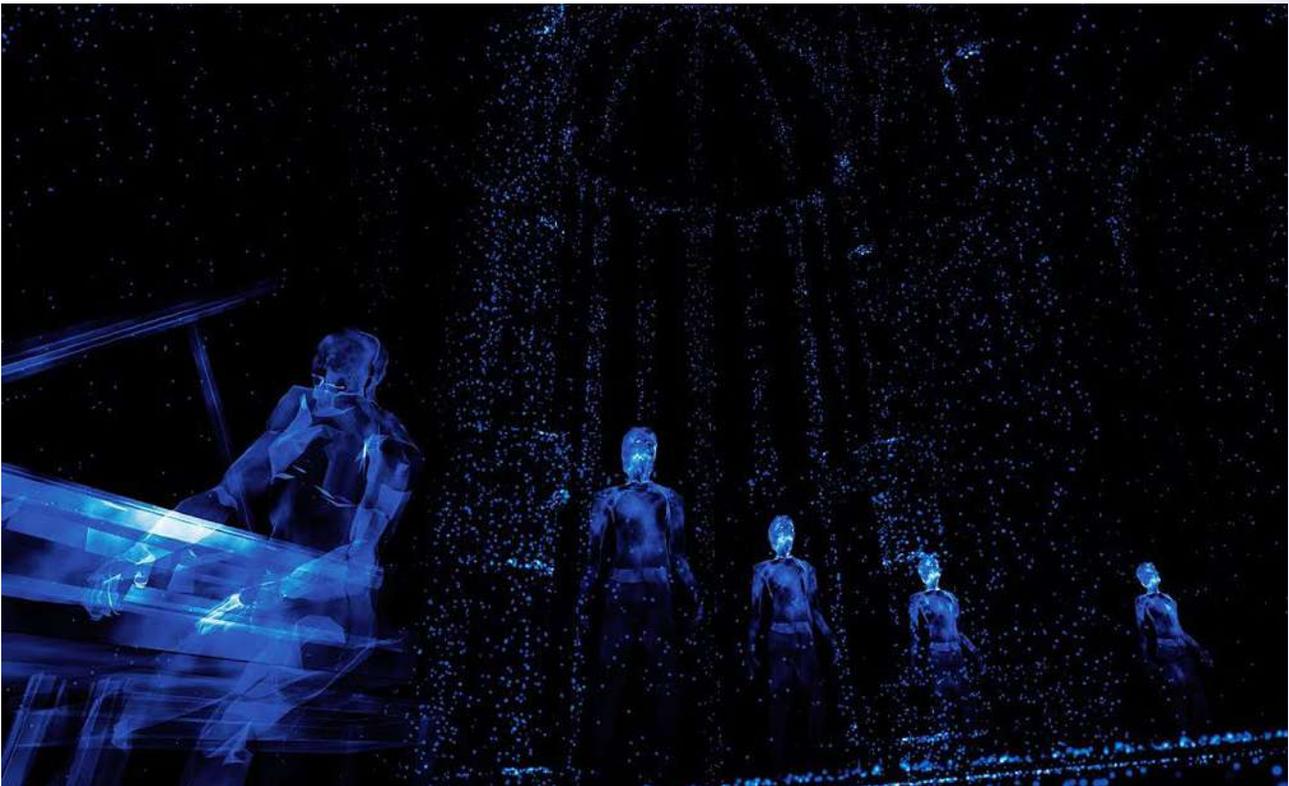
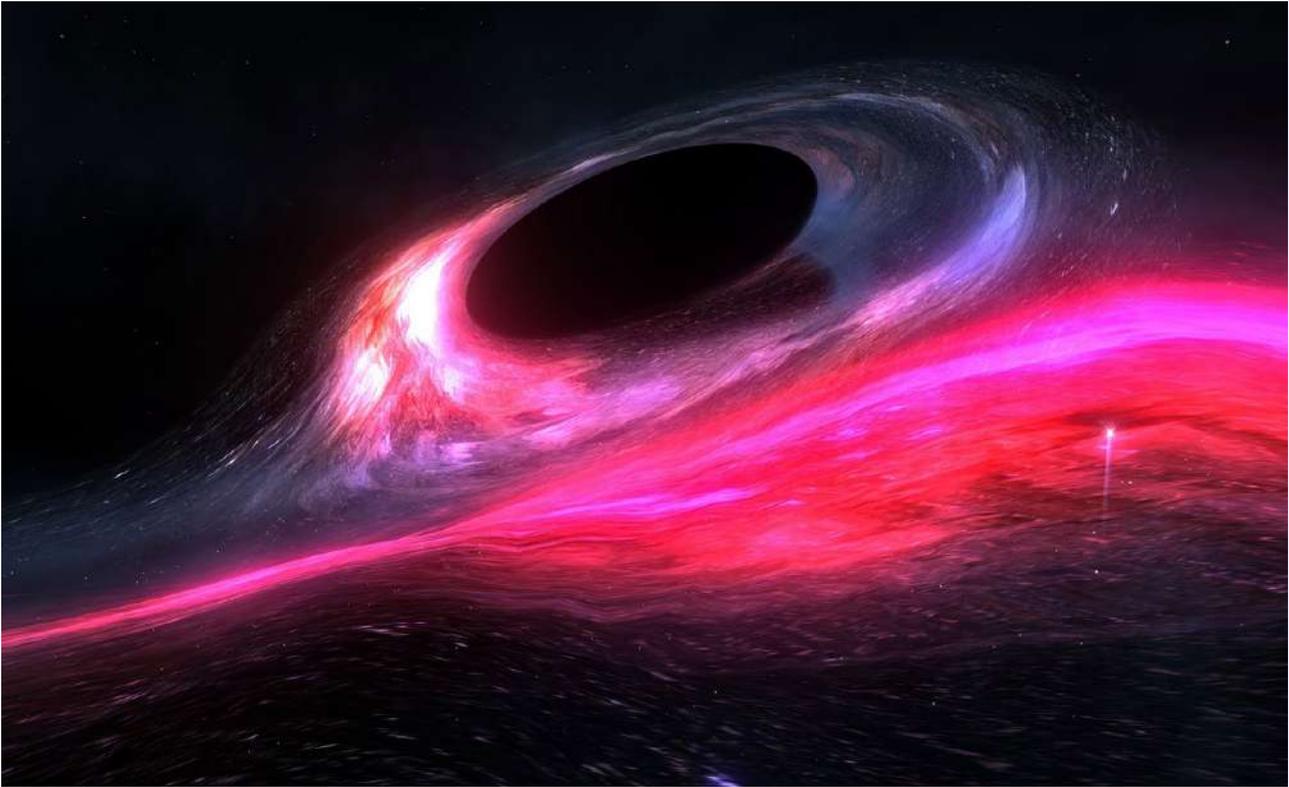
"El tema de la realidad virtual es una herramienta potentísima. Nosotros (Fundación Ecoscience) hemos trabajado con niños desde prebásica hasta adultos mayores en actividades con VR. Me tocó justamente partir con un proyecto de Realidad Virtual en Antofagasta, y ví lo potente que es, hasta niños con autismo se involucran. A Realidad Virtual no todos los colegios tienen acceso, cuando llega a colegios con menos recursos tecnológicos, lo disfrutan muchísimo."

Y es que actualmente vemos en Chile y en el mundo un aumento del uso de las distintas realidades, mixta, aumentada o virtual. En el ámbito educacional podemos encontrar distintas iniciativas como la Fundación Ecoscience, KDoce, PleIQ y Arena Digital, buscando integrar nuevas tecnologías en la educación chilena. Pero los implementos de estas tecnologías no se limitan a la educación, sino que las hemos visto en nuevos ámbitos como el uso por artistas en museos de todo el mundo. También se han visto circos que implementan hologramas y/o realidad aumentada, como el circo alemán Roncalli, como alternativa al uso de animales que ha llevado a maltrato en circos tradicionales de todo el mundo. O el proyecto "Frozen

Planet" de la BBC junto a INDE, en el cual "with 4 distinctive broadcast quality 3D scenes, delighted crowds had the opportunity to place themselves right inside the content, where they were able to interact with the animals of the Polar Region." (BBC, 2012). Esto daba la oportunidad por ejemplo, a un adulto de pararse junto a un oso polar, o a niños junto a pingüinos, permitiendo ver el tamaño real de estos animales comparado con el tamaño de cada persona, siendo el oso polar aproximadamente el doble de alto que un adulto humano.

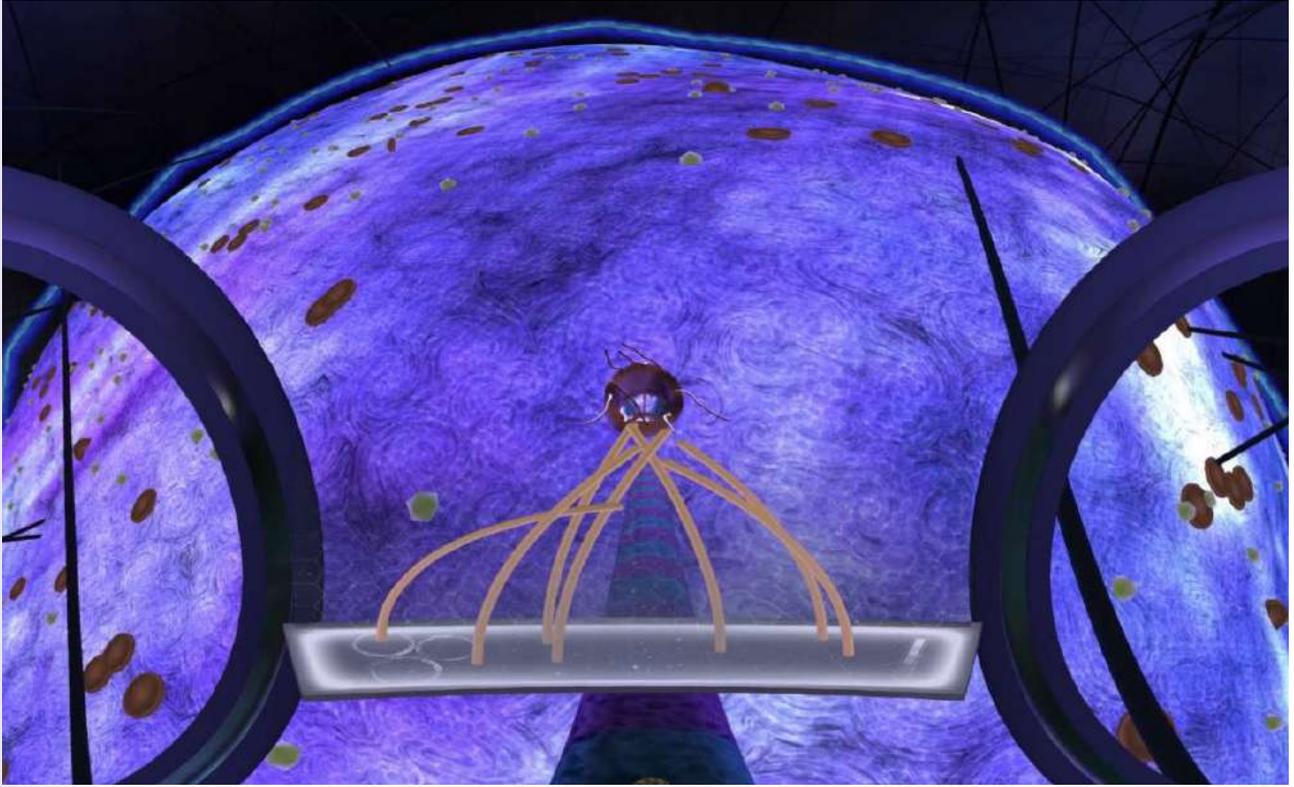
Otro uso que se le está dando a estas tecnologías es para mejorar producción o entrenamiento de personal en compañías, o aprendizaje para procedimientos médicos hasta pilotaje de aviones y autos. Por ejemplo, BMV "use of VR and AR has been implemented for training purpose in their Production Academy. AR goggles have been used in training sessions for engine assembly units. The visualization gives participants a step-by-step guide in assembling the engine" (Altoveros, 2019).

Se expresa la oportunidad que significa la Realidad Virtual como potenciador creativo y medio de enseñanza hoy en día, adentrándose en distintos ámbitos gracias a su potencial de inmersión y comprensión en distintos escenarios, algunos no explorables desde la escala humana.



Arriba: SPHERES, 2018. Viaje interactivo musical de realidad virtual, que muestra distintos fenómenos del universo, descubriendo el cosmos. Creado por Eliza McNitt, Darren Aronofsky y Ari Handel, foto recuperada de sitio web Oculus.

Abajo: NOTES ON BLINDNESS VR, 2016. Experiencia de realidad virtual narrativa, en la cual se escuchan los audios del doctor John Hull narrando su experiencia en el proceso de quedarse ciego. A través de un ambiente oscuro con formas iluminadas se quiere dar a comprender la experiencia de la ceguera. Producido por Ex Nihilo, Arte France y Archer's Mark. Foto recuperada de sitio web Oculus.



Arriba: THE BODY VR. Experiencia educativa de realidad virtual, que lleva al usuario dentro del cuerpo, viajando por el sistema sanguíneo y descubriendo cómo funcionan las células. Foto recuperada de sitio web Oculus.

Abajo: THE CLIMB, 2016. Experiencia de realidad virtual de escalada libre, tanto en formato solitario, o en competencia con más usuarios. Muestra paisajes que cambian de día y de noche. La escalada se lleva a cabo al mover los brazos el usuario e ir escalando en el programa. Creado por Crytek Bundle, foto recuperada de sitio web Oculus.



2.2

MAPUCHE

DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y PANORAMA NACIONAL

WENULEWBU

WALATA HUILEWBU



DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y PANORAMA NACIONAL

2.2 El diseño y los recursos tecnológicos como potenciadores creativos para divulgación científica en el ámbito nacional

Actualmente en el panorama nacional se puede ver un aumento en el surgimiento de nuevas iniciativas, organizaciones y fundaciones, que buscan aproximar las ciencias a las personas, crear un puente para el entendimiento e incrementar una cultura científica a lo largo del país. Entre los organismos que se encargan de difundir en el país podemos encontrar a Explora, un programa CONICYT, quienes a través de recursos digitales, productos, actividades y concursos, buscan contribuir a crear una cultura científica y tecnológica en la población, fomentando en la ciudadanía el razonamiento crítico, reflexivo y la comprensión del entorno (Explora, 2013).

Así mismo, enfocado más en la ecología, encontramos el IEB "Instituto de Ecología y Biodiversidad", el cual busca realizar investigaciones sobre ciencias de la biodiversidad y contribuir al desarrollo sustentable del país, contando con tres unidades dentro del instituto: Ciencia, Transferencia y Desarrollo Tecnológico, y Comunicación Científica, buscando estos últimos generar diálogo y conexión con la sociedad. La unidad de Comunicación Científica busca lograr estos objetivos a través de charlas, seminarios, cafés científicos, cursos y talleres.

Entre estos talleres se encuentra "Taller Omora del Medioambiente" en el cual, a través de distintas actividades, como actividades en campo con lupas, semanalmente les enseñan a niños de 5to a 8vo básico del

Liceo Donald McIntyre Griffiths de Puerto Williams la "Filosofía ambiental de campo". Trabajando con el Parque Etnobotánico Omora y su propia iniciativa del "Ecoturismo con lupa" abierto a todas las personas, ambas iniciativas son únicas en la conservación y divulgación de líquenes y plantas no vasculares a través del cambio de escala.

Por otro lado, como divulgación científica interactiva se encuentra el MIM, y en especial el nuevo edificio "Túnel Universo" en el cual a través de distintas instalaciones se busca dar a comprender la diferencia de escalas tanto temporales como espaciales en la astronomía. Existen de igual forma iniciativas interactivas que llevan el conocimiento a los colegios, como Bus Conciencia de la Fundación Ecoscience, el cual es un laboratorio móvil educativo, que busca llevar la ciencia experimental, a zonas rurales y aisladas de Chile. La Fundación Ecoscience asimismo cuenta con otra iniciativa, llamada Curriculo360, un programa que en alianza con Samsung Chile busca integrar la tecnología VR, permitiendo potenciar la educación en las escuelas que son visitadas por los Lab-Móviles Conciencia (Ecoscience, 2017).

Entre estos programas podemos encontrar "Human Body VR" de Fundación Ecoscience y Samsung, en el cual a través de realidad virtual los niños recorren el cuerpo humano, cambiando su escala espacial a la de una célula, entregando conocimientos de anatomía y biología desde un nuevo punto de vista.

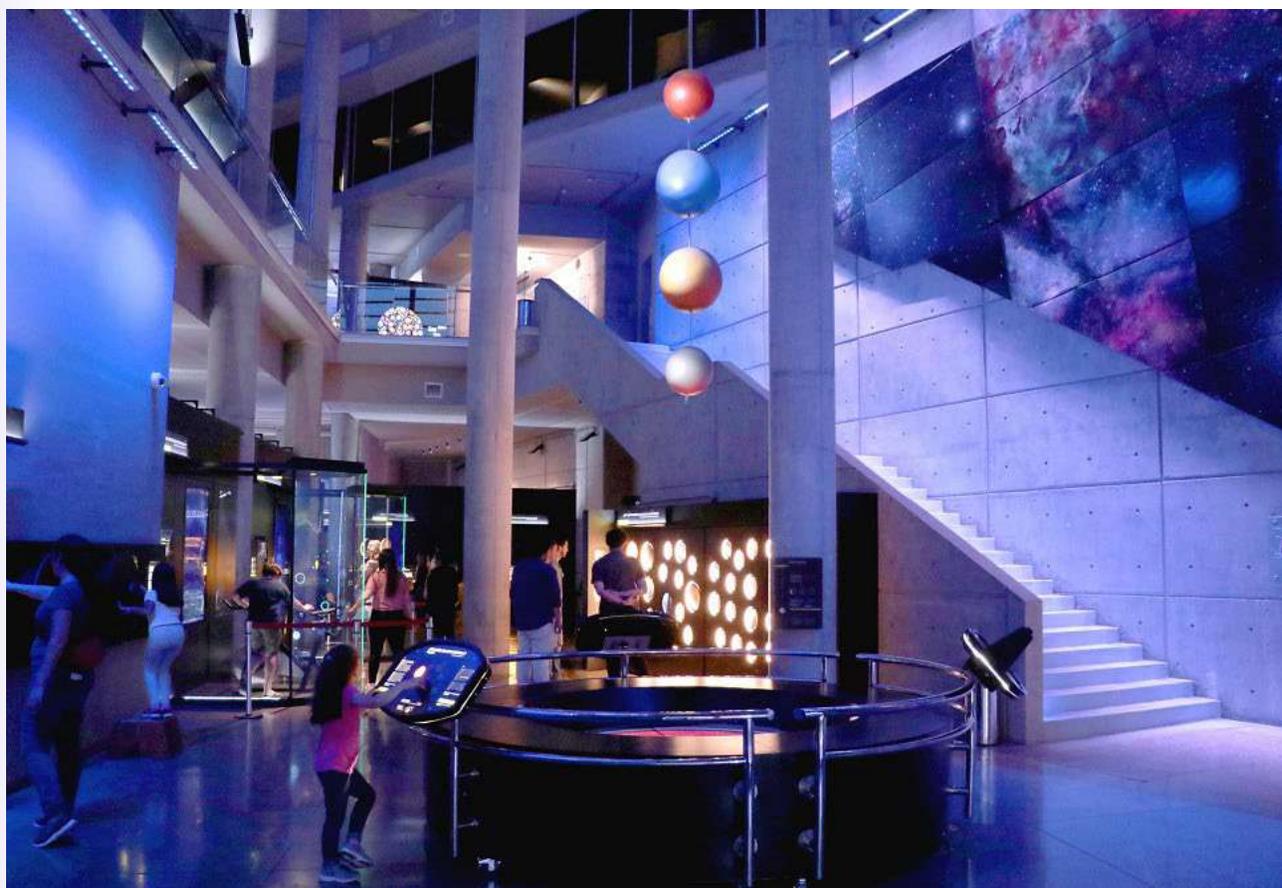


Foto del Museo Interactivo Mirador, edificio Túnel Universo. Recuperada de página oficial del MIM.

ENTIDADES CHILENAS EN EL ÁMBITO DE LA DIVULGACIÓN Y VALORIZACIÓN CIENTÍFICA

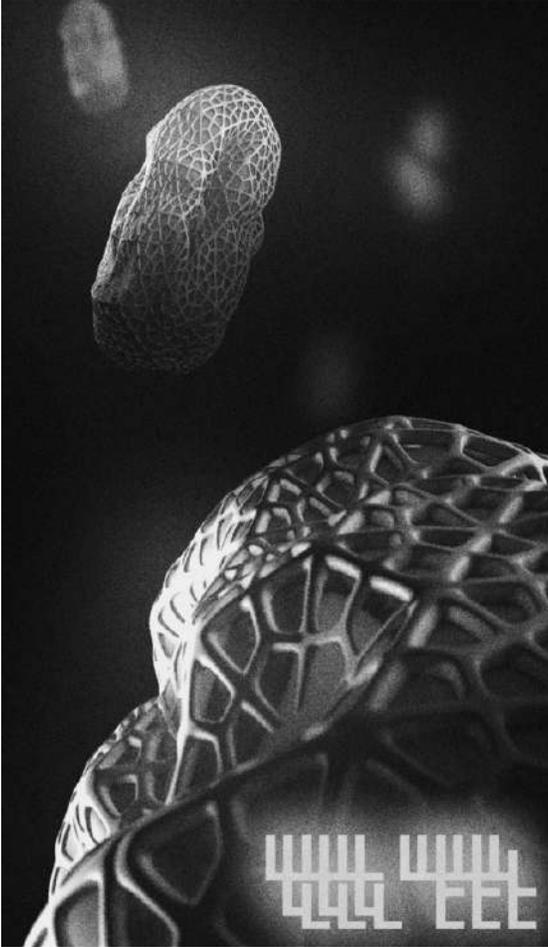
PROGRAMA EXPLORA
CONICYT

MUSEO INTERACTIVO
MIRADOR

INSTITUTO ECOLOGÍA
Y BIODIVERSIDAD

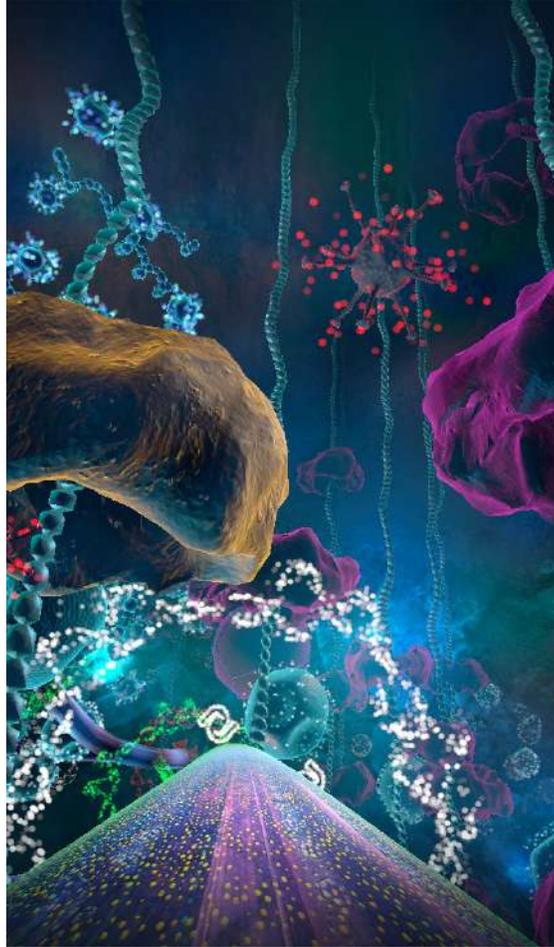
FUNDACIÓN
ECOSCIENCE

2.4 REFERENTES



PAISAJES DE POLLLEN
JOSÉ DE LA PARRA, 2019

Proyecto chileno de divulgación científica con realidad virtual, el cual "explorando los paisajes físicos y mentales en torno al polen y las historias sobre el clima y la ecología que los científicos se esfuerzan por reconstruir a través de su estudio, las cuales se extienden en la escala de miles de años" (De la Parra, 2019) entrega conocimientos sobre la estructura del polen y su información genética. Proyecto desarrollado en el contexto del programa de arte+ciencia ASK XXI, con la colaboración del IEB.



INCELL VR
NIVAL, 2015

Incell VR, es un juego que mezcla acción y ciencia. Ambientado en el cuerpo humano, concretamente en una célula, el usuario debe recorrer escenarios microscópicos, entrenando y aprendiendo en modalidad de carrera. Es un referente al entregar conocimientos de ciencia al cambiar la escala espacial del usuario y al permitir vivenciar entornos no explorables desde la escala humana. Así mismo por ser un juego educativo de realidad virtual para niños en un mundo microscópico, y por su gráfica.



MUSEO MICROPIA HOLANDA, 2014

Microproia es un museo en Ámsterdam basado en la idea de divulgar información sobre microbios y bacterias, que a menudo se asocian con enfermedades a pesar de su función esencial en el funcionamiento diario de la vida humana. El museo abrió sus puertas el 30 de septiembre de 2014. Es el primer museo del mundo dedicado a estos seres microscópicos. Referente por promover un cambio de paradigma frente a las bacterias y por la valoración de los fenómenos a escalas microscópicas.



MICRO GIANTS VR DIGITAL DOMAIN'S, 2017

Micro Giants es una experiencia de realidad virtual que brinda una perspectiva de la vida de los insectos. Combina contenido educativo y entretenimiento inmersivo. Lleva a los espectadores al mundo de insectos y plantas, presentando una narrativa inmersiva sobre un micro-ecosistema que incluye detalles vívidos. Referente por entregar conocimientos de plantas e insectos cambiando la escala del usuario a la de un insecto y por su gráfica de alto nivel, tratando de mantener realismo.

Recapitulación

Chile presenta una rica diversidad de ecosistemas, escenarios y de Laboratorios Naturales. Uno de los principales, se encuentra en los bosques de la Zona Subantártica del país. En estos bosques existe una gran diversidad de líquenes y organismos no vasculares, conformando en tan solo un 0.01% del planeta el 5% de las especies briófitas a nivel mundial (Rozzi, et al. 2012).

Los líquenes, además de establecer el ecosistema y ser indicadores de su salud, esconden procesos biológicos y ecosistémicos que son importantes de reconocer y valorar, entre ellos, la Simbiosis. La cual encierra la cooperación entre especies y la generación de nuevos organismos a través de unión y ayuda.

Estos fenómenos no son comprensibles meramente desde la escala humana, ya que, existe una imposibilidad espacio/temporal de entender fenómenos de escalas macro y micro. Pero actualmente vemos el gran potencial y la masificación de recursos tecnológicos como soporte de representaciones de mundos en escalas distintas a la humana, incursionando de manera inmersiva en escenarios y escalas no explorables personalmente por los humanos.

Se genera así una oportunidad en la que a través del apropiamiento e inmersión a escalas distintas a la humana a través de recursos tecnológicos como la Realidad Virtual y la Macro-fotografía natural, se entreguen conocimientos. Generando una experiencia educativa no tradicional, uniendo diseño y divulgación científica, específicamente, etnobotánica. Poniendo en evidencia el valor de la divulgación científica como promotor de una conciencia ambiental al ser parte el ser humano de un ecosistema diverso y codependiente, con organismos importantes en escalas tanto sobre como bajo la de la raza humana.

Esta iniciativa debe ser abordada desde edades tempranas en espacios de aprendizaje que faciliten su implementación y expansión, en los cuales se busque la incorporación de modelos de aprendizaje basados en la experimentación, indagación y corporización de los niños.

Al identificar todos los conceptos y casos expuestos en la primera parte de esta publicación, se formula un proyecto que responde a la oportunidad encontrada y que se ve sustentado por los aspectos descritos hasta este punto de la investigación.



3.



INICIATIVA
EcoSCIENCE SAMSUNG

Currículo
360

FORMULACIÓN DEL PROYECTO

fundación
ECOSCIENCE

SAMSUNG

3.1 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Justificación de la propuesta

A través de la creación de una experiencia educativa e inmersiva de divulgación y valorización etnobotánica, específicamente de líquenes, el proyecto facilita el entendimiento de fenómenos que están fuera de nuestro alcance por la escala humana.

La falta de relación entre escalas tiempo y espacio, lleva a que no se puedan comprender estos fenómenos complejos. La comprensión de fenómenos gracias a traducciones de escala por medio de recursos tecnológicos, como la Realidad Virtual, apoya el desarrollo de habilidades y genera una experiencia memorable, que responde a la necesidad de reconocer y valorar importantes procesos biológicos y ecosistémicos que se esconden dentro de los líquenes.

En esfuerzos de conservación y aprendizaje no tan solo sobre líquenes, sino que estimulando el desarrollo de habilidades como comprensión de escalas y cuidado del medioambiente. Influyendo estos conocimientos en diversas áreas del país y en la preservación de la especie, de importante rol ecosistémico a lo largo del planeta.

El proyecto es pertinente con los esfuerzos que se han realizado a nivel nacional como en el Parque Etnobotánico Omora, dando a conocer los "bosques en miniatura", y el esfuerzo de comprender e investigar escalas distintas a la humana en los Laborato-

rios Naturales de Chile. Específicamente, la propuesta representa una oportunidad para el uso y la continuidad del proyecto "Ecoturismo con lupa", pudiendo posteriormente vincularse a otras iniciativas de divulgación etnobotánica o científica a través de recursos tecnológicos como Realidad Virtual.

Así mismo, la vinculación con la Fundación Ecoscience y la implementación del proyecto en sus Laboratorios Móviles, permite generar un impacto educativo y de conciencia ambiental a lo largo del país, democratizando los recursos tecnológicos y enfrentando el desafío de "expandir la ciencia a lo largo y ancho del país, creando espacios interactivos y móviles para enseñar educación científica en las zonas rurales y vulnerables de las regiones de Chile" (Ecoscience, 2017).

3.2 RECONOCIMIENTO DEL PATRÓN DE VALOR

E Hipótesis de Investigación

Patrón de Valor

La relevancia del proyecto está en que a través de la unión entre divulgación etnobotánica y diseño se puede generar una iniciativa que impacta no tan solo en el entendimiento de fenómenos ecosistémicos o biológicos a través del cambio de escala espacial y temporal; sino también en la entrega de conocimientos etnobotánicos y generación de una conciencia medioambiental.

De igual forma, el proyecto podría generar un despertar de vocación y cariño por los líquenes o la botánica a través del asombro por tecnologías atractivas para las nuevas generaciones; al hacer accesible tecnologías como la realidad virtual y el conocimiento desde la región subantártica a la mayor cantidad de niños chilenos posible, especialmente a colegios con menos recursos, para democratizar el conocimiento.

El implementar el proyecto junto a los buses LabMóviles es un espacio interesante ya que contiene soportes para educar distintos a los convencionales, se adscribe al currículum escolar y es capaz de permear temas diversos calzando con consignas que son propias de la edad a quienes entrega conocimiento.

Hipótesis de investigación

La visualización inmersiva de fenómenos a escalas microcósmicas (escala del mundo bacteriano), distintas a las percibidas por las personas, promueve un entendimiento sistémico de los procesos biológicos de entidades simbiogenéticas y los efectos antropogénicos en el medio ambiente.

3.3 FORMULACIÓN DEL PROYECTO

QUÉ

Experiencia de realidad virtual, educativa, inmersiva e itinerante de divulgación y valorización etnobotánica no vascular (líquenes) que aborda fenómenos como la simbiosis, el mundo microscópico y la diversidad líquénica. La cual, transformando la escala espacial y temporal de estos organismos, promueve el entendimiento de niños de segundo a cuarto básico quienes son visitados en sus colegios por los LabMóviles de Fundación Ecoscience.

POR QUÉ

Porque Chile presenta una rica diversidad de ecosistemas, y por tanto, de Laboratorios Naturales. Entre ellos y siendo uno de los principales, la Zona Subantártica del país, en la cual existe una gran diversidad de líquenes y organismos no vasculares, conformando en tan solo un 0.01% del planeta el 5% de las especies briófitas a nivel mundial (Rozzi, et al. 2012).

Estos organismos además de establecer el ecosistema y ser indicadores de su salud, esconden procesos biológicos y ecosistémicos que son importantes de reconocer y valorar, como la simbiosis. Pero existe la imposibilidad de comprender estos fenómenos debido a encontrarse en escalas distintas a las humanas, encontrándose fuera del conocimiento de los niños actualmente.

PARA QUÉ

Promover el entendimiento, la valorización, el asombro y la observación como método de indagación en el aula a través de la Realidad Virtual, para el apropiamiento y vivencia de escalas que no corresponden a las humanas.

Así como para implementar métodos de enseñanza menos convencionales aprovechando el potencial que conlleva la Realidad Virtual, y democratizar el conocimiento y el acceso a tecnologías en colegios para enseñar educación científica en las zonas rurales y vulnerables de las regiones de Chile. (Fundación Ecoscience, 2019).

Objetivos del proyecto e indicadores verificables

1

Generar conocimientos sobre los líquenes, su morfología, su tipología, características y etnobotánica.

I.O.V: Promover y generar conocimiento a través de la experiencia ganada

2

Difundir y transmitir el valor ecosistémico del líquen, generando una conexión a través de su diversidad estructural, formal y cromática, entre otros aspectos.

I.O.V: Divulgar conocimientos etnobotánicos e impulsar conciencia ambiental

3

Traducir espacial y temporalmente las escalas de fenómenos biológicos que ocurren a escalas distintas a las humanas.

I.O.V: Convertir los tamaños de líquenes y mundos microscópicos a los tamaños de la especie humana

4

Desarrollar soluciones tecnológicas a través de la Realidad Virtual y creación de entornos 360.

I.O.V: Uso de dispositivos smartphones en baja escala

3.4 CONTEXTO, ÁMBITO DE INTERVENCIÓN

Colegios del país, especialmente rurales y vulnerables

Surgió el desafío, o misión, de sacar el conocimiento y la diversidad líquénica del territorio subantártico y llevarlo al resto de Chile, lo cual se presenta más relevante al tener en cuenta la dificultad de acceder a dicho territorio. Es así como emergió la pertinencia de que el proyecto presentara un carácter itinerante y que estuviera al alcance de la mayor cantidad de niños en Chile, sin perder impacto en la educación a lo largo del país, entrando a las salas de clases.

De esta forma se manifestó la idea de llevar a cabo el proyecto con los buses de la Fundación Ecoscience, los LabMóviles Conciencia, planteando a Fabián Bravo Manonella, Director de Educación de Fundación Ecoscience, la posibilidad. Esto se implementa uniéndose a los buses existentes, los cuales llevan en su interior equipos para realidad virtual, al tener una alianza la fundación Ecoscience con Samsung y su programa tecnológico "Currículo 360".

La iniciativa LabMóviles Conciencia, entre los cuales se encuentran los buses Bus Conciencia, Conciencia Magallanes y Conciencia Astronomía, recorren todo Chile promoviendo la educación científica basada en indagación, buscando acercar la ciencia y la tecnología a colegios rurales, aislados y vulnerables del país, es éste el contexto en el que se inserta Symbios. Esto permite que recursos tecnológicos a los cuales no todos los colegios tienen acceso, sean accesibles y disfrutados por más niños, "realidad vir-

tual no todos los colegios tienen acceso, por lo que cuando llega a colegios con menos recursos tecnológicos, lo disfrutan muchísimo" (Becerra, comunicación personal, 2018).

"La iniciativa como filosofía apunta a llegar a colegios rurales o escuelas urbanas de alta vulnerabilidad. Sin embargo, no excluimos otras escuelas, ahí entramos a otro formato de trabajo. Por ejemplo, nos contactan muchos colegios pidiendo si podemos visitarlos. Son tantos que al visitar colegios creamos recorridos con varios colegios de una misma zona. En ese caso, visitamos colegios que nos han contactado, pero también contactamos nosotros colegios a los que apunta la filosofía de la fundación, creando un recorrido de diversos colegios por zona" (Bravo, comunicación personal 2019).

Actualmente en Chile existen 3.654 escuelas rurales, eso es el 30% de las que hay en todo el país. De éstas el 63% tiene solo 50 estudiantes o menos y 43 escuelas tienen solo un alumno matriculado (Grupo Educar, 2018). Según datos entregados por el MINEDUC el 51,8% de estas escuelas ubicadas en zonas aisladas y con pocos habitantes, son establecimientos multigrados, es decir con entre uno y diez estudiantes con varios cursos en una misma sala. (MINEDUC, 2019).

Las salas de clases de estas escuelas muchas veces cuentan con poco material didáctico para enseñar, y es aquí donde el rol de las iniciativas como LabMóviles Con-



Ambas fotografías fueron recuperadas y pertenecen a Fundación Ecoscience.

ciencia y Currículo 360 de Fundación Ecoscience es fundamental, permitiendo enseñar y llevar experiencias educativas a las cuales no están acostumbrados los alumnos. Creando un impacto positivo desde el asombro y el interés, democratizando el acceso a recursos tecnológicos para aprender de maneras no convencionales, que mellan en el recuerdo de los alumnos y el interés por las diversas áreas científicas. El valor principal de Ecoscience es crear puentes entre la ciencia y la sociedad, siendo la fundación un organismo facilitador que genera iniciativas conectando personas que se apasionan por la ciencia y la tecnología y otras que pueden aportar a su desarrollo y expansión.

"Hasta ahora hemos impactado a más de 15 mil escolares, más de 400 profesores y hemos recorrido 30 mil kilómetros desde Visviri a Magallanes visitando escuelas con nuestros LabMóviles Conciencia. Ahora la apuesta es mayor y trabajamos por una expansión que nos permita contar con un LabMóvil en cada región, con el fin de dar cobertura a todo el país." (Ecoscience, 2019)

3.5 DEFINICIÓN DE USUARIO

Niños de 2do a 4to básico

"La formación de científicos tiene su origen desde la más temprana infancia, justamente cuando la mente está llena de preguntas y ávida de respuestas. Debemos aprovechar la oportunidad para estimular la curiosidad y promover el asombro de niños y adolescentes a través de la experimentación científica, transformando la sala de clases en un laboratorio" (Hamuy, 2016)

Se identificó y definió a lo largo de esta investigación a los niños de 2do a 4to básico como la unidad de análisis del proyecto, lo que corresponde a un rango etario entre los 7 y 10 años, aproximadamente. La elección se realizó al definir que es entre estos niveles de la educación cuando "desarrollan el pensamiento abstracto e incrementan el interés científico, además de ser buenos difusores de mensajes" (Becerra, 2018). Estas habilidades son fundamentales para el desarrollo de otras habilidades que se buscan fomentar con el proyecto. Como la capacidad de comprender fenómenos biológicos o ecosistémicos a través del adentramiento a dimensiones y escalas ajenas a la humana. Procedimiento que se debe llevar a cabo por una inmersión en primera instancia abstracta en el caso de la escala temporal, para luego aterrizar lo abstracto como un conocimiento definido al relacionarlo con escalas ya comprendidas con anterioridad a través de asociación y comparación.

Otra razón por la que se definió a este usuario, fue al llevar a cabo un análisis de la ma-

lla curricular y los conceptos que aprenden en ciencias naturales en esta etapa, para hacer una vinculación con los conceptos que quiere entregar el proyecto.

Es en estos niveles en los cuales aprenden microflora y microfauna, enseñando por ejemplo sobre insectos en segundo básico, sobre las plantas como fuente de alimentación, respiración, refugio y protección para otros seres vivos en tercero básico, o reconocer, por medio de la exploración, que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos (piedras, aguas, tierra, etc.) que interactúan entre sí en cuarto básico. Además de aptitudes como demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural o reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, desarrollando conductas de cuidado del ambiente.

"El contexto de las actividades llevadas a cabo por los LabMóviles propiamente tal tienen un foco metodológico desde segundo a sexto básico, con alineación al currículum, así mismo funciona Currículo 360. Se implementa en clases de ciencia y geografía especialmente, buscando poner en evidencia el valor patrimonial." (Bravo, comunicación personal 2019)

Pero al tener en cuenta la realidad que se encuentra en los colegios rurales del país, en los cuales "el 51,8% de estas escuelas



ubicadas en zonas aisladas y con pocos habitantes, son establecimientos multigrados, es decir con entre uno y diez estudiantes con varios cursos en una misma sala, o sea, en una misma sala hay niños que cursan diferentes niveles, y de las más diversas realidades" (Agencia de la calidad de la Educación, 2018), Symbios está pensado para niños de segundo a cuarto básico idealmente, pero no excluye a niños de otras edades y cursos.

Esto significa que aunque el usuario ideal del proyecto son los niños de 2do a 4to básico, comprendiendo la realidad del contexto de implementación Symbios se puede implementar con niños que se encuentren dentro del proceso de enseñanza básica.

Ambas fotografías fueron recuperadas y pertenecen a Fundación Ecoscience.



SYMBIOS

4. Proceso de diseño y visualización de la propuesta

4.1. Acercamiento a conceptos de estudio y técnicas de creación

4.1.1. Experimentación macrofotográfica y levantamiento de información liquénica

4.1.2. Entrevistas a expertos

4.1.3. Etnografía en campo

4.1.4. Aprendizaje y manejo de softwares

4.2. Relato y definición de conceptos a enseñar

4.2.1. Análisis de currículum escolar

4.2.2. Iteración de guión y storyboards

4.2.3. Relato y storyboard final

4.3. Creación de Symbios - experiencia de Realidad Virtual

4.3.1. Creación parte 3d

4.3.2. Creación parte 2d

4.3.3. Etapa final

4.4 Visualizaciones Video final

4.5. Identidad de marca

4.5.1. Diseño de Logotipo y paleta de colores

4. Proceso de diseño

METODOLOGÍA DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto se utilizó una metodología de trabajo capaz de abarcar tanto los aspectos teóricos como prácticos, para así poder complementar la investigación y el levantamiento de información junto al diseño de la experiencia educativa con realidad virtual y macrofotografía.

Para esto, se comenzó con una etapa de investigación y levantamiento de información, donde se generó una investigación bibliográfica, búsqueda de teorías y referentes, así como entrevistas a expertos, etnografías en campo, aprendizaje y manejo de softwares, entre otros aspectos.

A continuación, se desarrolló una etapa de síntesis e iteración, donde se analizaron cada información levantada y se priorizaron los aspectos relevantes para definir el relato a comunicar, los aspectos a enseñar, el nivel de interactividad de la experiencia, guión y storyboard, proceso en el cual se iteró hasta llegar al relato final.

Luego, en la etapa de definición, se tomaron las decisiones del diseño del proyecto, pasando al desarrollo de la experiencia y creando el material del proyecto. Finalmente, los aspectos fueron testeados y validados pasando por una instancia de corrección y rediseño, para llegar al proyecto final.

A continuación se detallan el proceso de desarrollo del proyecto divididos por etapa de creación.



4.1 ACERCAMIENTO A CONCEPTOS DE ESTUDIO Y TÉCNICAS DE CREACIÓN

4.1.1 EXPERIMENTACIÓN MACROFOTOGRAFÍA

Y levantamiento de información líquénica

La etapa inicial de este proyecto surge por un interés personal en la fotografía natural, siendo ella un medio para conservación de la flora y fauna nacional, pero en especial el interés por la Macrofotografía natural. Se llevó a cabo una investigación y aprendizaje sobre técnicas de la 'macrofotografía' tanto en campo como en laboratorios, haciendo un exhaustivo estado del arte al mismo tiempo sobre proyectos que brindaban nuevos acercamientos a organismos naturales a través de esta técnica fotográfica.

El estudio brindó nuevos conocimientos sobre las técnicas y los diversos equipamientos (desde lentes macro a microscopios fotográficos inalámbricos para uso externo) utilizados para lograr una adecuada profundidad de campo al acercarse al sujeto, regulando la distancia y luminosidad. Luego de llevar a cabo esta investigación, se pasó a realizar experimentación macrofotográfica en campo. A través de ella se aplicaron los conceptos estudiados fotografiando diferentes organismos naturales y con distintos equipamientos.

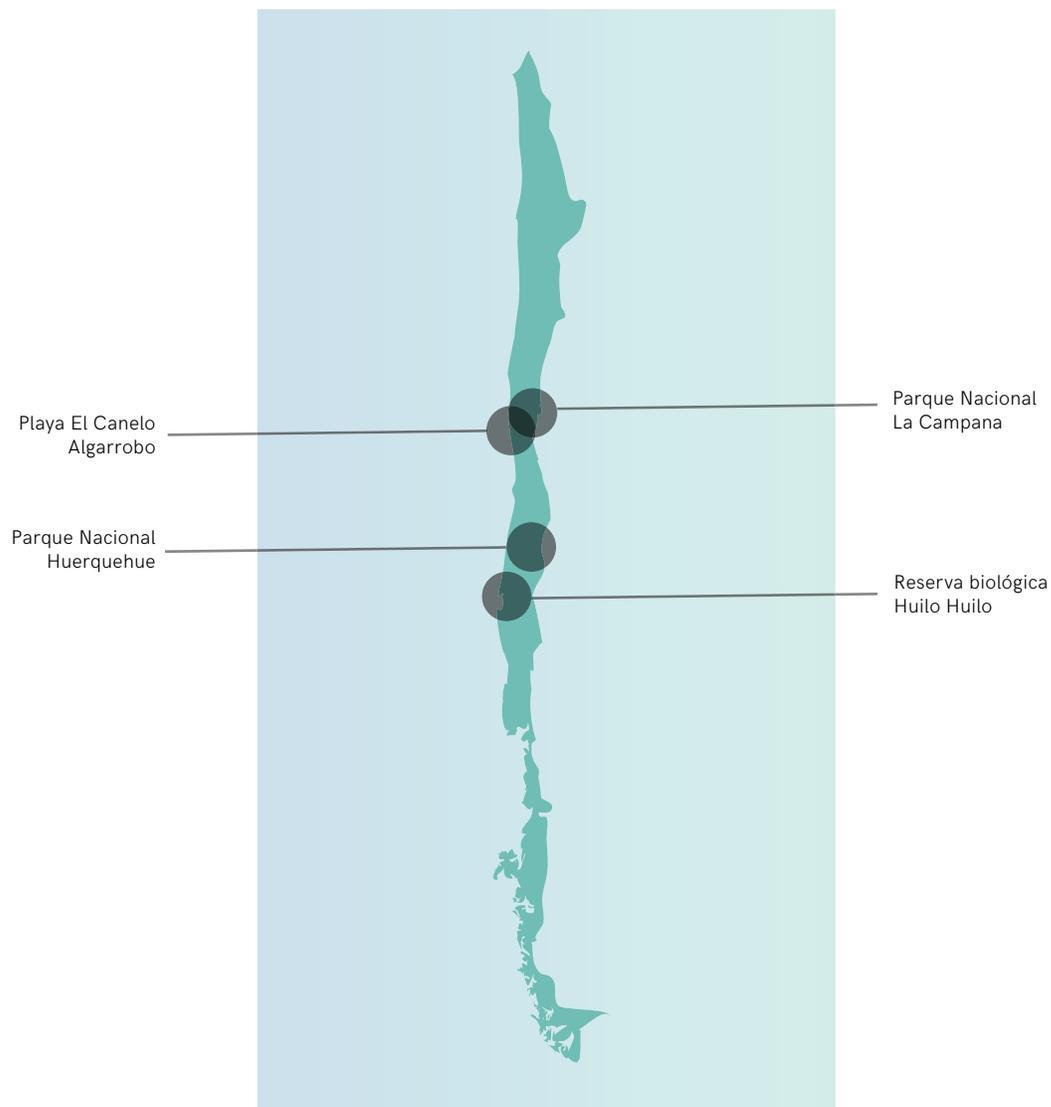
En primeros intentos con una cámara Nikon con zoom digital de hasta 42x y experimentaciones con lupas, luego con una cámara Canon de zoom integrado de hasta 55mm unido esto a filtros macro de 58x y 65x. Por último, las últimas experimentaciones fueron con la cámara Canon y un lente macro de 75x, 60 mm y un f. de 2.8 macro. Fue a través de la investigación, el estado del arte y la experimentación en campo con orga-

nismos naturales que se seleccionó un caso de estudio: las plantas no vasculares, y en especial los líquenes.

Levantamiento de información líquénica

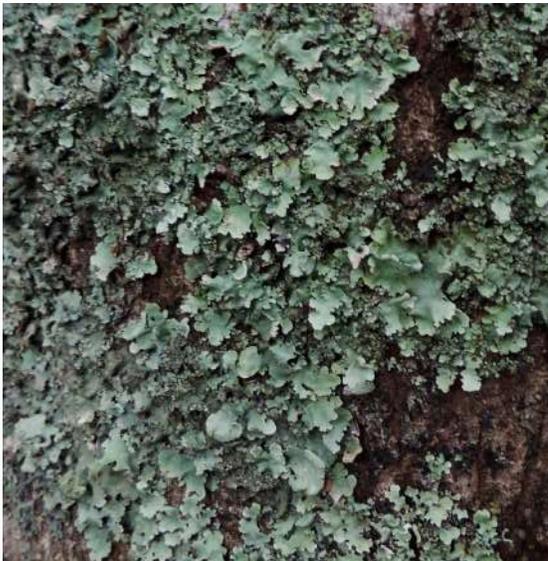
La elección de estos organismos como caso de estudio fue tomada tanto por la diversidad que existe en Chile siendo parte de un laboratorio natural, como por su interesante variedad morfológica y cromática que se ve revelada por la macrofotografía. Así mismo por su importante rol ecosistémico, establecer el ecosistema y ser indicadores de su salud, como ser formados por simbiosis, un importante fenómeno biológico.

En esta etapa del proyecto se llevó a cabo una inducción a los líquenes y a las plantas no vasculares, y sus características, se llevó a cabo un extenso estudio a través de literatura e investigaciones sobre ellos. Descubriendo la iniciativa del "ecoturismo con lupa" en la región subantártica, en el Parque etnobotánico Omora. Se contactó vía mail a expertos y a fotógrafos de líquenes, entre ellos a la bióloga y fotógrafa María Antonia Pérez Wagner, quien llevó a cabo una exploración fotográfica de líquenes chilenos expuesta en Ladera Sur. Quien vía mail entregó parte de sus conocimientos de fotografía de líquenes, así como datos para encontrarlos y el equipo que personalmente usaba. Se realizaron entrevistas a expertos, una entrevista al biólogo Roy Mackenzie, parte de la Fundación del Parque Etnobotánico Omora



donde se encuentra la mayor concentración de líquenes en el país. Por otro lado, se llevó a cabo un análisis de la tipología y una experimentación en campo de macrofotografía de líquenes para explorar su potencial visual y llevar a cabo una observación etnobotánica sobre especies y diferencias formales, tipológicas como cromáticas.

Entre los lugares que se llevaron a cabo las exploraciones fotográficas fueron en la zona centro del país el parque nacional La Campana, donde se encontraron líquenes fruticosos y foliosos, la playa El Canelo en Algarrobo, donde se encontraron líquenes crustosos sobre las rocas. En la zona sur del país en la reserva biológica Huilo Huilo, donde se encontraron líquenes foliosos principalmente y por último en el parque nacional Huerquehue, donde se encontraron líquenes foliosos y fruticosos. Al tener investigado el caso de estudio, se pasó a investigar la divulgación científica, y cómo se podría comunicar sobre estos organismos.



316 FOTOS
OBTENIDAS EN CAMPO

4.1.2 ENTREVISTAS A EXPERTOS

Se llevaron a cabo entrevistas a expertos de diversos ámbitos pero en especial de divulgación científica.



En primera instancia se entrevistó a Nélida Pohl, quien es Directora de Comunicaciones del Instituto de Ecología y Biodiversidad de Chile, el IEB, quien entregó conocimientos sobre maneras de divulgar conocimientos científicos y etnobotánica en Chile. Así como evaluó y dio feedback sobre el proyecto y su alcance. Entregando el contacto de José de la Parra, cineasta que realiza un proyecto de Realidad Virtual y divulgación científica sobre el Polen, en conjunto con el IEB.



Luego a Sabrina Seltzer, en ese entonces Especialista en Innovación educativa y transferencia tecnológica del EduLab Manager. Fue ella quien entregó la visión educativa del proyecto, y cómo éste debía estar vinculado al currículum escolar, para generar un mayor impacto en la educación básica del país. De igual forma, informó sobre los cambios que se están llevando a cabo en el currículum y cómo se está concentrando más en habilidades a desarrollar que en contenidos.



Por otro lado se entrevistó a Claudia Becerra, en ese entonces coordinadora de LabMóvil Conciencia de la fundación Ecoscience, quien entregó conocimientos sobre experiencias de valorización científica para niños llevadas a cabo por la Fundación Ecoscience, y entregó feedback sobre cómo mantener el interés de los niños durante la experiencia educativa. Entregó recomendaciones sobre la manera en la cual los niños deben sentirse parte de la experiencia, especialmente a través de una voz cautivante.



Después se contactó a Fabián Bravo Manonella, Director de Educación de Fundación Ecoscience, planteando la posibilidad de llevar a cabo el proyecto con los buses LabMóviles Conciencia, los cuales llevan en su interior equipos para realidad virtual, por una alianza con Samsung y su programa "Currículo 360". Se crea la asociación y se entrevista a Fabián sobre el funcionamiento de los LabMóviles, la misión de la fundación, así como ayuda a coordinar visitas a los buses durante el desarrollo del proyecto.



Posteriormente se entrevistó a José de la Parra, cineasta especializado en proyectos de Realidad Virtual y comunicador de la ciencia. Quien realizó el proyecto "Paisajes de Polen", experiencia de realidad virtual, parte de el IEB. José entregó conocimientos sobre la técnica de la realidad virtual, el diseñar la experiencia desde el usuario, y cómo entregar conocimiento científicos o botánicos a través de RV. E impartió clases de software de Realidad Virtual como Infinity y Medium de Oculus.



Por último se entrevistó a Nicolás Carrasco, Motion Designer y Director de arte, quien entregó conocimientos sobre cómo llevar a cabo un video animado, los pasos a seguir, e impartió clases sobre softwares de motion design, Cinema 4D y AfterEffects. Así como entregó el contacto de Caco Aliaga, locutor quien narró el guión del video Symbios RV. Nicolás fue parte del proceso de la parte 3d de la experiencia de realidad virtual, realizando el portal, el salero, y la introducción de Symbios.

4.1.3 ETNOGRAFÍA EN CAMPO

En esta etapa se llevó a cabo un análisis y estudio en temas de divulgación científica, así como una investigación sobre modos de enseñanza no tradicionales e iniciativas de divulgación científica en el país.



Se visitó el Museo Interactivo Mirador (MIM) llevando a cabo una observación etnográfica sobre la interacción entre los niños y las instalaciones educativas, especialmente en el nuevo edificio "Túnel Universo". Ahí hay instalaciones interactivas donde se entrega conocimiento sobre escalas astronómicas, tratando de llevarlas a escalas humanas. Por ejemplo, hay una instalación en la cual una pantalla mide a una persona, y luego dice "Si Júpiter fuera de tu tamaño, así serían los demás planetas". Haciendo una analogía para comprender tamaños astronómicos.

Participación en el Workshop de Divulgación Científica dictado por el docente Alejandro Durán en la Facultad de Biología UC, para el curso "Microbiología ambiental y biotecnología". En este curso se presentaron propuestas creadas por alumnos de biología en la que buscaban comunicar a través de analogías y metáforas conceptos complejos de forma simple. Fue pertinente para esta investigación al tener casos de estudio en los que los fenómenos e interacciones ocurrían a escala microscópica, tratando de llevarlos conceptualmente a escala humana.

Y se realizó una experimentación con realidad virtual, en la cual se testeó el juego de RV "InCell", videojuego inmersivo que enseña conocimientos científicos mediante el cambio de escala al "entrar" al cuerpo humano a través de la experiencia inmersiva. Entrega conocimientos sobre el funcionamiento de células y procesos anatómicos. Este testeo se llevó a cabo con el uso del dispositivo de realidad virtual "Oculus Rift" por alumnos de diseño y arquitectura en el campus Lo Contador.



Por último, se visitó dos veces el LabMóvil Conciencia de la Fundación Ecoscience, estando en campo, en el colegio Cristóbal Colón en Conchalí. "En el corazón de la población Juanita Aguirre en la comuna de Conchalí, es un liceo científico humanista de 700 estudiantes desde pre-kinder a 4to año medio" (Colegio Cristóbal Colón, 2018).

En éstas instancias se llevó a cabo etnografías sobre las actividades que realizaba Fundación Ecoscience, presenciando una actividad con un curso de segundo básico y otro día con un tercero básico, de 15 a 20

alumnos cada uno aproximadamente. Las actividades fueron llevadas a cabo por dos monitores, Alejandra Vélez y Rodrigo Díaz. Entre las actividades presenciadas se pudo ver la enseñanza de la medición de la capacidad pulmonar de cada niño, a través de la medición de diámetros de burbujas de jabón y agua realizadas dentro del bus. Al terminar la actividad de los niños, se procedió a grabar el interior del bus con una cámara Gear 360 de Samsung, material a usar en el video de realidad virtual.

Todas las fotos son de elaboración propia.

4.1.4 APRENDIZAJE Y MANEJO DE SOFTWARES

En esta etapa del proceso de desarrollo del proyecto, se llevó a cabo un aprendizaje de softwares para creación de Realidad Virtual y de videos, tanto por cuenta propia, como a través de clases presenciales.

Entre las clases presenciales se encuentran las realizadas por José de la Parra, cineasta especializado en proyectos de Realidad Virtual y comunicador de la ciencia. Quien entregó conocimientos sobre la técnica de la realidad virtual, e impartió clases de software de Realidad Virtual específicamente de modelado 3d en Medium de Oculus, y una introducción al uso de Infinity, Tilt brush de Google VR y Blocks de Google VR.

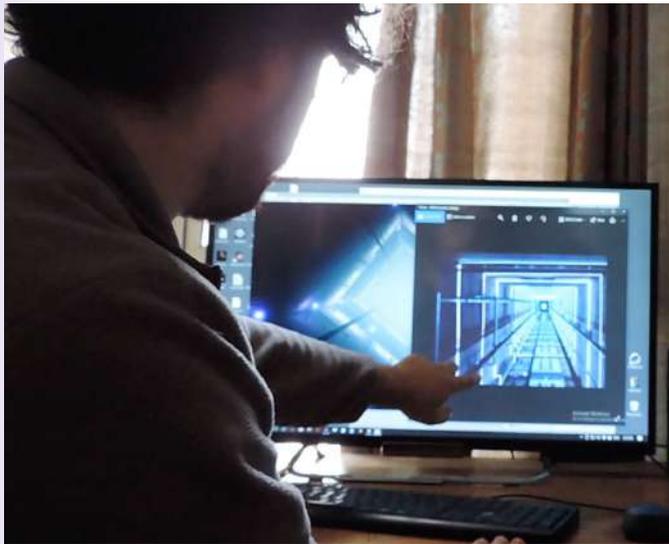
El uso del programa Medium consiste básicamente en modelar "con arcilla virtual" a través de los controles del Oculus Rift, pudiendo ver las propias manos mientras se trabaja. El programa permite empezar a modelar desde figuras geométricas básicas como cubos o esferas, o bien, usar una herramienta como "pistola de espuma" para agregar materia, o herramientas para esculpir esta materia restándole volumen, entre muchas otras funciones. El aprendizaje de este software permite que personas que sean principiantes en el modelado 3d aprendan de forma fácil y orgánica, sin necesidad de conocimientos previos, siendo realmente útil para creación de objetos "abstractos" o de formas básicas, como los cubos de sal, y los elementos del mundo microscópico del video Symbios.

La complicación de este programa es que trabajar muchas horas en él genera una sensación de mareo, y hay que acostumbrarse al movimiento para poder trabajar.

Por otro lado se asistió a clases con Nicolás Silva, Motion Designer y Director de arte, quien entregó conocimientos sobre los pasos a seguir para llevar a cabo un video animado, e impartió clases sobre softwares de motion design, específicamente del uso de Cinema 4D y After Effects.

Enseñando sobre el uso y manejo de cámaras dentro de estos programas, efectos y plug-ins, la creación e iteración de animatics para visualizar las escenas incluyendo audios provisionales, permitiendo visualizar detalles como planos, movimientos de cámara, sonidos y elementos de continuidad que pueden ser corregidos en una etapa temprana.

Así mismo, enseñó al exportar los modelos 3d creados en Medium en formato OBJ a Cinema 4D, a hacer todo el proceso de "shading", manejar luces, sombras y materiales de los objetos. También entregó el contacto de Caco Aliaga, locutor quien narró el guión del video final. Nicolás ayudó a crear el video respondiendo dudas de los softwares en el proceso de desarrollo y a su vez creó la mayoría de la parte 3d del video (en pos del tiempo para finalizar el proyecto), el modelo y animación del portal, el modelo del salero y la escena de introducción de Symbios.



Todas las fotos son de elaboración propia. Fotos de clases presenciales con José de la Parra (superiores) y Nicolás Carrasco (inferiores).

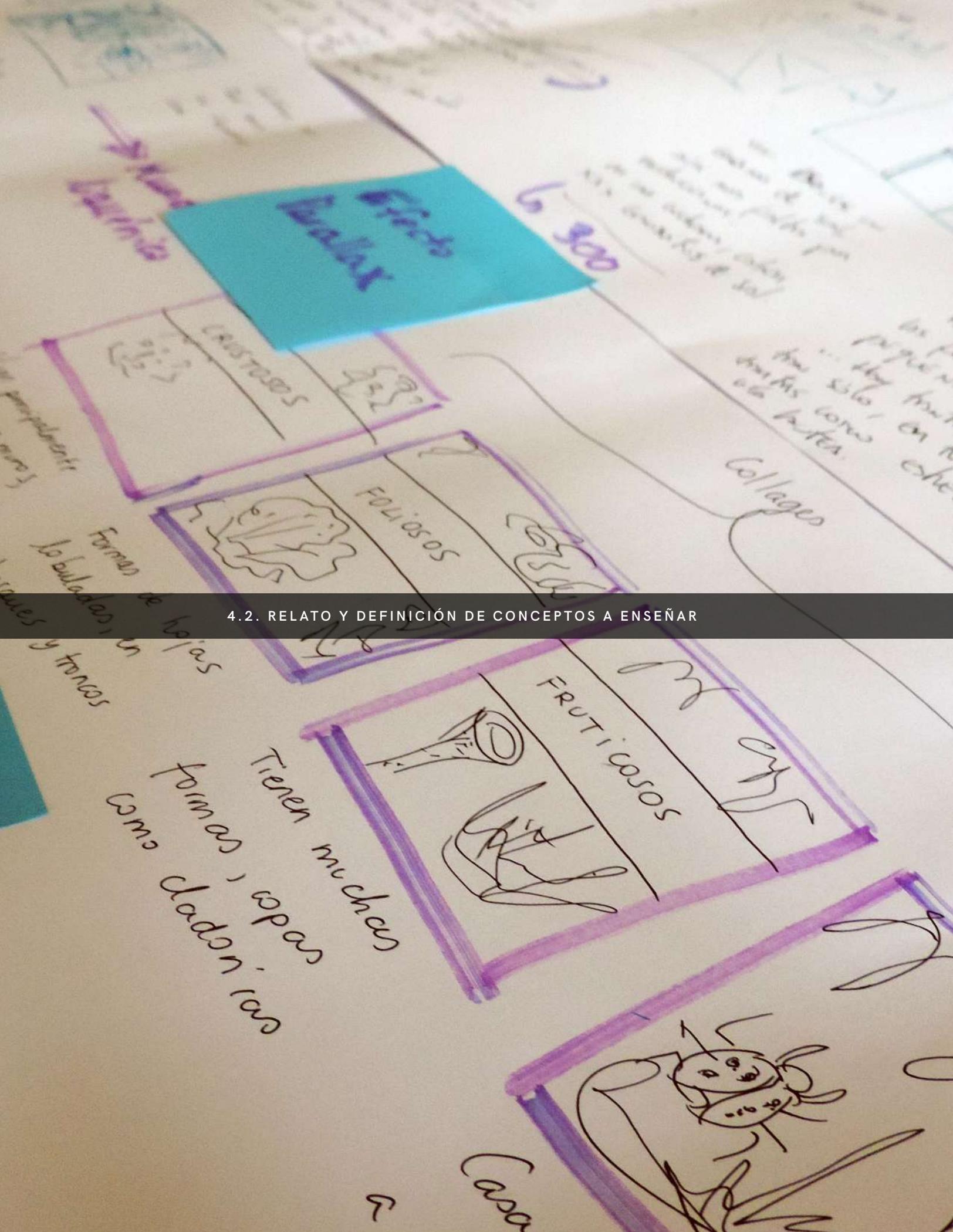
PROGRAMAS QUE SE APRENDIÓ A USAR

MEDIUM
OCULUS

CINEMA
4D

AFTER
EFFECTS

MEDIA
ENCODER



4.2. RELATO Y DEFINICIÓN DE CONCEPTOS A ENSEÑAR

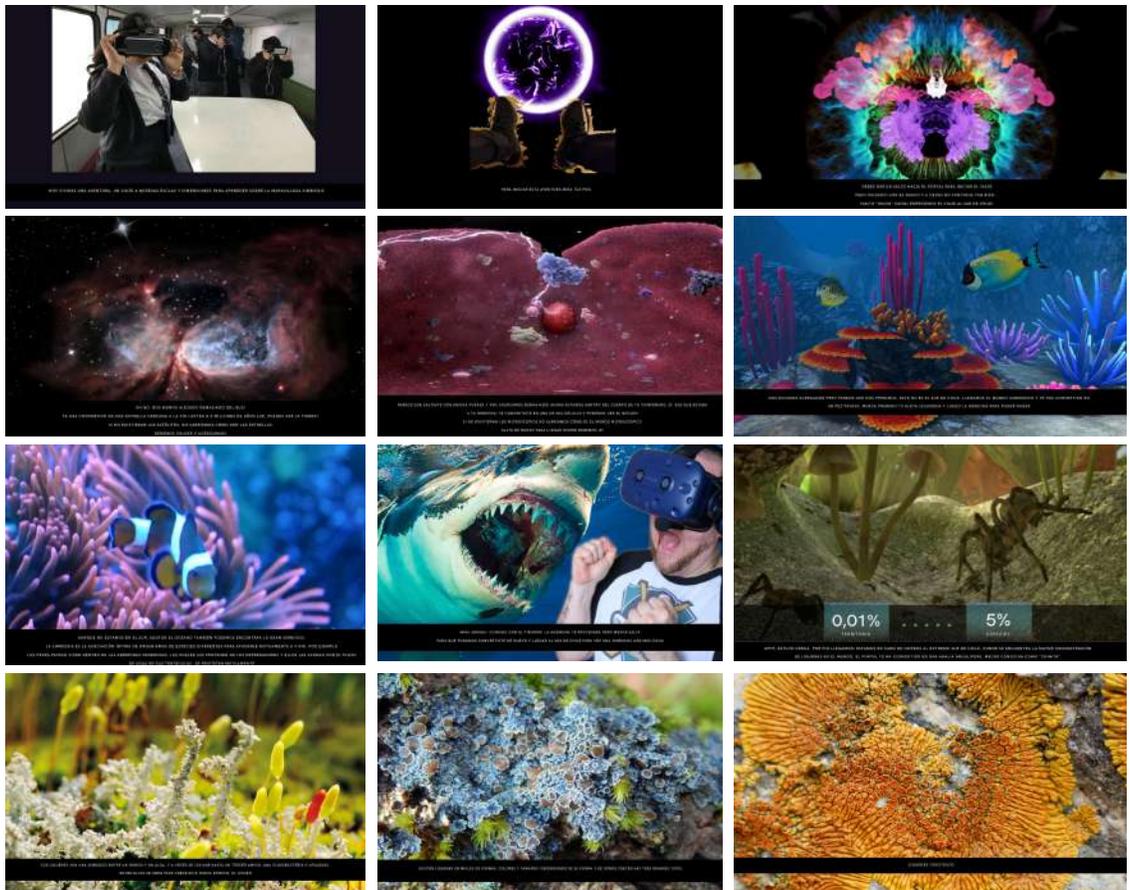
4.2.1. ANÁLISIS DE CURRÍCULUM ESCOLAR

Vinculación de conceptos a la malla

En ésta etapa se llevó a cabo un análisis del currículum escolar para hacer una vinculación y ver la pertinencia con los conceptos de etnobotánica que se querían entregar. Entre los que se debía dar a conocer estaban: el rol ecosistémico del líquen, como colono y fertilizador de suelos, la tipología y diferencias morfológicas y cromáticas de los líquenes, su rol como refugio para diversos insectos, el concepto de simbiosis como cooperación entre especies y el líquen como simbiote. Así mismo aptitudes como capacidad de comprensión de realidades a escalas distintas de la humana y comprensión de magnitudes de escalas microscópicas. Entre las actitudes se debía transmitir conductas de cuidado y protección del ambiente al reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos, por generar una vinculación a través de la experiencia.

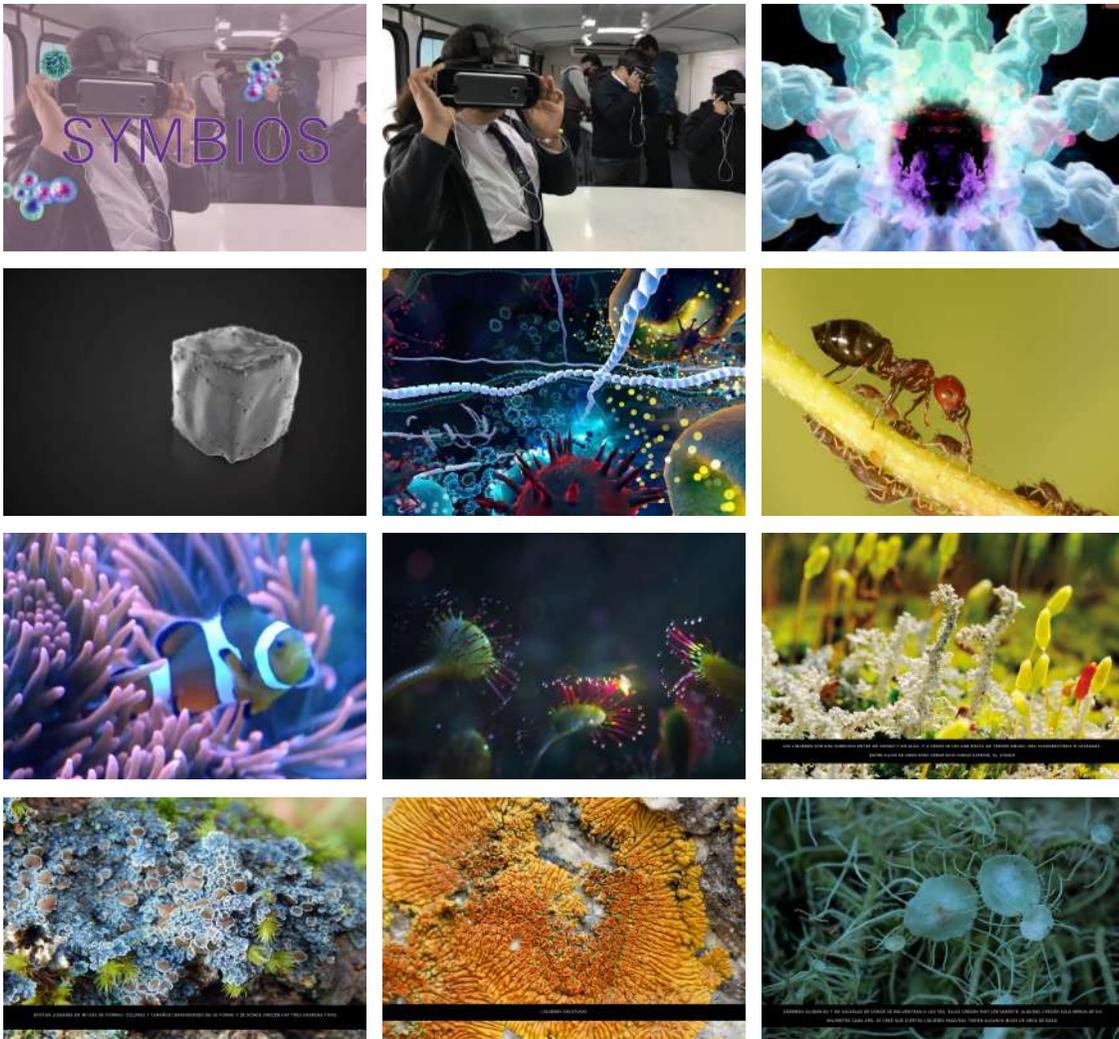
Al analizar el currículum escolar se encontró una vinculación de los conceptos a entregar en los currículum de segundo, tercero y cuarto básico principalmente, en el área de las ciencias naturales. Es en estos niveles en los cuales aprenden sobre insectos en segundo básico, sobre las plantas como fuente de alimentación, respiración, refugio y protección para otros seres vivos en tercero básico, o reconocer, por medio de la exploración, que un ecosistema está compuesto por elementos vivos (animales, plantas, etc.) y no vivos, que interactúan entre sí en cuarto básico. Además de aptitudes como demostrar curiosidad e interés por conocer seres vivos, objetos y/o eventos que conforman el entorno natural o reconocer la importancia del entorno natural y sus recursos.

La primera versión, el viaje comenzaba con un vídeo 360 del interior del bus pero se les pedía a los niños "saltar" al portal. Ésta interacción se eliminó al pensar las consecuencias que podría tener que para cada viaje en el portal los niños saltarán usando el dispositivo de realidad virtual, pudiendo causar accidentes. Así mismo, ésta versión para enseñar sobre fenómenos a escalas distintas a la humana, llevaba primero a los niños al universo, a una galaxia, diciendo que "habían saltado con mucha fuerza" y se habían alejado mucho del bus. Para luego llevarlos al interior del cuerpo humano, viendo fenómenos a escala microscópica, diciendo que se "habían acercado demasiado" y debían alejarse. Luego los llevaba al mundo submarino, diciendo que se habían equivocado de ruta, enseñando sobre la simbiosis entre peces y anémonas, donde casi eran atacados por un tiburón. Luego iban a conocer los líquenes y su morfología. Lo que pasaba con ésta versión es que habían tantos cambios de escala y de escenario que creaba confusiones, por lo que se debía simplificar el viaje. Se mantuvo el portal, pero sin pedirles que saltaran. (Todas las fotos usadas eran referencias para tener una idea del look and feel).



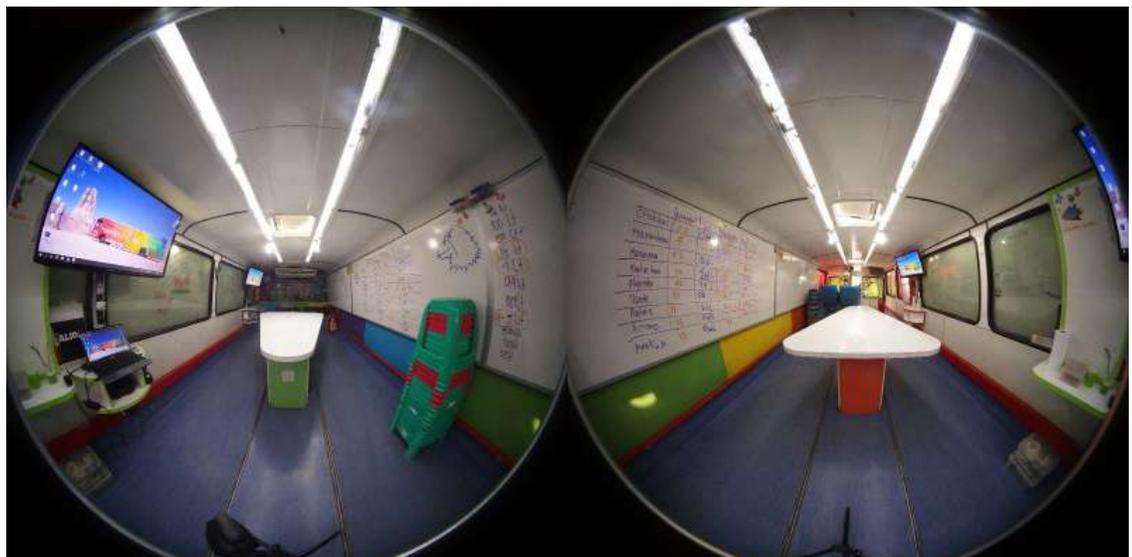
Otra de las versiones, comenzaba también con el video 360 interior del bus y llevaba a los niños a través del portal al mundo microscópico, reduciéndose hasta ver células. Para luego llevarlos a conocer distintos casos de simbiosis entre especies, primero simbiosis entre hormigas y un tipo de árbol, un espino. Luego simbiosis entre peces y anémonas. Para luego llevarlos a la simbiosis de los líquenes.

Entre las correcciones de esta versión se decidió hacer el cambio de escala de forma gradual, esto significaba o ir constantemente reduciéndose o gradualmente haciéndolos más grandes, ya que al hacerlo aleatoriamente no era lógico y era confuso. Así mismo, el cambio de escenario constante entre los tipos de simbiosis aunque era interesante no permitía entregar conocimiento en profundidad. Fue en ésta versión que se decidió al disminuir la escala, entregar escalas de referencia y objetos de referencia, en éste caso un cubo de sal al reducirlos y llevarlos a la escala microscópica.



Para la versión final se decidió abarcar con mayor profundidad dos escenarios: la disminución de escala hasta escala microscópica, 1 micrómetro, el tamaño de una bacteria; y el mundo líquénico, en escala de un insecto, en éste caso, una hormiga. Generando un cambio de escala gradual, primero de reducción hasta el mundo microscópico para luego crecer hasta el tamaño de una hormiga, finalmente crecer hasta el tamaño humano al terminar la experiencia. En la primera etapa se debía dar a entender que las bacterias no son todas dañinas, cambiando el paradigma que hoy se tiene de éstos seres. Así como se debía introducir que existen fenómenos que ocurren en escalas microscópicas, entre ellos, la simbiosis. Para luego llevar los niños a través del portal al sur de Chile, dando a conocer a los simbiosis líquenes, enseñando sobre su valor ecosistémico y su morfología. Entregando una conciencia ambiental de cuidado de las especies al generar una conexión con estos organismos a través de la experiencia.

En todos los storyboards se planeaba usar un video 360 del interior de un LabMóvil, para generar mayor inmersión en los usuarios. Se visitó uno de los LabMóviles, el bus ConCiencia, estando en campo en el colegio Cristóbal Colón en Conchalí. En el bus se grabó el interior con una cámara Gear 360 de Samsung, parte del equipo de Currículo 360 que se encontraba dentro del bus y que la fundación prestó para el proyecto. Por problemas técnicos al momento de crear la versión de realidad virtual con el formato del video 360 grabado en el bus, ya que el motor de render que se usó en Cinema 4D, Redshift, no trabaja bien con el tipo de cámara (mapeo dual esférico) que trabaja el gear. Por otro lado, el uso del video limitaba poder reusar el proyecto en otras instancias, ya que se debería haber grabado un video 360 de cada entorno o bus en el que se implementara. Por lo que, aunque se tienen videos y fotos 360 del interior del bus, no fueron usados en la versión final.



4.2.3. RELATO Y STORYBOARD FINAL

Guión final

¿Te has imaginado ver el mundo desde los ojos de un insecto, con 5 milímetros de altura?

Symbios te llevará en un viaje en el cual te encogerás hasta ser tan pequeño como una bacteria y conocerás el mundo desde otras dimensiones, viéndolo con nuevos ojos.

Este es el portal "Simbio-miniaturizador-humanis-2000" el cuál te reducirá hasta 1 micrómetro, el tamaño de una pequeña bacteria. Imagina que 1 micrómetro es un milímetro dividido en mil, y el grosor de un pelo es de 80 micrómetros. ¿Estás listo para viajar en el portal? ¡Aquí vamos!

Eso... es un grano de sal... aún nos falta mucho por reducirnos. En una cuchara caben más de 300 granitos de sal. Hemos llegado... ahora mides lo mismo que una bacteria... las formas de vida más pequeñas del microcosmos. Hay tantas de ellas que tan solo en tu estómago, hay más que la cantidad de estrellas en la vía Láctea. Las bacterias son parte de la vida, y si bien hay algunas que nos pueden enfermar, la mayoría no nos hacen daño, nos ayudan y conforman la vida...

Muchas de estas bacterias cooperan entre sí, ayudándose para vivir en sus ambientes... esta ayuda íntima entre especies diferentes para vivir, se llama Simbiosis. Ahora crecerás hasta el tamaño de una hormiga. Para conocer los líquenes, que se crean gracias a la Simbiosis, de la unión entre dos especies, un hongo y un alga.

Los vemos especialmente en los bosques en miniatura de Cabo de Hornos, al sur de Chile. ¡Allá vamos!

Te has convertido en una hormiga, de 3 milímetros de alto. Estás en un bosque sureño, casa para cientos de líquenes... nuestros colonos ecosistémicos.

Ellos son los primeros habitantes de las rocas y suelos, fertilizando para que puedan crecer vegetales, como flores y árboles. ¡Tienen muchas formas y colores! Según su forma, existen tres grandes tipos:

Crustosos: Crecen pegados al sustrato, en rocas generalmente, los puedes ver en la playa o en muros de piedra, por ejemplo

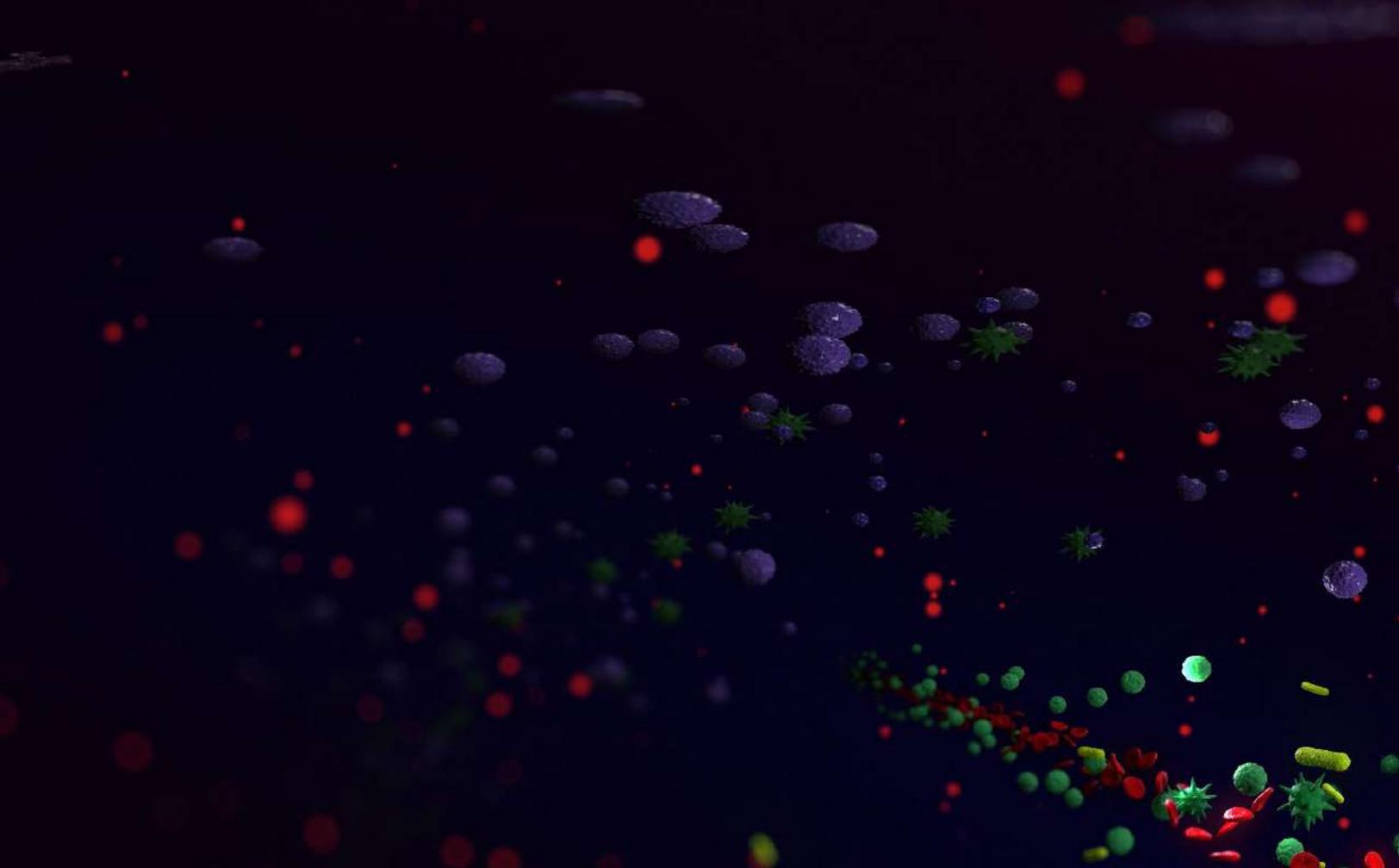
Foliosos: Tienen un aspecto de hojas lobuladas, y están unidos al sustrato sólo por algunos puntos

Fruticosos: Estos tienen muchas formas. Las más conocidas son forma de pelos colgantes, que les dicen barbas de viejo, o forma de copa, como las cladonias

¡Los líquenes además son la casa para muchos insectos! Aunque crecen muy lento, algunos sólo un milímetro al año, y son frágiles, se pueden morir si se los daña físicamente, o por la contaminación del aire. Por lo que debes cuidarlos si los ves, no sacarlos de donde están y no contaminar! Ellos son muy importantes para todo nuestro ecosistema, para que crezcan todas las otras plantas y puedan vivir insectos a lo largo de todo Chile

¿Estás listo para volver y buscar líquenes en tu colegio? ¡Allá vamos, de regreso al bus!

Esperamos que te haya gustado Symbios, el viaje a otras dimensiones



3D-2D



4.3. CREACIÓN DE SYMBIOS - EXPERIENCIA DE REALIDAD VIRTUAL

4.3.1 PROCESO DE CREACIÓN PARTE 3D VIDEO DE REALIDAD VIRTUAL

Se tratará de explicar de manera precisa un proceso que tomó mucho tiempo, muchos pasos, muchas capas, muchos elementos y composiciones.

En primera instancia luego de tener el guión se pasó a crear cuadros de estilo secuenciales de acuerdo al storyboard, con referencias de look and feel. En base a esas referencias se creó un animatic, el cual consiste en definir los tiempos de acuerdo con audios provisionales y cuánto demoran las transiciones, tiempo de cada escena. Los audios provisionales fueron grabados por mí y por familiares. Por ejemplo, había escenas que quedaban muy largas y se debió redefinir el guión hasta llegar a los tiempos deseados de duración. Se hizo una iteración de animatics con fotos referenciales y/o algunos modelos 3D en blanco y negro, hasta llegar a las decisiones finales y obtener la locución final. La locución final fue realizada por el locutor Caco Aliaga. Las grabaciones de voz propias no lograban un tono de voz cautivante para niños, y presentaban ruido de fondo.

Al tener la locución final, con los tiempos de cada escena, se comienza a desarrollar la parte 3D y la gráfica. En la parte 3D lo primero es el modelado. En esta parte se tomaron dos caminos. En un principio iba a desarrollar toda la experiencia virtual por mi cuenta, por lo que comencé a crear y esculpir los modelos del mundo microscópico y del cubo de sal en el programa Medium de Oculus. Este programa me permiti-

tía crear de buena forma estos modelos al ser formas orgánicas o abstractas, que se podían comenzar a esculpir desde formas geométricas simples como cubos y esferas, quitando o agregando "materia". Al notar el largo tiempo que me tomaba crearlos decidí pedirle ayuda a Nicolás Carrasco, quien me había hecho las clases de los programas, para crear las otras escenas en 3D y alcanzar a crear la experiencia en el tiempo definido. Nicolás creó por su parte los modelos en Cinema 4D, con el motor de render Redshift.

Por mi parte al terminar de esculpir en Medium pasé al proceso de "shading" o texturizado, en Cinema 4D de los modelos creados, Nicolás hizo este mismo proceso con los modelos que él había creado. Al tener los modelos listos, se comenzó a armar las escenas con una cámara de referencia. Es en esta etapa en la que se vio la iluminación y la composición de cada plano, ajustando la densidad y el color de cada sombra de luz. Una vez que estuvo definido todo esto, se pasó a cambiar la cámara de referencia por una cámara esférica, que es la que permite crear el 360. Teniendo todo esto definido se sacó el render, secuencias de imágenes con todos los pasos y los recortes en caso de que se quisiera corregir algún color o elemento.

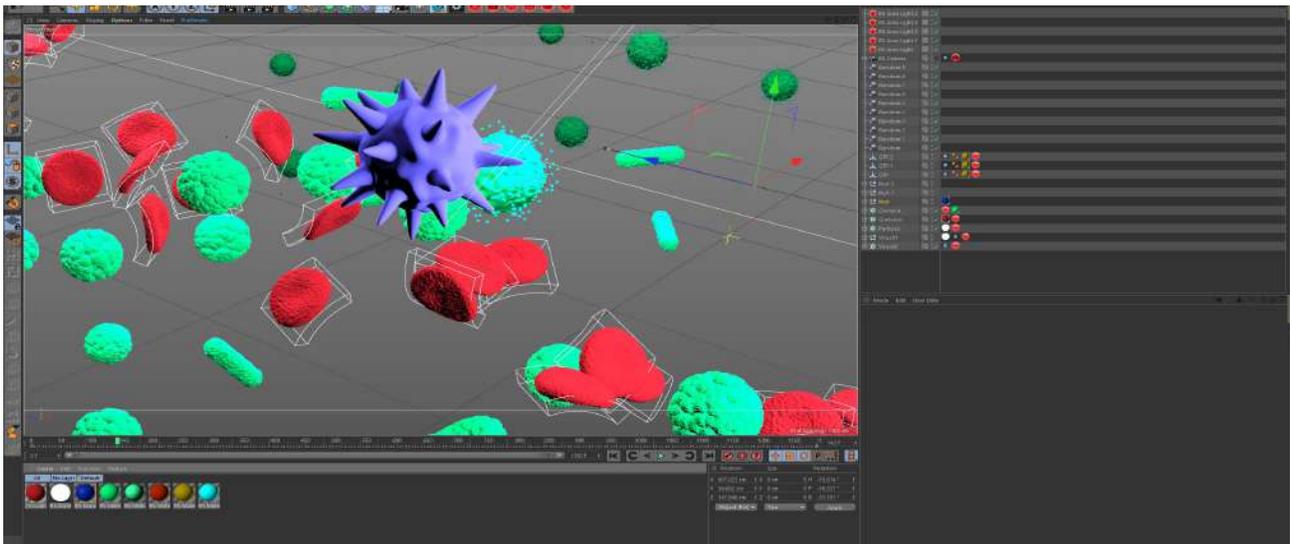
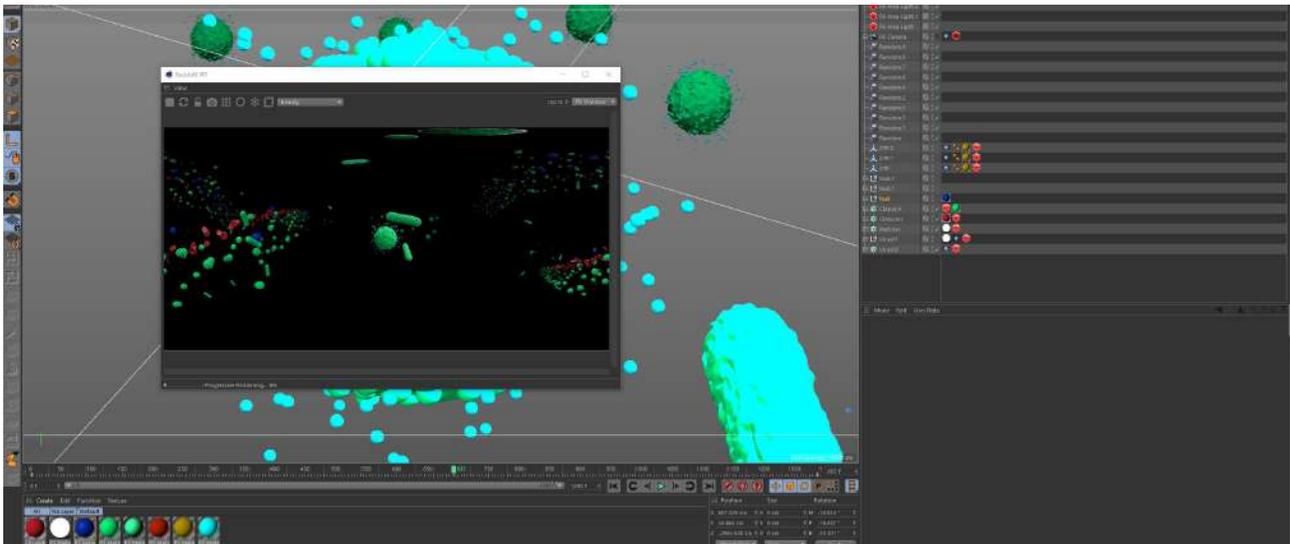
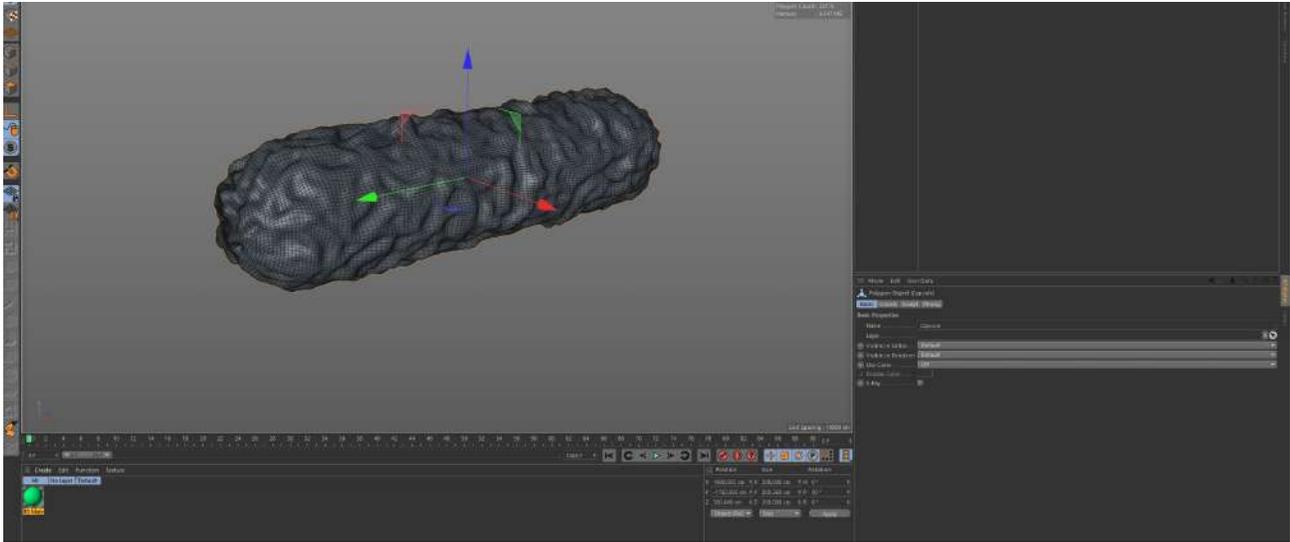
Luego se pasó el render a After Effects. Fue en After Effects que se llevó a cabo todo el proceso de montaje, "maquillando" cada escena. Pasando a un trabajo de revisión

de bordes para que no hubieran problemas al verlo con el dispositivo VR. En ésta etapa por ejemplo también se agregaron los textos que habían en escenas y animé el logo para la escena del principio y final. Pasando por última etapa a sacar los render finales, con los tiempos y composiciones finales.

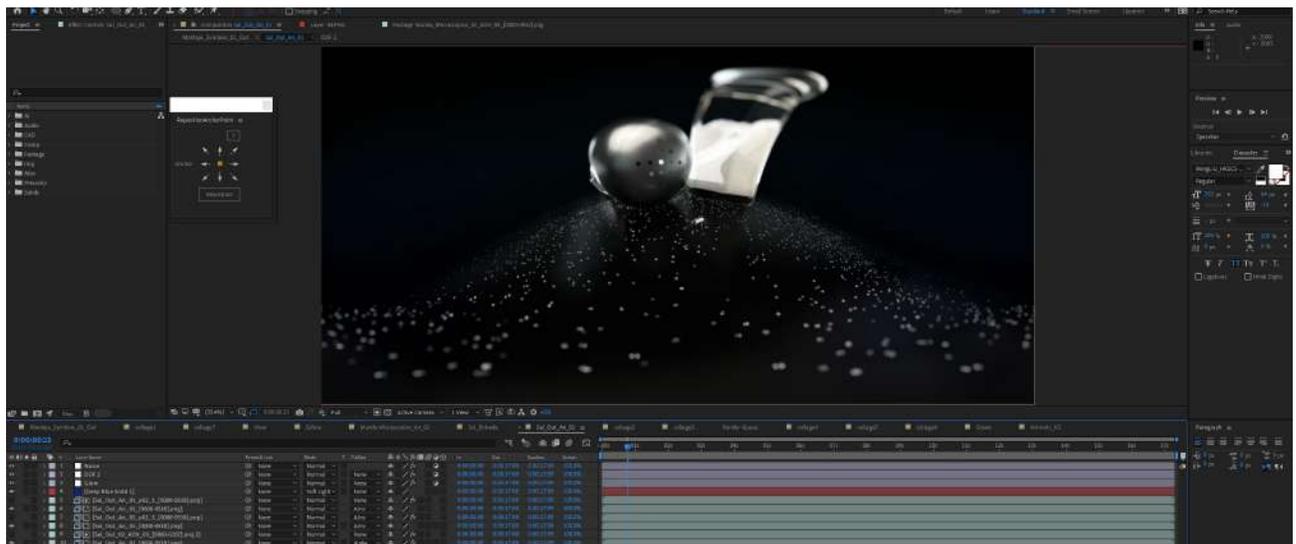
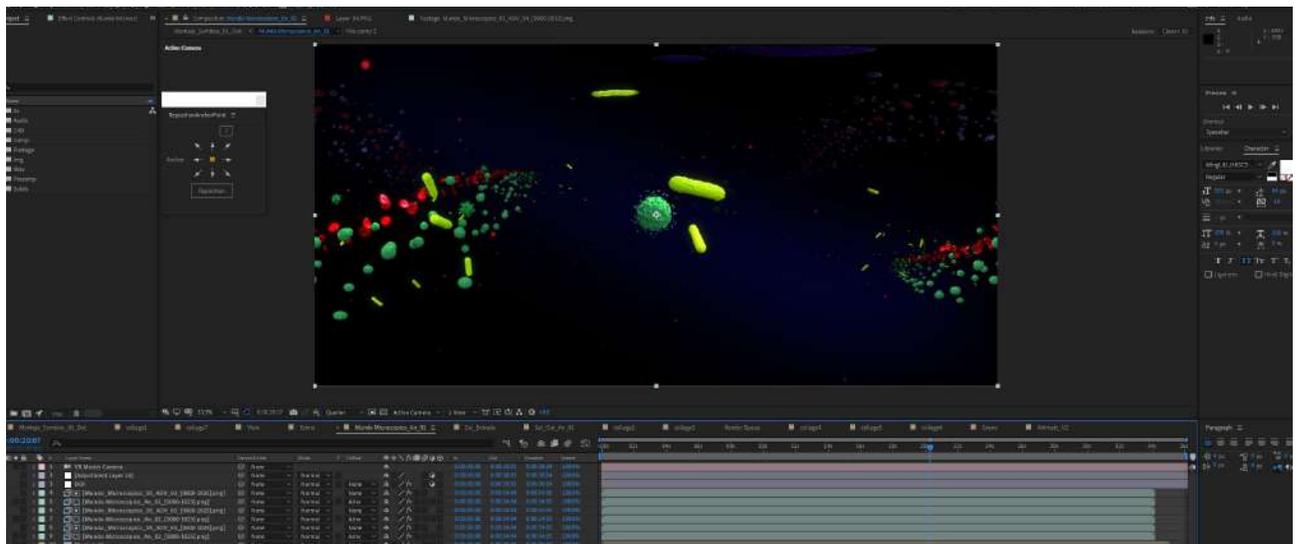
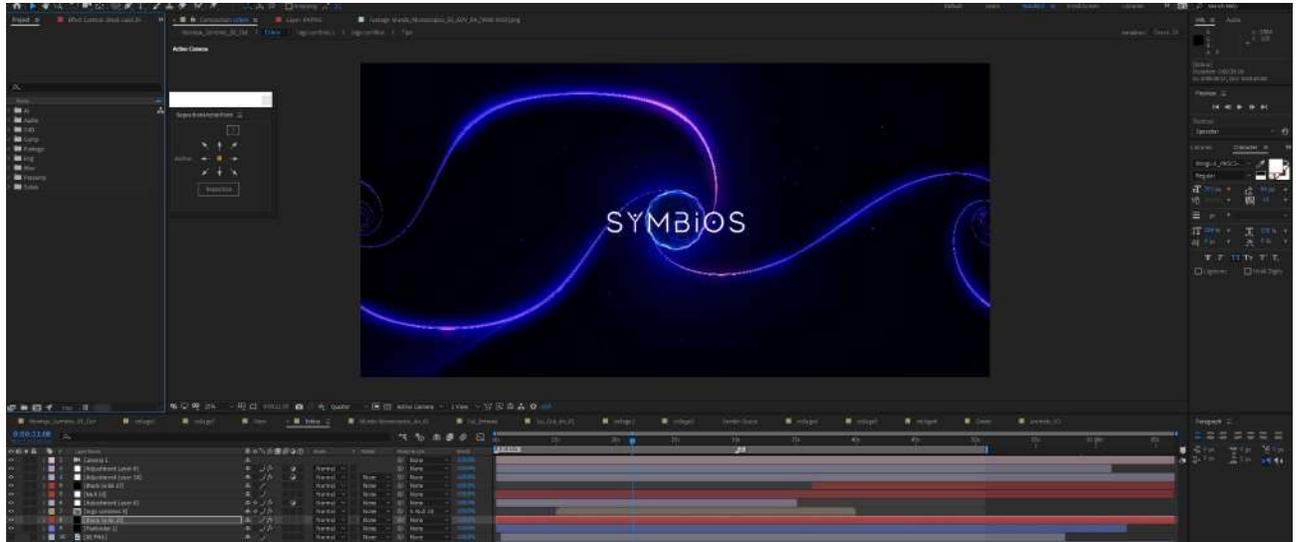
Durante toda esta etapa de 3D hubo un trabajo en conjunto con Nicolás, él creando por su cuenta el proceso de la escena del principio, la escena del portal, y la escena de los saleros junto a la hormiga, así como le pasé el modelo del cubo de sal creado para que compusiera la escena de los cubos de sal. Mientras que yo creé por mi cuenta la escena del mundo microscópico y toda la parte 2D del video que se explicará a continuación. Esta ayuda colaborativa permitió que el proyecto pudiera terminarse a tiempo.



Screenshots proceso esculpir en Medium Oculus



Screenshots proceso "shading" y composición escena del mundo microscópico en Cinema 4D al pasar modelos creados en Medium



Screenshots proceso montaje y edición de la escena de introducción, la del mundo microscópico y la del salero en AfterEffects.

4.3.2 PROCESO DE CREACIÓN PARTE 2D

Collages y efecto parallax con Volumax

En esta etapa se comenzó por una revisión y selección de macrofotografías de líquenes tanto propias como de otros fotógrafos (de dominio público). Haciendo una categorización de las fotografías elegidas según el tipo morfológico del líquen para crear las composiciones de los collages. Al tener las fotografías para cada escena, se comenzó a componer collages de cada cuadro del video, según los tipos de líquenes a enseñar: crustosos, foliosos y fruticosos.

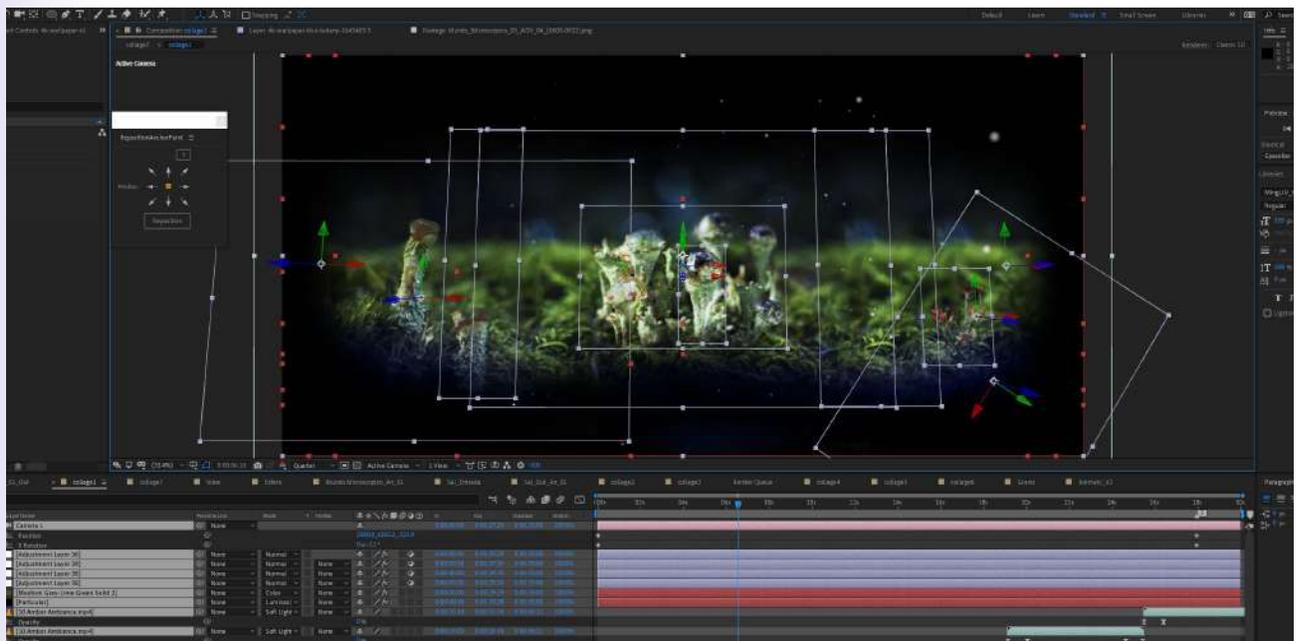
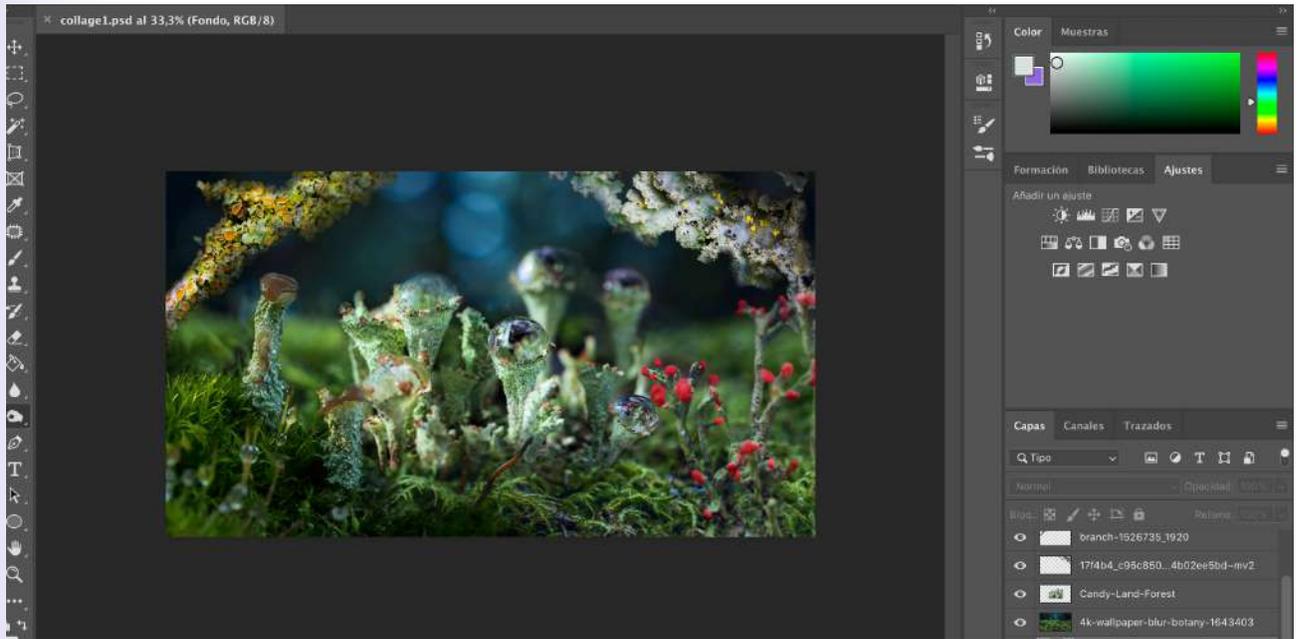
Definiendo la posición de cada fotografía para crear cada escena, y la disposición de cada una según la otra, o sea cuales se encuentran en capas más lejanas o cercanas "al usuario". Luego se pasó a un trabajo de edición de las fotografías para hacer un efecto de "blend" con la fotografía de fondo y con las demás fotografías del cuadro. Usando las herramientas borrador, opacidad, desenfoque y sobrexposición para crear un parecido con las luces y sombras de las demás fotografías.

Al tener los collages listos en Photoshop, se pasaron a After Effects para crear el efecto "Parallax" entregando volumen y profundidad a las fotografías. El efecto Parallax consiste básicamente en animar una fotografía, dando la sensación de movimiento a las imágenes, y consiguiendo un efecto 3D. Esto se realizó con el plug-in "Volumax" de After Effects, con el cual se define la profundidad entre capas para lograr el efecto 3d, definiendo la posición de cada elemento nuevamente según la profundidad. Aquí se iteró varias veces ya que pasaba que por

ejemplo las primeras pruebas se veían bien en After effects, pero al verlas en formato 360 (con VLC) quedaban muy cerca del usuario, debiendo alejar hasta llegar a una profundidad que permitía cómodamente ver los elementos del entorno.

Para luego pasar a realizar en After Effects todo un trabajo de los bordes, para que al verlos en 360 no quedaran bordes rectos, entregando la sensación de inmersión. En esta etapa hubo una iteración de prueba y error, al probar cómo se veía la composición en 360 usando el visor de video VLC para probar la visión de los bordes. El trabajo de bordes se realizó con herramientas como borrador y opacidad, creando una capa con "blur" oscureciendo los bordes y haciéndolos desaparecer, creando la sensación de un entorno 360. Este proceso se llevó a cabo con cada collage, generando desde elementos 2d entornos con efecto 3d para verlos en entornos 360 realidad virtual.







Collages finales 2D creados en photoshop



Collages finales 2D creados en photoshop



Collages finales 2D creados en photoshop

4.3.3 ETAPA FINAL



En esta etapa, al tener listo el video se debió sacar el render final. Por el peso del video, el render se demoró casi 10 días en salir. La idea original era llevar a cabo un testeo con niños en el bus Conciencia de la fundación Ecosciencia estando en campo, llevando a cabo el testeo con el video en formato de realidad virtual para visualizarlo con el Oculus Rift o el equipo de Currículo 360 del bus. Pero el tiempo de finalizado el video, coincidió con las vacaciones de invierno de los colegios, por lo que los LabMóviles Ecosciencia no estaban en funcionamiento, eliminando la posibilidad de llevar a cabo el testeo ahí.

Por lo que se debió buscar niños por cuenta propia, estando muchos de los niños de vacaciones fuera de Santiago. Se llevó a cabo un testeo con 6 niños de 7 a 10 años. Preguntándoles sobre su percepción de la experiencia, si habían sentido un cambio de escala y que expresaran para qué creían que había servido cambiar de escala. Luego se les realizó preguntas como nombrar los tres tipos de líquenes que aparecían en el video, y por qué son importantes los líquenes. Por último, qué es la simbiosis y si la conocían antes.

Los resultados del testeo fueron: todos los niños declararon sentir que se habían "achicado", cambiando su percepción de la escala y los 6 niños declararon sentir que este cambio de escala los había ayudado a entender lo que se expresaba en el video, específicamente uno dijo "a ver mis bacterias" y uno dijo "a ser un bicho".

Al evaluar la comprensión de la información, 4 respondieron bien al preguntarles nombrar los 3 tipos de líquenes, 1 respondió dos tipos bien y el tercer tipo no se acordaba, y 1 niño expresó que no se acordaba de los nombres pero que algunos crecían pegados en las rocas y otros en los bosques. Al evaluar la comprensión del rol ecosistémico de los líquenes, 3 de 7 a 8 años respondieron que eran importantes porque eran la casa para insectos, mientras que 2 de 9 y 10 años respondieron que eran importantes porque hacían que crecieran las flores y los árboles y eran casa para los insectos, 1 de 10 años respondió que eran importantes porque eran "colonos". Al evaluar la comprensión de la simbiosis, 5 comprendieron que era la ayuda entre especies para vivir, mientras que uno respondió que era "lo que hacían las bacterias". Se les preguntó si antes de la experiencia conocían la simbiosis y todos expresaron que no la conocían anteriormente.

Se les preguntó si antes conocían los líquenes, sólo 1 dijo que sí, mientras que 5 expresaron que no los conocían anteriormente. Los 6 niños expresaron que les gustó la experiencia y que los entretuvo, y que habían aprendido.

Aún así, al ser tan pocos los niños con los que se alcanzó a testear la experiencia, queda pendiente un testeo con un mayor número de niños, idealmente estando el bus Conciencia en campo en colegios.

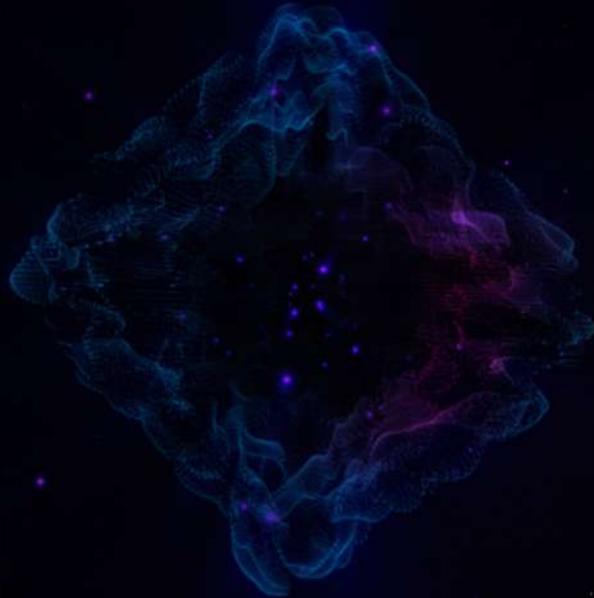


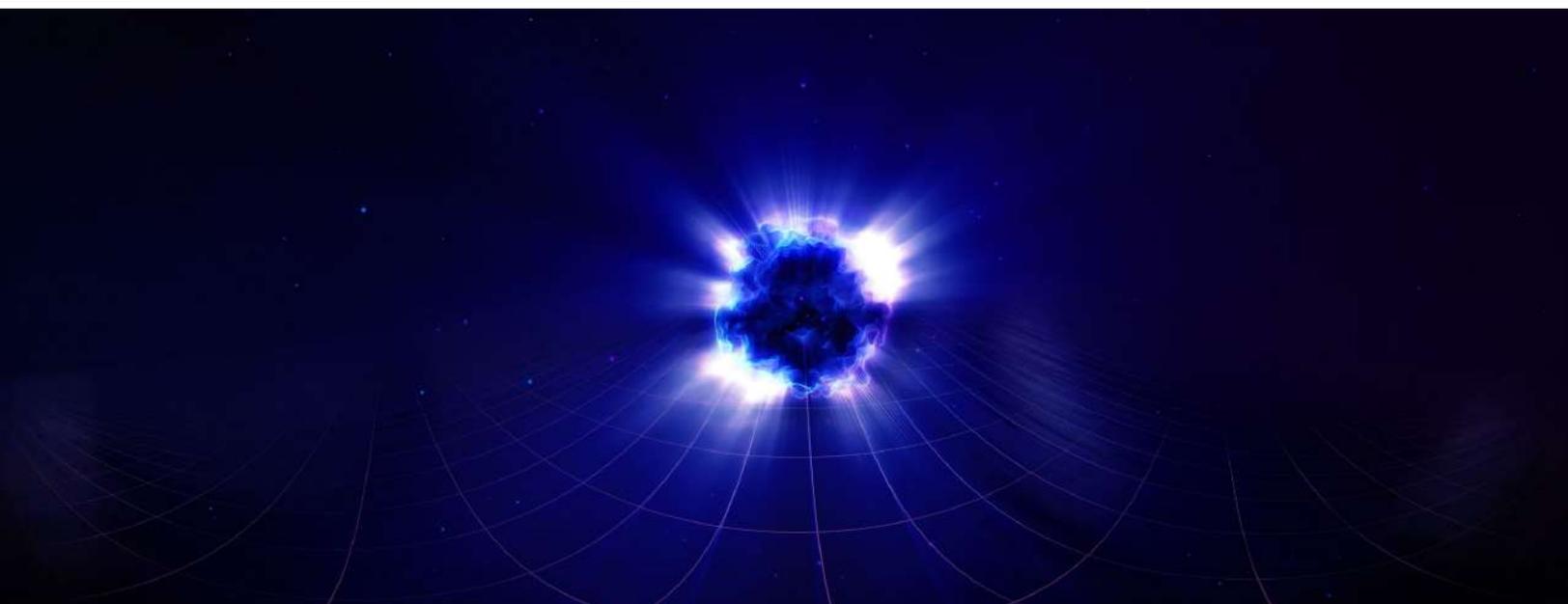
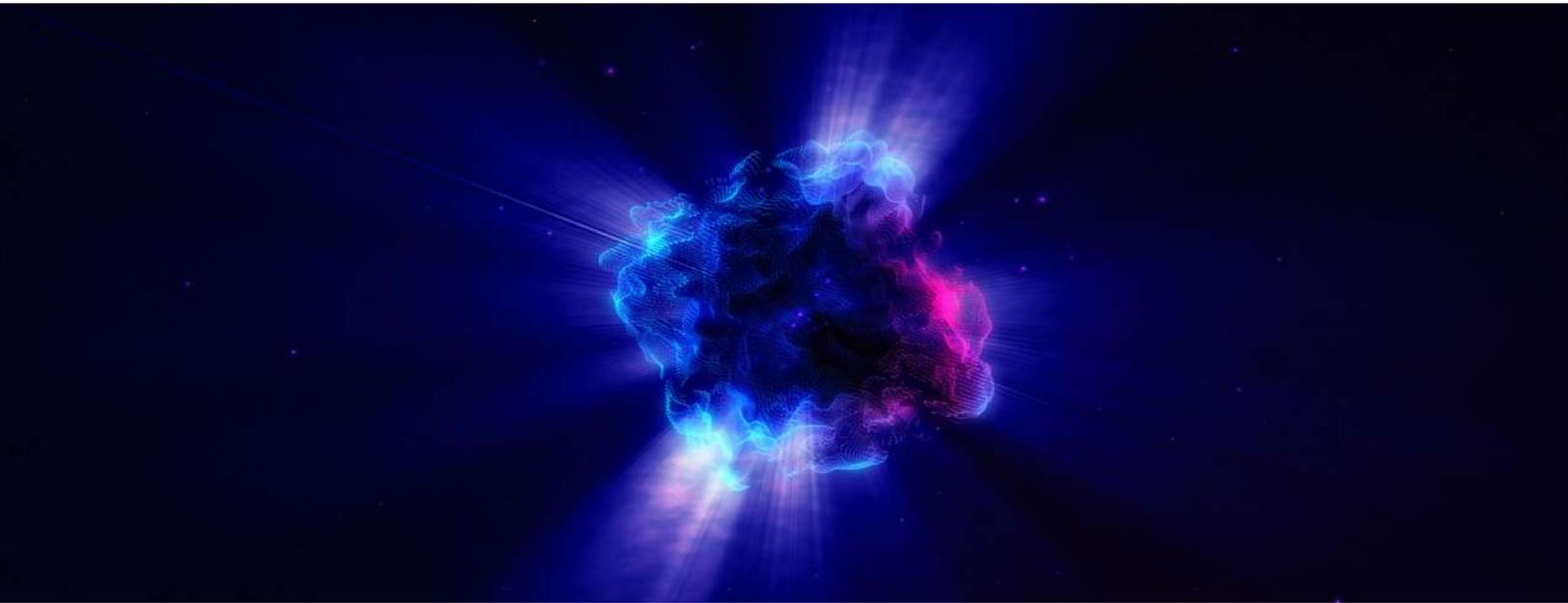
A close-up photograph of a forest floor covered in moss and small plants with dew drops. The scene is dimly lit, with a few bright spots of light reflecting off the dew drops and the moss. The background is dark and out of focus, showing more of the forest floor.

4.4. VISUALIZACIÓN EXPERIENCIA DE REALIDAD VIRTUAL SYMBIOS

ADVERTENCIA: EL USO DE UN DISPOSITIVO VR PUEDE CAUSAR MAREO. SI EXPERIMENTAS
CUALQUIER TIPO DE INCOMODIDAD PUEDES QUITARTE EL DISPOSITIVO.

ADVERTENCIA: EL USO DE UN DISPOSITIVO VR PUEDE CAUSAR MAREO. SI EXPERIMENTAS
CUALQUIER TIPO DE INCOMODIDAD PUEDES QUITARTE EL DISPOSITIVO.







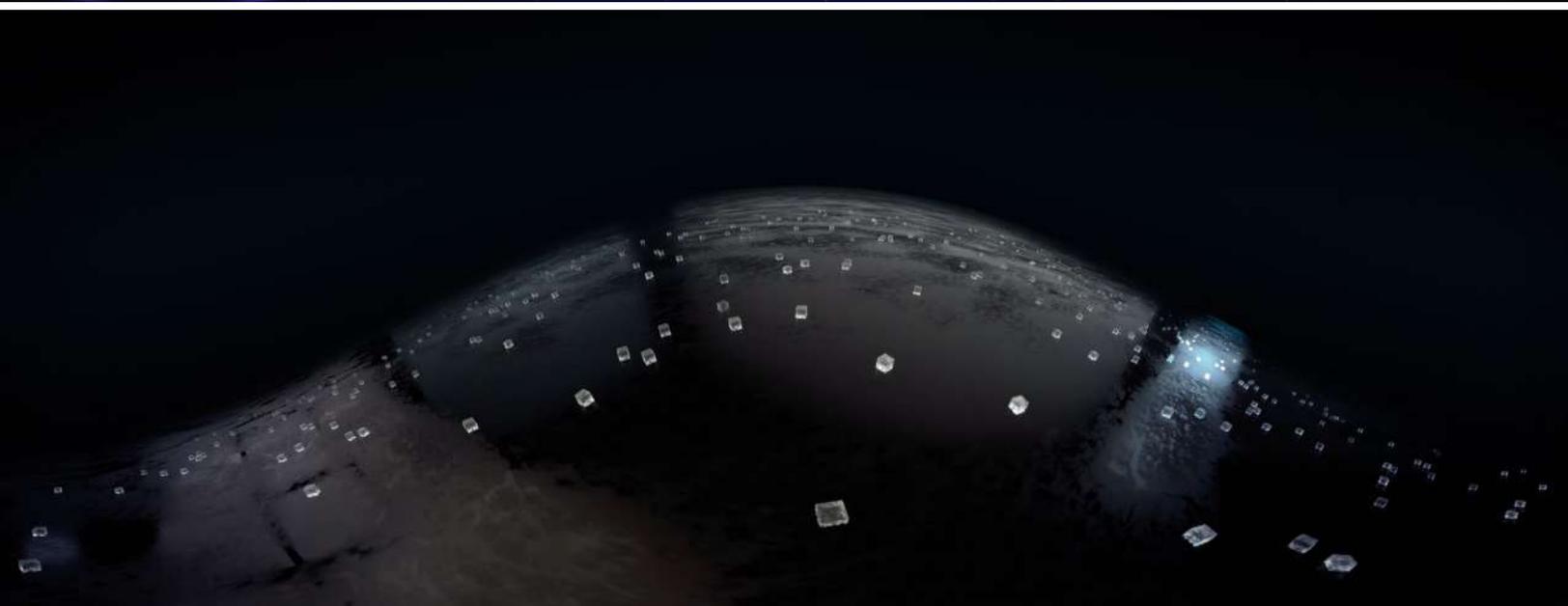
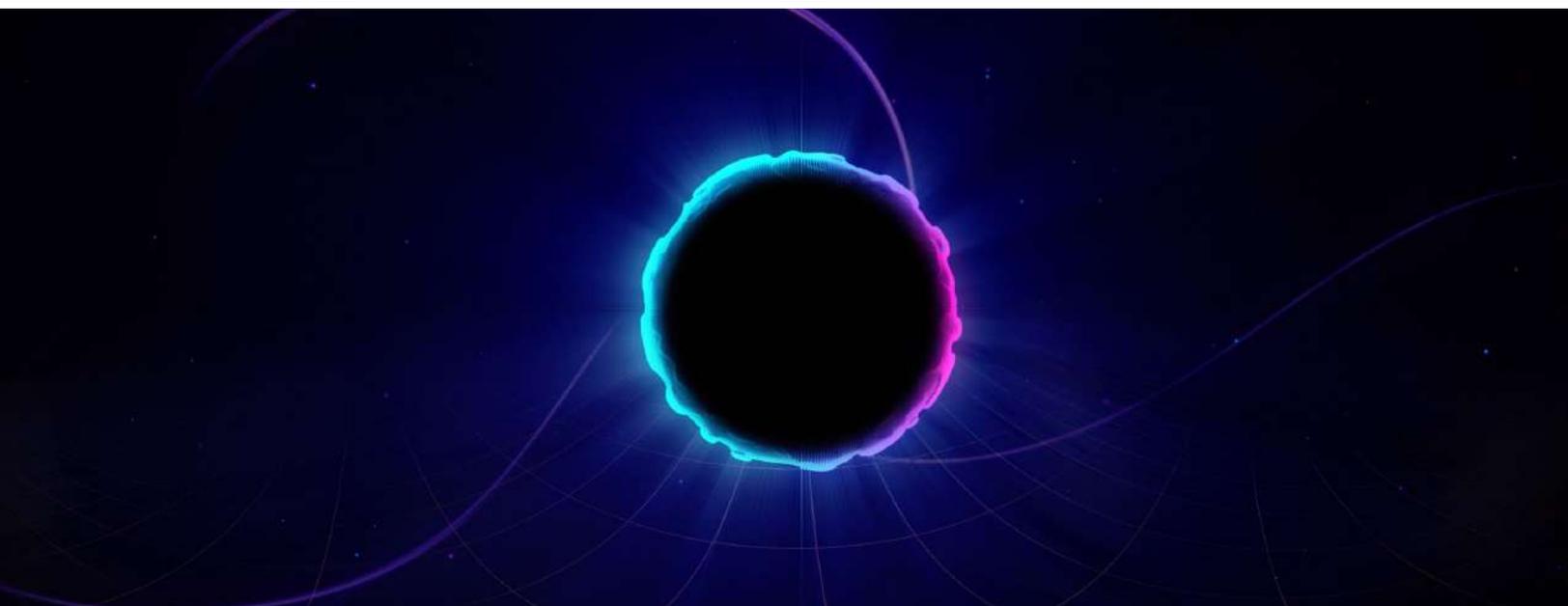
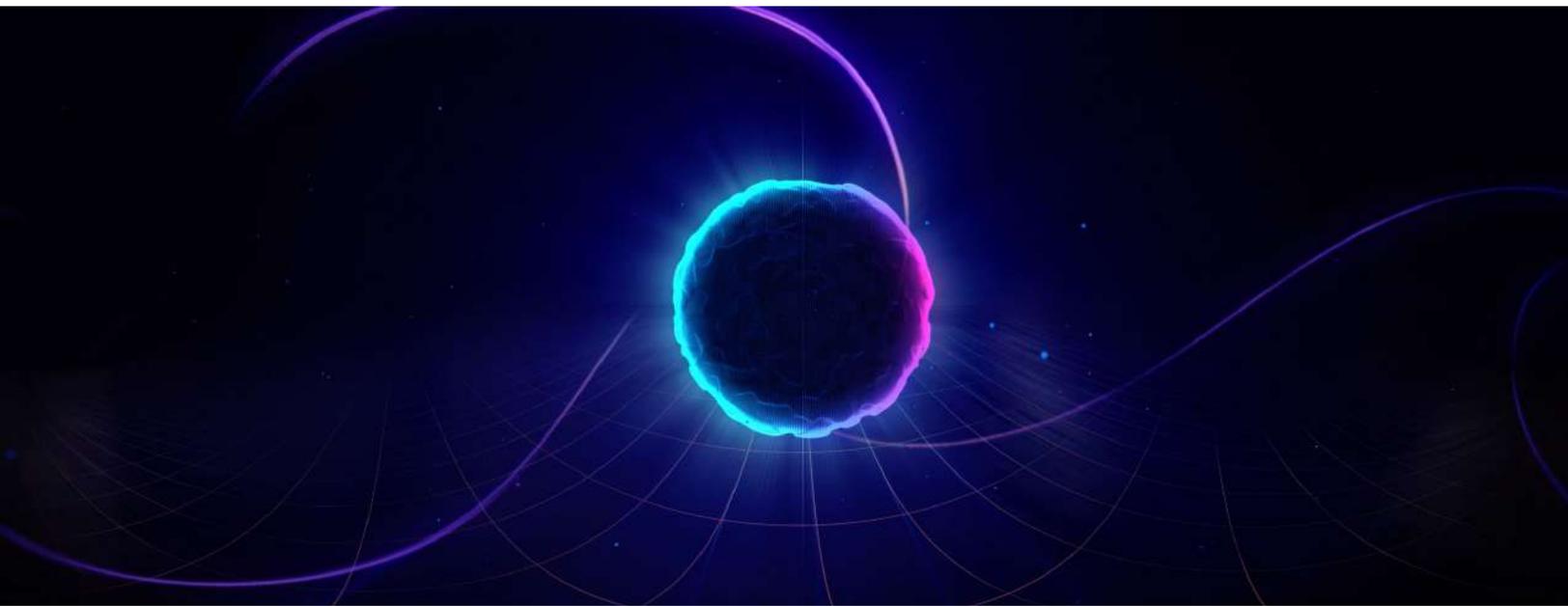
SYMBIOS

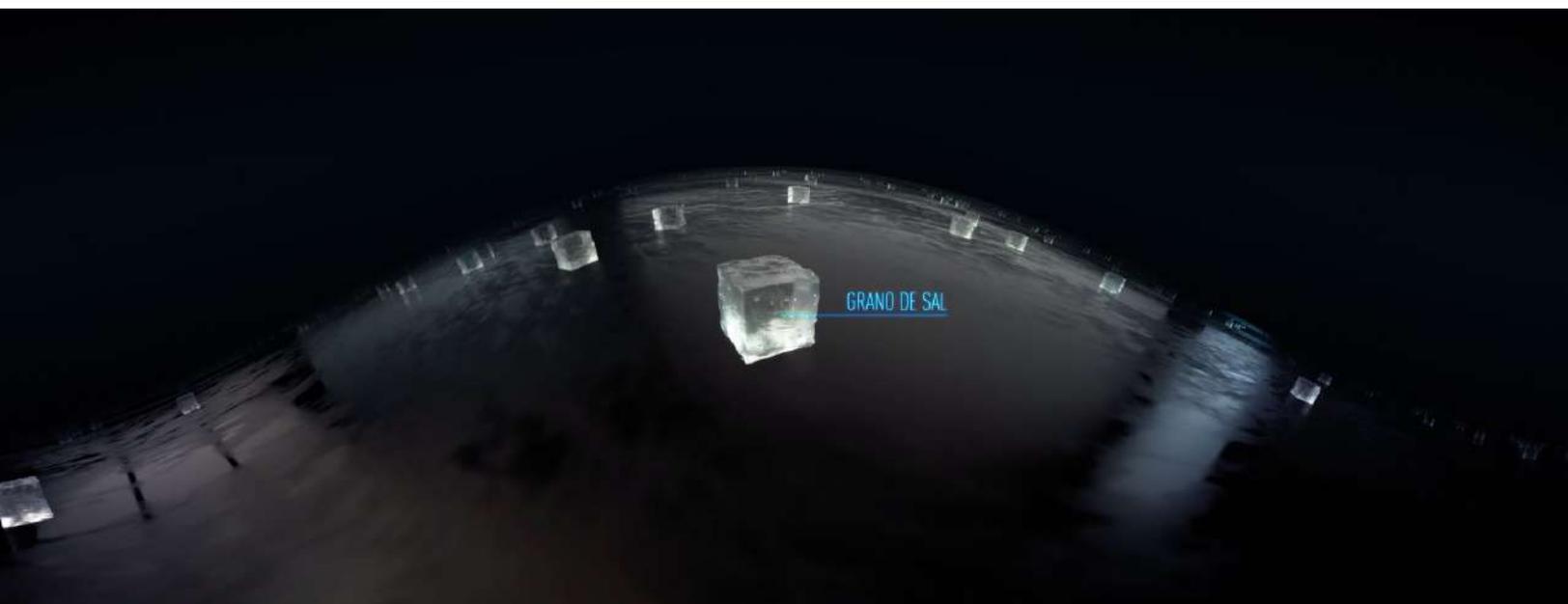


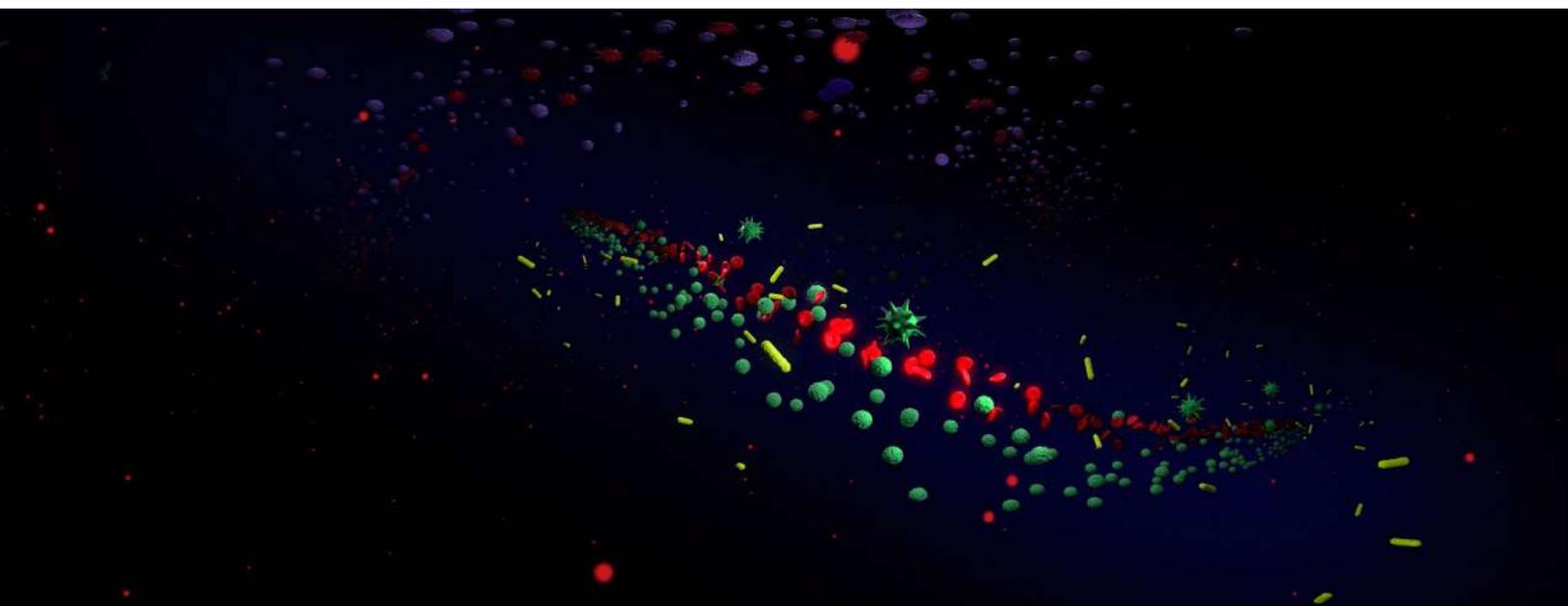
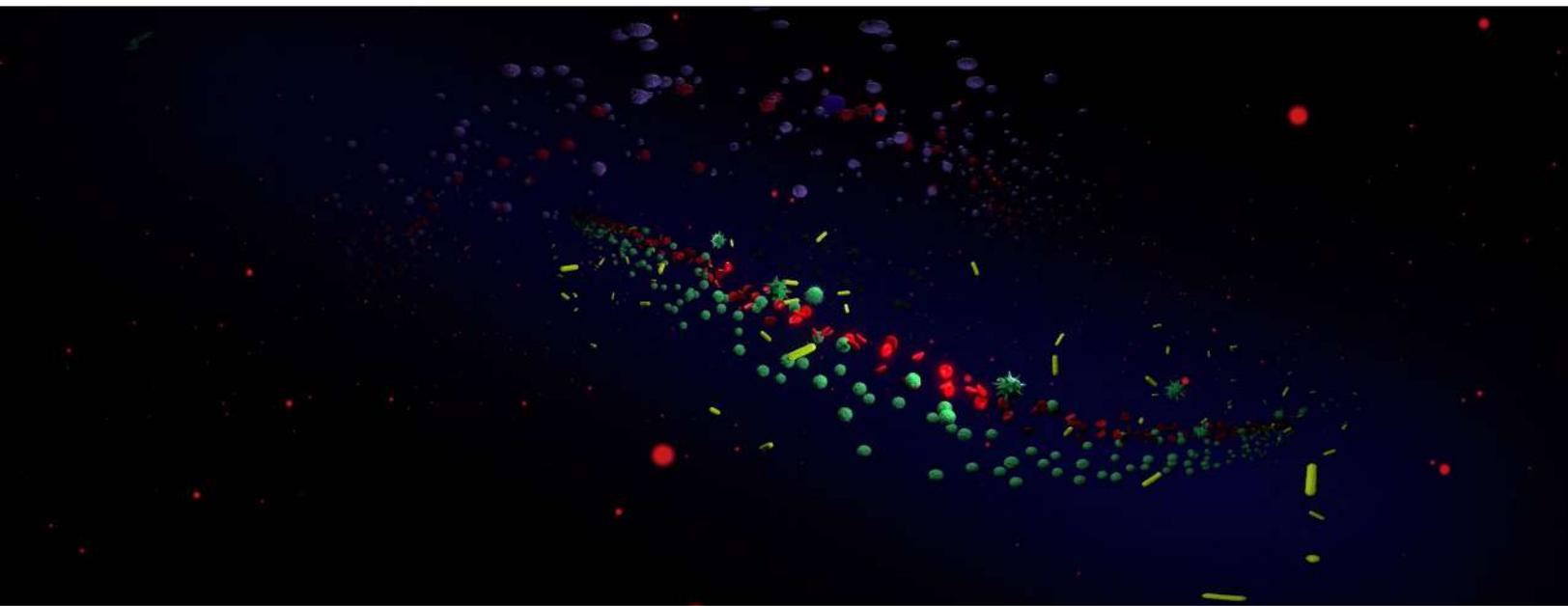
SYMBIOS

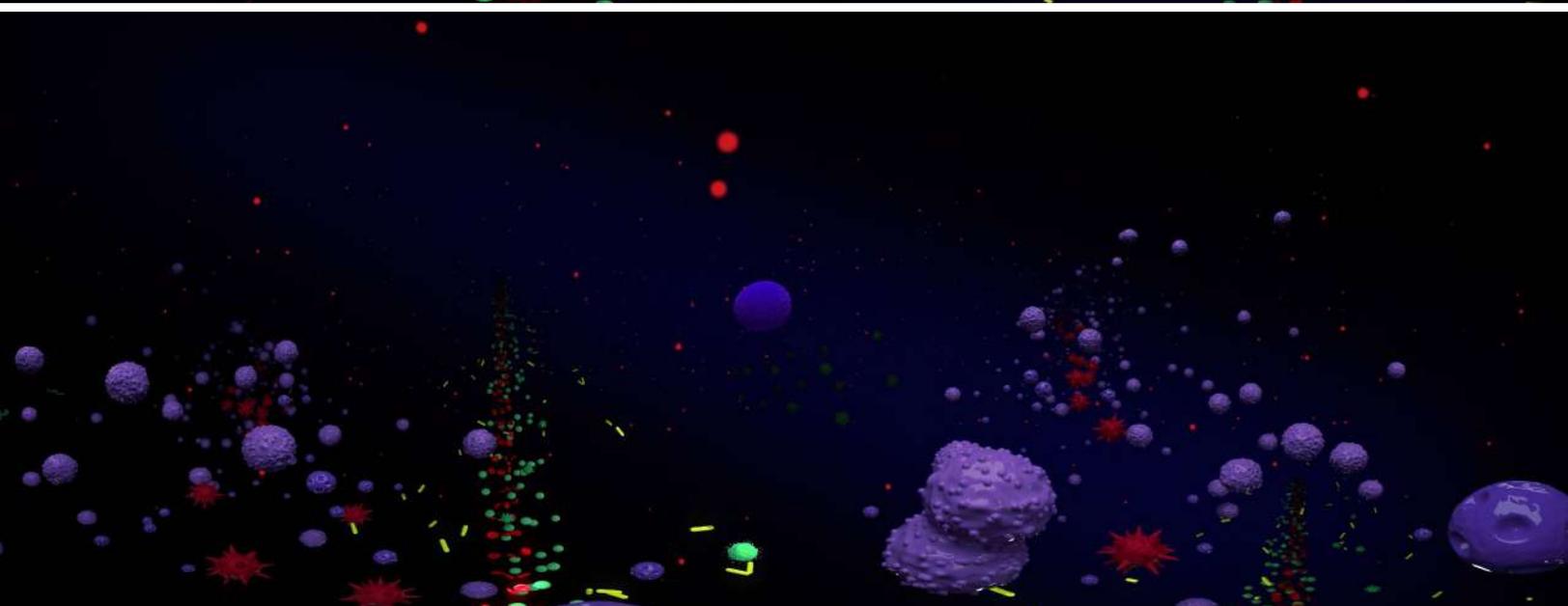


SYMBIOS

















SYMBIOS

4.5. IDENTIDAD DE MARCA Y CREACIÓN DE LOGOTIPO

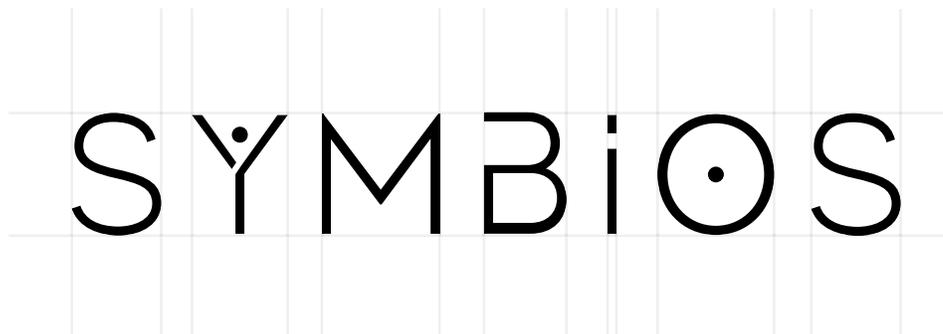
4.5.1. Diseño de Logotipo e identidad

SYMBIOS es el nombre del proyecto, el cual hace referencia a la etimología de la palabra simbiosis, procedente del latín moderno symbiosis, en la cual participa el prefijo syn (con, en compañía) y el nombre bios (vida), más el sufijo sis (proceso), por lo que se podría definir como "el proceso de vivir en compañía" o "convivir" lo cual alude a la visión que quiere transmitir este proyecto.

La gráfica del proyecto se constituye por dos familias tipográficas. En primer lugar, se encuentra HK Grotesk, una tipografía sans

serif grotesca utilizada para textos y títulos. Por otro lado, Circular STD, principalmente para subtítulos. La paleta cromática está compuesta por morados principalmente, transparencias y degradados para crear efectos de profundidad, haciendo alusión a la realidad virtual.

El logo se creó buscando transmitir conceptos como "tecnológico" y "modernidad". La "Y" hace alusión a un niño con los brazos extendidos al cielo, buscando transmitir el ámbito educacional del proyecto.



Pantone P 121- 6C

C = 72
M = 0
Y = 21
K = 0



Pantone 814 U

C = 65
M = 66
Y = 0
K = 0



Pantone P 99-7 C

C = 82
M = 78
Y = 0
K = 0



Pantone P Process
Black C

C = 0
M = 0
Y = 0
K = 100



5.



IMPLEMENTACIÓN



5.1 VINCULACIÓN A FUNDACIÓN ECOSCIENCE

La implementación del proyecto se llevará a cabo en primera instancia con la Fundación Ecoscience, específicamente implementando Symbios en sus LabMóviles. Estos consisten en buses que cuentan con equipos de realidad virtual, parte de la iniciativa Currículo 360 de Samsung, contando con los visores Samsung Gear VR. Los cuales funcionan con los celulares Samsung Galaxy, por lo que el video Symbios estaría en formato 360 en los smartphones Galaxy del bus, para que puedan implementar la experiencia con los alumnos dentro de los buses. Se le hará entrega del material Symbios en formato 360 a la fundación para que ellos lo integren a los celulares Galaxy de cada bus, pudiendo hacer uso de éste en las visitas a colegios a lo largo del país.

El modo de operación de los buses LabMóviles consiste en visitar colegios a lo largo de todo Chile contando con 3 buses: Bus Conciencia, el cual visita a todas las regiones; el bus Conciencia Magallanes, el cual se enfoca en la región de Magallanes y Antártica chilena, desde Puerto Natales hasta Puerto Williams; y por último, el bus Conciencia Astronomía, el cual busca impactar en regiones a lo largo de Chile al igual que el bus Conciencia. Estos buses visitan colegios rurales o urbanos vulnerables principalmente, pero sin dejar de lado a colegios que contacten a la fundación pidiendo visitas. La fundación primero visita a los colegios sin los buses para hacer el

contacto, y ver la infraestructura del colegio, definiendo dónde se puede estacionar el bus y cómo puede entrar o llegar a la instalación. Al tener definido esto, se genera una ruta con colegios por región a visitar, para implementar las visitas de los buses en varios colegios por zona con un solo viaje. Al tener definida la ruta de colegios, los buses visitan a los alumnos, contando con al menos dos monitores por bus para llevar a cabo las actividades educativas. Al subir al bus, los alumnos tendrán una clase interactiva de química y/o biología, en la que se incorporará Symbios, realidad virtual para potenciar el aprendizaje e interés en éstas áreas.

La implementación con la fundación permite que el proyecto Symbios llegue a alumnos a lo largo de todo Chile, así mismo permite implementar el proyecto con una organización que cuenta con todos los elementos necesarios de realidad virtual para implementar Symbios de manera inmediata. Siendo una gran oportunidad para arrancar el proyecto, generando un impacto de conciencia ambiental y divulgación científica en la educación chilena y entregando la posibilidad de implementar realidad virtual en colegios con menos recursos tecnológicos en el aula.

Permitiendo esta vinculación generar un alcance del proyecto llegando a los extremos de Chile continental completo, desde Visviri hasta Punta Arenas.



Todas las fotografías pertenecen a Fundación Ecoscience

LabMóvil ConCienCIA en viaje por mar para llegar a colegios



LabMóvil Conciencia Astronomía, recién inaugurado este año 2019



LabMóvil Conciencia Magallanes, recorre desde Puerto Natales a Puerto Williams



Curriculo 360 de Samsung cuenta con lentes Gear VR para implementar Symbios

5.2 FONDOS CONCURSABLES

Con el objetivo de poder desarrollar el proyecto a mayor escala, se revisaron diferentes programas de investigación, emprendimiento y financiamiento.

Para los cuales se podría concursar de forma personal, o la fundación podría actuar como asociados de los fondos:

FONDOS CORFO

Fondos concursables organizados por la Corporación de Fomento de la Producción. Destaca Capital Semilla, el cual apoya emprendimiento que ya tengan definida la solución a implementar, cuenten con un equipo de trabajo conformado y un primer análisis de mercado. Dentro de los objetivos están el aumento de capital, concretizar ventas y formar una base de clientes.

CONCURSO NACIONAL DE VALORACIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA EXPLORA, CONICYT

El Concurso Nacional de Proyectos de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología consiste en el cofinanciamiento de productos y/o actividades destinadas a implementar iniciativas pedagógicas posibles de ser alineadas al currículum en diálogo con las escuelas y sus necesidades reales (Eje Valoración de la Ciencia y Tecnología). Por otro lado, busca también cofinanciar el desarrollo de productos y

materiales didácticos e interactivos que permitan la apropiación de los beneficios de la ciencia y la tecnología en el público general (Eje Divulgación de la Ciencia y la Tecnología) (Explora CONICYT, 2019).

Se llevará a cabo una investigación de fondos internacionales en los que Symbios pudiera participar, buscando escalar el proyecto no solo en el ámbito nacional, sino también en un principio en otros países de Sudamérica para luego en otros continentes. Simbiosis existe a lo largo de todo el planeta, Symbios puede intentarlo.

5.3 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

Si es que Symbios se quisiera implementar en otras instancias fuera de la fundación Ecoscience, se debe tener en cuenta el arriendo o compra de equipos para visualizar la experiencia de realidad virtual.

Dependiendo del grado de inmersión que se quiere entregar al usuario, los costos de los equipos varían. Y dependerá de la cantidad de niños a la vez a los que se les quiera mostrar Symbios, la cantidad de equipos que se deberán comprar/arrendar. Actualmente en el mercado podemos encontrar los siguientes costos de compra de los siguientes equipos:

- Samsung Lentes Gear Vr Oculus Realidad Virtual con controlador: 88.350 CLP, 129,99 USD (Información sitio web Oculus) Aunque se encuentran opciones más baratas del mismo equipo, por ejemplo en 49.990 CLP (información de SmartDevice)

La versión actual de Gear VR es compatible con los siguientes smartphones:

- Galaxy S9
- Galaxy S9+
- Galaxy Note 8
- Galaxy S8
- Galaxy S8+
- Galaxy S7
- Galaxy S7 edge
- Galaxy S6+
- Galaxy S6 edge
- Galaxy S6 edge+
- Galaxy A8

- Smartphone Samsung Galaxy S8: 349.990 CLP (información sitio web Samsung Tienda Smart)

Si se quisiera un grado de inmersión mayor que el brindado por Gear VR, están los siguientes equipos:

- Oculus Go 32 GB: 249.000 CLP (Información de SmartDevice)

- HTC Vive: 579.900 CLP (Información de SmartDevice)

- Oculus Rift: 849.990 CLP (Información de Zmart.cl)

Se debe tener en cuenta, que para usar alguno de estos equipos se debe contar con un computador lo suficientemente potente para que el equipo corra. Existen muchas opciones en el mercado de computadores posibles para que corran estos equipos, pero al necesitar una potencia de hardware alta, con tarjeta gráfica potente, CPU y memoria de más de 8gb de ram, los precios son altos.

Una opción sería que Symbios en un futuro contara con su propio equipo de realidad virtual, para poder implementar el proyecto en distintas instancias llevando toda la experiencia. En esta opción se llevaría el equipo y la experiencia al cliente.

5.3 PROYECCIONES

Entre las proyecciones podemos encontrar tanto de implementación de Symbios como de versiones de la experiencia de realidad virtual. Entre las proyecciones de implementación, no excluyentes con la de los LabMóviles, es que el proyecto sea una experiencia interactiva virtual museográfica o una instalación en espacio abierto, vinculada con eventos de divulgación científica como la semana de la ciencia que hace la iniciativa Explora. Dicho tipo de eventos son llevados a cabo y subvencionados por algún centro científico que debe exhibir divulgación, por lo que sería pertinente si se contactara a uno de ellos presentándole la oportunidad del proyecto.

La fundación Ecoscience ha expresado su interés en poder desarrollar Symbios en el Museo Nacional de Historia Natural de Chile, expresando que ésta entidad es "prima" de la fundación. Por lo que se seguirá explorando esta posibilidad de implementación, la cual sería una forma muy interesante de implementar Symbios y que entregaría un incremento en la visibilidad del proyecto por los chilenos. Otra proyección de implementación es el interés que ha demostrado Roy Mackenzie, parte del Parque Etnobotánico Homora de Cabo de Hornos, de implementar Symbios como parte educativa de la experiencia de visita al parque mismo. Exponiendo la oportunidad de que Symbios estuviera presente en la inauguración del museo de la INACH que se llevará a cabo en unos años más en Puerto Williams.

También se propondrá a la Fundación Ecoscience implementar Symbios no tan solo en los LabMóviles, sino también por ejemplo, en las visitas que han llevado a cabo a hospitales, llevando realidad virtual a niños que por motivos de salud no pueden asistir al colegio. Una de estas visitas la llevaron a cabo en enero de 2019, visitando el Hospital de niños Dr. Exequiel González Cortes.

Otra área de proyecciones es de acuerdo a la experiencia de realidad virtual en sí. Entre las proyecciones está que Symbios enseñe sobre casos de simbiosis a otras escalas (no tan solo la microscópica o la de insecto) o entre otros organismos. Y tal vez, enseñar sobre esos tipos de simbiosis según la región o país de implementación. Por ejemplo, enseñar sobre la simbiosis entre peces payasos y anémonas en lugares donde se encuentren estos organismos, en éste caso de ejemplo, el pez payaso habita en aguas cálidas, lo que incluye a la Gran Barrera de Coral en Australia y al mar Rojo, entre África y Asia. Siendo Chile reconocido por su variedad líquénica la cual esconde la simbiosis, otros países pueden ser reconocidos por simbioses sobre los que enseñar. Transformando así a Symbios desde una experiencia de realidad virtual aislada, a una marca u organización encargada de crear contenido de realidad virtual (vinculado a la simbiosis y organismos de escala espacial distinta a la humana) para educación.



1. Museo nacional de historia natural Chile. Foto recuperada de Elige Educar.

2. Feria Explora de CONICYT. Foto recuperada de Explora.

3. Visita que realizó la fundación Ecoscience al Hospital de niños Dr. Exequiel González Cortes en enero de 2019. Recuperada de Ecoscience.

4. Simbiosis entre peces payaso y anémonas, Symbios podría enseñar sobre otros tipos de simbiosis entre diversas especies. Recuperada de NatGeo.

CONCLUSIONES DEL PROYECTO

6.



6.1 CONCLUSIONES

La realidad virtual tiene fines muy interesantes y más amplios que la entretención. En este proyecto, se puso la realidad virtual al servicio del aprendizaje escolar, permitiendo que alumnos de escuelas a lo largo de todo el país conozcan y experimenten otras realidades y escalas, de manera cautivante visual y sonoramente, con el fin de desarrollar un verdadero aporte en su aprendizaje escolar. Es fundamental contribuir a la valoración del entorno natural, siendo urgente la creación de una conciencia ambiental en las nuevas generaciones. Symbios buscó a lo largo de su proceso de diseño, que por medio de la tecnología se pueda liderar ese desarrollo educativo y el despertar de la vocación/interés por la ciencia y el ecosistema.

A través de la creación de la experiencia educativa e inmersiva de divulgación y valoración etnobotánica, específicamente de líquenes, Symbios facilita el entendimiento de fenómenos que están fuera de nuestro alcance por escala espacial. La comprensión de fenómenos gracias a traducciones de escala por medio de la Realidad Virtual, apoya el desarrollo de habilidades, aptitudes y genera una experiencia memorable, que responde a la necesidad de reconocer y valorar importantes procesos biológicos y ecosistémicos.

En esfuerzos de conservación y aprendizaje no tan solo sobre líquenes, sino que estimulando el desarrollo de habilidades

como comprensión de escalas y cuidado del medioambiente y sus componentes. Influyendo estos conocimientos en diversas áreas del país como sustentabilidad ambiental y en la preservación de la especie, de importante rol ecosistémico.

El proyecto es pertinente con los esfuerzos que se han realizado a nivel nacional como en el Parque Etnobotánico Omora, dando a conocer los "bosques en miniatura", y el esfuerzo de comprender e investigar escalas distintas a la humana en los Laboratorios Naturales de Chile.

Así mismo, la vinculación con la Fundación Ecoscience y la implementación del proyecto en sus Laboratorios Móviles, permite generar un impacto educativo y de conciencia ambiental a lo largo del país, dando una viabilidad de implementación seria e inmediata del proyecto, a escala nacional. Siendo una gran oportunidad para sacar adelante Symbios para luego extrapolarse o vincularse a otros espacios e iniciativas. Democratizando el acceso a los recursos tecnológicos para aprendizaje en el aula, abarcando ámbitos de aspecto social y educacional.

Se debe tomar la distancia suficiente para exponer que, aunque actualmente se ve un mayor acceso a la posibilidad de trabajar y experimentar realidad virtual, aún queda un largo camino por recorrer, siendo difícil los altos costos que significa desarrollar

iniciativas en este ámbito, por los equipos tecnológicos de alto costo con los que se debe contar.

El desarrollo de Symbios buscó siempre entregar una experiencia de alta calidad gráfica, visual y sonora, independiente de la dificultad de creación, porque es lo que merecen niños a lo largo de todo Chile, experiencias educativas de alta calidad.

Personalmente, la creación de Symbios fue todo un desafío como diseñadora, pero que se vio enriquecido por la interdisciplinariedad, la unión de esfuerzos y la ayuda de personas de distintos ámbitos, desde el ámbito de la botánica, la divulgación científica, el cine, la educación y el área audiovisual. Llegando a un resultado que fue realizado con mucho esfuerzo para que ojalá niños a lo largo de Chile lo disfruten y se maravillen por los pequeños líquenes y los fenómenos a escalas microscópicas. Que vean el mundo con nuevos ojos.

6.2 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fuentes Impresas

- Arias, E., & Durán, A. (2018). Cápsula Kelu. Santiago, Chile: Tesis Diseño UC.
- Barber, G., Lafluf, M. (2016). New Media Art; un abordaje al videomapping. SIGraDi 2015, Papers Interactive Art, pp. 283 - 291.
- De La Torre, R. (2016). Supervivencia de líquenes en Marte. Revista Física de la Tierra, Vol. 28, pp. 25-39.
- Etayo, J. (2012). Hongos líquenícolas en los Bosques en Miniatura. En Rozzi, R., (Ed.), Miniature Forest of Cape Horn/Los Bosques en Miniatura del Cabo de Hornos (pp. 176 - 180). University of North Texas Press (Denton, TX) & Ediciones Universidad de Magallanes (Punta Arenas, Chile).
- Goffinet, B. (2012). Introducción a los Líquenes. En Rozzi, R., (Ed.), Miniature Forest of Cape Horn/Los Bosques en Miniatura del Cabo de Hornos (pp. 126 - 170). University of North Texas Press (Denton, TX) & Ediciones Universidad de Magallanes (Punta Arenas, Chile).
- Hedgecoe, J. (1992). Manual de técnica fotográfica. Madrid, España: Ediciones AKAL.
- Infante, M. (2017). PetLab, Kit de representación científica a partir de elementos reutilizados. Santiago, Chile: Tesis de Pregrado, Escuela de Diseño, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Kolb, D. (2015). Experiential learning: Experience as the Source of Learning and Development. New Jersey, Estados Unidos: Pearson Education.
- Lindberg, L. (2007). The hands-on guide for Science communicators. Nueva York, Estados Unidos: Springer Science+Business Media.
- Lund, B., Brandt, H., Swensen, H. (2016). Augmented Reality in science education - affordances for student learning. Revista NorDiNa, Nordic Studies in Science Education, Vol. 12 (2), pp. 157 - 174.
- Margulis, L. (1998). Symbiotic Planet: A New Look At Evolution. Massachusetts, Estados Unidos: Basic Books.
- Margulis, L., Sagan, D. (2002). Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species. Nueva York, Estados Unidos: Basic Books.
- Margulis, L., & Sagan, D. (1995). Microcosmos: cuatro mil millones de años de evolución desde nuestros ancestros microbianos (2ª ed.). Barcelona, España: Fábula Tusquets.
- Marom, E. (2016) Macro photography: Understanding Magnification, Digital Photography Preview

Prendes, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación* No 46, pp. 187 - 203.

Rozzi, R., Lewis, L., Massardo, F., Medina, Y., Moses, K., Méndez H., Russell, S., Goffinet, B. (2012). *Ecoturismo con Lupa en el Parque Omora*. Punta Arenas, Chile: Ediciones Universidad de Magallanes.

Rozzi, R., Goffinet B., Buck W., Lewis L. y Massardo F. (2012). *Los bosques en miniatura del Cabo de Hornos*. Punta Arenas, Chile: Ediciones Universidad de Magallanes.

Torres, D. (2011). Realidad aumentada, educación y museos. *Revista ICONO 14, Revista de comunicación y nuevas tecnologías*, Vol. 2, pp. 212-226

Yong, E. (2017). *Yo contengo multitudes: los microbios que nos habitan y una visión más amplia de la vida*. Barcelona, España: Penguin Random House.

Fuentes Web

Arcand, K., Watzke, M. (30 de Agosto de 2017). Why Understanding Scale Is Vital, Not Just For Science, But For Everyone. *Forbes*. Recuperado de: <https://www.forbes.com/sites/startswithabang/2017/08/30/why-understanding-scale-is-vital-not-just-for-science-but-for-everyone>

Ciencias Universidad de Chile. (21 de Agosto de 2018). Moléculas de los líquenes: una nueva puerta que se abre para combatir el Alzheimer. Recuperado de: <http://www.uchile.cl/noticias/146224/liques-una-nueva-puerta-que-se-abre-para-combatir-el-alzheimer>

CONICYT, Ministerio de Educación. (2016). ENCUESTA NACIONAL DE PERCEPCIÓN SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN CHILE 2016. Recuperado de https://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2014/07/resumen-ejecutivo-encuesta-nacional-de-percepcion-social_web.pdf

CONICYT. (2016, 14 abril). La nueva forma de enseñar ciencia en las escuelas | Explora. Recuperado de <https://www.conicyt.cl/explora/la-nueva-forma-de-ensenar-ciencia-en-las-escuelas/>

CNID, Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo. (Noviembre de 2015). *Región Subantártica: Impulsora de Desarrollo e Innovación*. Recuperado de: <http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2015/12/Laboratorios-Naturales.pdf>

El País. (2019, 13 abril). Así se 'fotografía' un agujero negro. Recuperado 7 mayo, 2019, de https://elpais.com/elpais/2019/04/10/ciencia/1554906802_123817.html Margulis, L. (1998). *Planeta Simbiótico: Un nuevo punto de vista sobre la evolución* (Ed. rev.).

Explora, CONICYT. (15 de Mayo de 2013). Explora presenta: Chile Laboratorio Natural. Recuperado de: <http://www.conicyt.cl/explora/explora-presenta-chile-laboratorio-natural>

FCH, Fundación Chile. (21 de Noviembre de 2016). Chile y sus dos Laboratorios Naturales Únicos. Recuperado de: <https://fch.cl/chile-dos-laboratorios-naturales-unicos>

Fioriello, P. Dr. (2016, 10 marzo). Understanding the Basics of STEM Education. Recuperado de <https://drpfconsults.com/understanding-the-basics-of-stem-education/>

Grupo Educar, & Arriagada, I. (2018, 25 mayo). Educación Rural en Chile, sus desafíos - Grupo Educar. Recuperado de <https://www.grupoeducar.cl/noticia/educacion-rural-en-chile-sus-particularidades-y-desafios/>

IEB, Instituto de Ecología y Biodiversidad. (11 de Noviembre de 2018). Unión Europea visita el Parque Etnobotánico Omora. Recuperado de: <http://www.ieb-chile.cl/union-europea-en-omora>

Ladera Sur. (2016, 19 agosto). Micra, la revolución de las mariposas en Chile. Recuperado de <https://laderasur.com/articulo/micra-la-revolucion-de-las-mariposas-en-chile/>

National Geographic. (2011, 6 octubre). How to Take Macro Pictures. Recuperado de <https://www.nationalgeographic.com/photography/photo-tips/macro-photo-tips/>
Pérez, M. (2017). Marcha por la Ciencia: Marcha satélite #sciencemarch en Chile. Recuperado de: <http://marchaporlaciencia.cl/>

PSI - Planetary Science Institute. (s.f.). Education/Public Outreach (EPO). Recuperado 30 mayo, 2019, de <http://www.psi.edu/techniques/educationpublic-outreach>

Schinck-Mikel, A. G. (2015). What is IBL and why use it. Recuperado de <http://www.inquirybasedlearning.org/why-use-ibl>

Sierzputowski, K., & Colossal. (2018, 26 octubre). Microsculpture: Macro Photographs of Iridescent Insects Composed of 10,000 Images by Levon Biss. Recuperado de <https://www.thisiscolossal.com/2018/07/microsculpture-by-levon-biss/>

STEM Organization. (s.f.). STEM to STEAM. Recuperado 5 junio, 2019, de <https://www.stem.org/about/stem-steam.html>

Tanaka, S. (2011). The notion of embodied knowledge. In P. Stenner, J. Cromby, J. Motzkau, & J. Yen (Eds.), *Theoretical psychology: Global transformations and challenges* (pp. 149-157). Concord, Canada: Captus Press.

The Guardian, & Buchan, K. (2016, 8 mayo). Microsculpture: hidden beauty of the bugs beneath our feet. Recuperado de <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/08/microsculpture-exhibition-insects-photography-levon-biss>

Fuentes Orales

Becerra, Claudia. Entrevista personal realizada el 15 de Noviembre de 2018.

Bravo, Fabián. Entrevista personal realizada el 12 de julio de 2019.

Carrasco, Nicolás. Entrevista personal realizada el 19 de Mayo de 2019.

De la Parra, José. Entrevista personal realizada el 22 de Abril de 2019.

Mackenzie, Roy. Entrevista personal realizada el 30 de Octubre de 2018.

Pohl, Nélica. Entrevista personal realizada el 20 de Noviembre de 2018.

Seltzer, Sabrina. Entrevista personal realizada el 9 de Noviembre de 2018.

Watts, A. (2017). Universe of Everything [Vídeo]. Recuperado de: <http://www.alanwatts.org/everything>
https://www.ted.com/talks/gary_greenberg_the_beautiful_nano_details

