



Elvert Daniel Durán Vivanco

**Patrones cimáticos: aplicación de nuevos medios
y técnicas vernáculas en procesos de diseño
para espacios de uso temporario.**

Tese de Doutorado

Tesis presentada al Programa de Pós
Graduação em Design de la PUC-Rio en
cumplimiento parcial de los requisitos para
el grado de Doutor em Design

Orientador: José Luiz Mendes Ripper

Co-orientador: João Victor Azevedo de Menezes Correia de Melo

Rio de Janeiro,
Agosto 2020



Elvert Daniel Durán Vivanco

**Patrones cimáticos: aplicación de nuevos medios
y técnicas vernáculas en procesos de diseño
para espacios de uso temporario.**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do grau de doutor em Design pelo Programa de Pós-Graduação em Design do Departamento de Artes & Design do Centro de Teologia e Ciências Humanas da PUC-Rio. Aprovada pela comissão Examinadora abaixo assinada

Prof. José Luís Mendes Ripper
Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Prof. João Victor Azevedo de Menezes Correia de
Melo**

Co-orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Jorge Roberto Lopes do Santos
Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof.. Daniel Malaguti Campos
Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

Prof. Gonçalo Castro Henriques
Universidade Federal do Rio de Janeiro . - UFRJ

Prof. Fernando Espósito Galarce
Departamento de Arquitectura – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 14 de Agosto de 2020

Todos los derechos reservados. La reproducción total o parte sin el permiso de trabajo de la universidad, el autor y asesor

Elvert Daniel Durán Vivanco

Licenciado en Diseño Industrial 1999 (Escuela de Diseño Industrial Universidad del Bío Bío, Chile). Profesor de la Escuela Escuela de Diseño Industrial Universidad del Bío Bío, UBB.CHile.

Ficha Catalográfica

Durán Vivanco, Elvert Daniel

Patrones cimáticos : aplicación de nuevos medios y técnicas vernáculas en procesos de diseño de espacios sustentables para uso temporario / Elvert Daniel Durán Vivanco ; orientador: José Luiz Mendes Ripper ; co-orientador: João Victor Azevedo de Menezes Correia de Melo. – 2020.

166 f. : il. color. ; 30 cm

Tese (doutorado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2020.

Inclui bibliografia

1. Artes e Design - Teses. 2. Design vernacular. 3. Novos médios. 4. Busca da forma. 5. Cimática. 6. Abrigos em bambu. I. Ripper, José Luiz Mendes. II. Melo, João Victor Azevedo de Menezes Correia de. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. IV. Título.

CDD: 700

Agradecimentos

Ao meu professor orientador José Luís Mendes Ripper pelas conversas e lições de vida, ao meu co-orientador João Victor Azevedo pelo constante apoio e motivação, eternamente grato a vocês pelos momentos compartilhados.

À Comissão Científica e Tecnológica do Chile (CONICYT) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidad del Bío-Bío e à Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro pelo apoio ao desenvolvimento de disciplinas criativas-humanistas.

Ao grupo de professores e funcionários do DAD, pelos conhecimentos e atenções durante todo o processo. A Jimena Alarcón e George Verghese pelas recomendações e por acreditar nas minhas capacidades. Principalmente aos meus pais José María e Pabla Alicia, por acreditarem em mim e por me encorajar a ser melhor a cada dia.

À minha filha Daniela e meu neto Luan, por me dar alegria e esperança de um mundo melhor, aos meus irmãos pelo apoio incondicional.

Ao grupo humano que compõe o Laboratório de Investigação em Livre Desenho (LILD), pelas experiências e contribuições nesta pesquisa; Lucas, Mariano, Walter, Vicente Jesus, Vicente "Sorriso", Tiago, entre muitos outros que passaram pelo atelier .

Aos vizinhos Vinicius do Canteiro Experimental e Diogo do Laboratório de Volume e Prototipagem, ao Mário e seu grupo da Bambutec, ao Museu do Amanhã e seu equipe do LAA; Marcela, Eduardo, Marinha, Yuri e Joyce, pela tremenda oportunidade, colaboração e energia oferecidas.

Com amor para Alice e sua bela família , aos meus companheiros mamorianos na Amazônia e aos amigos cariocas; Diogo, Arthur, Will, Rodrigo e Fernando, por me fazerem sentir o chileno mais carioca do Rio. A Gonzalo, Paulina, Bráulio e Eduardo, pelo constante apoio em Santiago e Concepción.

À cidade do Rio de Janeiro e seu povo, pelos espaços e sons que inspiraram esta pesquisa. A todos eles, com carinho e gratidão.

Resumen

Vivanco, Elvert Daniel Durán; Ripper, José Luiz Mendes; (Orientador)
Patrones cimáticos: aplicación de nuevos medios y técnicas vernáculos en procesos de diseño de espacios sustentables para uso temporario. Rio de

Janeiro, 2020. 166 p. Tese de Doutorado - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

En el proceso evolutivo de nuestro planeta, los organismos y sus ecosistemas naturales, han pasado por un largo proceso de adaptación , posibilitando la optimización de sus funciones y estructuras. Geometrías y morfología, patrones de crecimiento, sistemas de protección, entre innumerables otros factores de resiliencia, han sido en una fértil fuente de inspiración para diferentes áreas del conocimiento. En ese sentido , los procesos creativos en la generación de formas de geometría compleja, han sido una interrogante crucial en procesos de investigación aplicada, y en la creación de espacios de uso efímero utilizado por el Laboratório de Libre Design, PUC - Rio (LILD), especialmente en el rescate de técnicas constructivas vernáculas y materiales de bajo impacto ambiental. Métodos, herramientas, lenguaje y habilidades demandadas repercuten directamente en las variables y resultado final del proceso de diseño. Nuevos aspectos relacionados con la búsqueda de la forma son cada vez más recurrentes en los procesos de diseño y en la optimización de soluciones generativas , la que podrían sintonizar con métodos análogos tradicionales de representación, análisis y construcción de propuestas de diseño más innovadoras. Esta investigación mostrará algunas prácticas de diseño en la búsqueda de la forma, utilizando en parámetros cimáticos para su posterior interpretación en el diseño de espacios de uso temporario y su posterior desarrollo con técnicas constructivas vernáculas en bambú y otros materiales sustentables. Específicamente se abordan las etapas de registro, análisis y digitalización de estimulación sonora, en volúmenes de agua contenidos en secciones cilíndricas de especies bambuseas y otros materiales, para luego dar paso a la experimentación, interpretación y prospección en nuevos usos en el desarrollo habitáculos destinados para la autoproducción de alimentos basados en principios de acuaponia.

Palabras-clave

Diseño Vernacular, Nuevos Medios, Form Finding, Cimática, Refugios en Bambú.

Resumo:

Vivanco, Elvert Daniel Durán; Ripper, José Luiz Mendes; (Orientador) **Padrões cimáticos: aplicação de novas mídias e técnicas vernaculares no processo do design para espaços de uso temporário.** Rio de Janeiro, 2020. 166p. Tese de Doutorado - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

No processo evolutivo de nosso planeta, os organismos e seus ecossistemas naturais têm experimentado um longo processo de adaptação, possibilitando a otimização das suas funções e estruturas. Geometrias e morfologia, padrões de crescimento, sistemas de proteção, entre inúmeros outros fatores de resiliência têm sido uma fértil fonte de inspiração para diferentes áreas do conhecimento. Nesse sentido, os processos criativos na geração de formas e geometrias complexas, tem sido uma questão crucial nos processos de pesquisa aplicada e na criação de espaços de uso efêmero utilizado pelo Laboratório de Libre Design PUC- Rio, especialmente no resgate de técnicas construtivas vernáculas y materias de baixo impacto ambiental .Novos aspectos relacionados à busca de forma são cada vez mais recorrentes nos processos de otimização e de soluções generativas, o que poderia sintonizar com métodos tradicionais de representação, análise e materialização de propostas mais inovadoras.Métodos, ferramentas e linguagem utilizada, afetam diretamente nas variáveis e no resultado final do processo de design. A pesquisa mostrará algumas práticas do Design na busca da forma utilizando parâmetros cimáticos para sua posterior interpretação no design de espaços de uso temporário e seu posterior desenvolvimento através de técnicas vernaculares em bambu e outros materiais sustentáveis. Especificamente, se expõem estágios de registro, análise, digitalização e materialização de padrões cimáticos resultante da estimulação sonora em volumes de água contidos em seções cilíndricas de espécies de bambúseas e outros materiais, dando lugar a processos de experimentação, interpretação e prospecção dos resultados em novos usos no desenvolvimento de abrigos destinados à produção de alimentos baseados em princípios de aquaponia.

Palavras chaves:

Design Vernacular, Novos Médios, Busca da Forma, Cimática, Abrigos em Bambu.

Abstract

Vivanco, Elvert Daniel Durán; Ripper, José Luiz Mendes; (Advisor) **Cymatic patterns: application of new media and vernacular techniques in design process for temporary use spaces.** Rio de Janeiro, 2020. 166p. Tese de Doutorado - Departamento de Artes & Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

In the evolutionary process of our planet, organisms and their natural ecosystems have gone through a long process of adaptation, making it possible to optimize their functions and structures. Geometries and morphology, growth patterns, protection systems, among countless other resilience factors, have been a fertile source of inspiration for different areas of knowledge. In this sense, the creative processes in the generation of complex geometric forms have been a crucial question in the processes of applied research and in the creation of temporary spaces created by the Laboratório de Libre Design, PUC- Rio (LILD), especially in the rescue of vernacular construction techniques and materials with a low environmental impact. Methods, tools, language and skills demanded have a direct impact on the variables and final result of the design process. New aspects related form finding methods are increasingly recurring in the design processes and in the optimization of generative solutions, which could be synchronized with analogous traditional methods of representation, analysis and construction of more innovative design proposals. This research will show some design practices in the search of the form, using in cymatic parameters for its later interpretation in the design of spaces of temporary use and its later development with vernacular construction techniques in bamboo and sustainable materials. Specifically, the stages of recording, analysis and digitization of sound stimulation in volumes of water contained in cylindrical sections of bamboo species and other materials, passing through the experimentation, interpretation and prospecting in new uses in the development of self-producing food shelters based on aquaponics principles.

Keywords:

Vernacular Design, New Media, Form Finding, Cymatic, Bamboo Shelters.

Sumário

Prefacio	17
Capítulo 1	24
Introducción	24
1.-Espacio Local: niveles y límites del espacio geográfico	24
1.2.- Espacio geográfico Vernacular	27
1.3.- Contextos del Diseño Vernáculo	29
1.4.- Categorización del diseño vernacular	32
1.5.-Diseño vernacular y sustentabilidad una relación entre economía y espacio geográfico una relación entre economía y espacio geográfico	33
1.6.- Economía circular y agricultura inteligente	39
1.6.1-La importancia del agua en nuestro ecosistema alimentario	40
Capítulo 2	44
2.- Materiales y métodos	44
2.1.-Objetivos de la investigación	44
2.2.- Procesos de investigación en procesos creativos para el diseño	44
2.2.1.- Investigación para el diseño (research for design)	46
2.2.2.- Investigación para el diseño (research for design)	46
2.2.3.- Investigación sobre el Diseño (research about design o research into design)	46
2.3.- Método científico y método proyectual	47
2.4.- La observación como técnica para la generación de conocimiento	50
2.5.- Medios: Artefactos y Objetos	56
2.6.- Nuevos Medios para procesos de investigación proyectual	59
2.7.- Tecnologías aplicadas a procesos de diseño	63
2.8.- Parámetros para el diseño	65
Capítulo 3	68
3.1.- Laboratorio de Investigación de Living Design (LILD)	68
3.2.- LILD; Hábito, habitáculo, hábitat	73
3.2.1.-Hábito	74
3.2.2-Hábitaculo: Materia y técnica	77
3.2.3.-Hábitat: Espacio y Tiempo	79
3.2.3.-Hábitat : Resiliente	79
Capítulo 4	90

4.1.-En búsqueda de la forma basada en patrones obtenidos de la naturaleza	90
4.2. La búsqueda de forma o form finding inspirado en la naturaleza	92
4.2.1. Búsqueda de la forma o forma asignada	95
4.2.2.- Patrones geométricos detectados en la naturaleza	99
4.2.3.- Patrones efímeros, observación de geometría en medios fluidos estimulada por sonido	100
4.2.4.- Patrones cimáticos	102
Capítulo 5	109
5.- Procesos de obtención de la forma cimática	109
5.1.-Experimentos cimáticos	110
5.1.1.-Captura de la forma	110
5.1.2.-Componentes del sistema	111
5.1.3.- Aspectos de variabilidad	112
5.1.4.- Resultados del experimento cimático	113
5.2.- Pre Conclusiones de la toma de muestras cimáticas	114
5.3.- Búsqueda de la forma por medio de soporte digitales	120
5.3.1.-Traducción de la información recabada	122
5.4.- Materialización de la forma por medio de soporte digitales	124
5.4.1.- Modelo temporal de hielo	125
5.4.2.- Mapping tensionado	125
5.4.3.-Modelo abstracción geométrica reticulada cuadrículada	126
5.4.4.- Modelo burbuja cimática	127
5.4.5.- Modelo usinado y réplicas de fibro resina	127
5.5.- Pre conclusiones de los experimentos	128
5.6.- Propuesta de FF basada en modelos de “ <i>tensoformado</i> ”	131
5.6.1- Desarrollo digital-análogo de FF Cimático	132
5.7.- Pre conclusiones del FF cimático	135
5.8.-Repercusiones	135
5.8.1.- Caso de estudio: Sistemas Circulares de Alimentação (“What’s on Your Plate - Circular Food Systems”)	136
5.8.2.- Espacio cimático	139
5.8.3.-Modelo reducido Biome Smart Farm	140
5.8.4.- Análisis sintáctico	141
5.8.5.- Análisis semántico	143
5.8.6.- Análisis de uso	143
5.8.7.-Aplicación de la superficie cimática	145
5.8.8.-Intersticio cimático	146
5.9.-Otras Repercusiones	148
6.-Consideraciones finales	154

Lista de figuras

Figura 1 : Sistema recíproco, modelo a escala LILD . Fuente propia	23
Figura 2: Esquema de Interpretación del concepto Espacio Geográfico de Milton Santos. Fuente CASIOPEA en Fenómeno Corredor Biológico Reserva de Biosfera la Campana-Peñuelas. GARRETÓN & PÉREZ, (2018).	26
Figura 3: Vista viviendas de Chiloé. Fuente: Plataforma Arquitectura. Tania Gebauer en La revalorización de la arquitectura vernácula en Chiloé	28
Figura 4 y 5: Letrero de almacén, Chile.(Anónimo). Lucas Matheus . Abridor de botellas, Brasil (Anónimo). Casa Lotek , Camerún. Foto José Tomás Franco, ArchDAily	30
Figura 6: Mapa de denominación de origen e identificación geográfica según zona y tipo de producto, Chile . Fuente; Instituto de Propiedad Intelectual de Chile, INAPI,(2020)	30
Figura 7: Objetivos para la Sustentabilidad, ONU. 2020	39
Figura 8 : Esquema de Economía Circular , Fuente:Lucha contra el Cambio Climático, Economía Circular e I+D+i., recuperado de https://www.construible.es/ .	40
Figura 9: Esquema sistema acuapónico e ilustración de canales de Xochimilco en México pre colombino. Fuente http://mundoacuaponia.com/	42
Figura 10: Primeros esquemas de corte epistemológico. Asesoría Denise Portinari Epistemología del Diseño 2017. Fuente propia	48
Figura 11: Profesor emérito Luis Ripper frente al habitáculo llamado “bola del silencio” explicando el tipo de relación entre el sonido y la geometría. Fuente propia	52
Figura 12: Registro fotográfico de ciudad abierta previa entrevista a Ricardo Lang	53
Figura 13: Proceso de diseño industrial y proceso arqueológico simplificado Proceso arqueológico simplificado Quiralidad Teórica entre la Arqueología y el Diseño Industrial.TORRES (2018)	58
Figura 14: Artefacto sonoro construido con biomateriales y matriz neumática autor EDV, LILD, Fuente propia	59
Figura 15 :Tejuela de Alerce de la isla grande de Chiloé . Fuente Daniela Galdames la Tejuela Chilota: Una tradición que se resiste a morir” Plataforma Arquitectura	69

Figura 16 :Iglesia de San Pedro de Atacama, Chile.Fuente propia	70
Figura 17 :: Distribución mundial del crecimiento del bambú en sus distintas especies. Fuente:www.guadabamboo.com	72
Figura 18 ::Registro <i>chusquea culeou</i> (colihue) en estado natural y proceso productivo de fabricación de tablas de snowboard “Pillán” Diseño Izaul Parra, Universidad del Bio Bio. Chile.Fuente : http://creando.ubiobio.cl/?p=2466	72
Figura 19 : Registro de conversación con Ripper en el LILD Tema el impacto de la práctica en la adquisición de conocimiento Marzo 2016 :LILD, fuente propia	75
Figura 20 : Desarrollo de diseño en tenso estructuras combinando modelos a escala y virtuales.Fuente;Jogo das forma MOREIRA y RIPPER, (2014)	76
Figura 21 : Modelos a escala estructuras tensionadas y recíprocas del LILD. Fuente Fuente ;Jogo das forma. MOREIRA y RIPPER, (2014).	77
Figura 22 : Modelo a escala del proyecto “Bola del Silencio” de Luiz Ripper. LILD. Desarrollo de maqueta Elvert Durán Vivanco (2016) Fuente propia Extraída de Revista PRUMO. Sin tema , es de JUnio. 2020	78
Figura 23 : Esfera Geodésica de piezas colaborantes conectadas por encaje troquelado fabricado digitalmente . Autor: Daniel Malaguti. LILD Domo de caras truncadas , Inhotim. Manifesta 1, Rotterdam The Netherlands, 1996.Fuente propia	79
Figura 24 : Tensoestructura Bambutec. Fuente: https://archello.com/	80
Figura 25 : Ilustración de habitáculos de origen vernacular considerando temporalidad en uso, material y técnica constructiva considerando temporalidad en uso, material y técnica constructiva x	81
Figura 26 :Portal parabólico Hiperbólico en bambú Inauguración de la estructura construida en curso de capacitación. Monitor Jam Stamp TIBA.Bom JArdim , RJ. Brasil	82
Figura 27 : Parrón sector Santa Cruz, Zona Central de Chile. Fuente. https://www.revistaenfoque.cl/	83
Figura 28 : Refugio Garganta del Diablo , Nevados de Chillán. Fuente:Club de montaña “Los montañosos”. UBB. Chile	84
Figura 29 : Modelo Refugio de emergencia utilizado por la ONU Fuente Shelter report 2009.	86

Figura 30 : Gráfica para concurso de refugios humanitarios POP UP Shelter (casucha), Sunbrella Contest. USA Diseño en base a residuos publicitarios. Autor EDV. Fuente Propia	88
Figura 31 : Cobertura temporal urbana. Evento social. Centro de Río de Janeiro. Fuente propia	89
Figura 32 : Patrones en la naturaleza.: vista aumenta de copos de nieve y su tendencia de auto regulación geométrica. B, Ilustración de patrones en el agua expandiéndose C Análisis de capilaridad de sección especie bambea Fuente: Métodos e procesos em biônica e biomimética. ARRUDA, 2018	92
Figura 33 : Set de registro y observación del comportamiento de autorregulación de la forma en burbujas de jabón. Fuente: Tesis de Doctorado Joao Correia de Melo, 2017.	93
Figura 34 : Proceso de búsqueda de forma. Fuente: Daniel Malaguti / LILD	96
Figura 35 : Opera House: Sydney, Australia. Fuente propia	97
Figura 36 : Pabellón Bio Duna Capacitación en procesos de fabricación de pabellones con tecnologías digitales. Universidad del Bio Bio. Chile . Fuente : Martín Pastor	99
Figura 37 : Animación Gif movimiento cimático en cuerpo de agua. Fuente: https://blog.world-mysteries.com/science/cymatics/	102
Figura 38 : Ilustración Ernst Chladni obtenido geometría del sonido emitido por un arco de violín frotado en placa de metal	103
Figura 39 : Patrón cimático comparado con los de una caparazón de tortuga Fuente: Gianluigi Filippelli. Turing patterns in coats and sounds. (2012)	104
Figura 40 : Cymatic Silence Jewelry, Anastasia Bachykala. Aplicación de patrones cimáticos en tejidos para ropa , Desfile de la Bióloga Linden Gledhill, USA.2018	105
Figura 41 : Izq. Set Cimático performance artística Nigel Stanford. Science vs Music. Der.: Propuesta pabellón cimático Burning Man Festival. Fuente : Izq. https://nigelstanford.com/Cymatics/ Der.:wewanttolearn.wordpress	105
Figura 42 : Análisis basado en taxonomía de Planck-Shannon que muestran imágenes cimascópicas de las señales Raman sonificadas de cáncer y células sanas. Stables et al.(2019) Fuente : http://waterjournal.org/volume-11/reid	105
Figura 43 :Primeros registros cimáticos, secuencia aleatoria. Fuente autor	108
Figura 44 :Diagrama del proceso de registro cimático. Fuente autor	111

Figura 45 :Muestra Longitud de onda emulador de sonido electrónico open source: 130, Hz, 44, hz, 63,1 hz. ; Fuente propia	112
Figura 46: Taxonomía cimática según los experimentos realizados. Fuente Autor	113
Figura 47: Diagrama de análisis relacional movimiento climático y tipología poligonal	115
Figura 48: Detalle de registro cimático. Fuente https://www.delamora.life/cymatics	116
Figura 49 : Secciones bambusa vulgaris; formato físico y virtual escaneado Fuente Propia	118
Figura 50:Registro audiovisual de movimientos subrotatorios. Fuente Propia	118
Figura 51 : Organigrama cimático según forma obtenida, material y número de lados contenedor del 119 contenedor . Fuente Propia	119
Figura 52 : :Registro análisis geométrico cimático. Fuente propia	120
Figura 53: Secuencia de superficie, punto y línea de la forma cimática capturada. Fuente propia	121
Figura 54 :Programación (workflow) para la captura digital de la forma cimática Rhinoceros, Grasshopper. Fuente Propia	122
Figura 55: Mapping de proyección esférica paramétrica, Fuente , Food4rhino.com	123
Figura 56 : Secuencia de proyección esférica utilizando recursos tecnológicos de programación computacional . Fuente Propia	123
Figura 57: Modelos cimáticos digitales alterados por sustracción booleana. Fuente Propia	124
Figura 58 : Modelos cimáticos digitales alterados por sustracción booleana. Fuente Propia. Modelos cimáticos impresos en PLA. Fuente Propia	124
Figura 59: Modelo temporal de hielo utilizando molde de silicona . Fuente Propia	125
Figura 60: Mapping lumínico de la frecuencia cimática en membrana elástica tensada en semiesfera de acrílico. Fuente Propia	126
Figura 61 : Modelo abstracción geométrica reticulada cuadriculada, fuente propia	127
Figura 62: Secuencia burbuja cimática estimulada por 25 Hertz con humo blanco.Fuente propia	127
Figura 63: Modelo usinado en poliestireno y posteriormente vaciado en yeso	128

Figura 64 : Desde Izq a Der: visualización en tiempo real, operación booleana, detección y análisis del número en la superficie y correlación de distancia entre semiesfera y espacio cimático. Fuente propia	129
Figura 65: Taxonomía comparativa cimática musical . Fuente propia	130
Figura 66 : Secuencia de adaptación de frecuencia cimática 34 Hertz a Domo geodésico V2	132
Figura 67 :Secuencia sistema digital búsqueda de forma por medio del plugin Kangaroo	133
Figura 68: Secuencia de tensiones positivas y negativas usando estructura geodésica V2 y plugin Kangaroo. GH	133
Figura 69: Resumen de los experimento desarrollados para el estudio cimático	134
Figura 70 : Invitación a la inauguración de la muestra. Fuente : Página web del Museu do Amanhã. Recuperada en marzo 2020 : Archivo prensa local , día de la inauguración Septiembre , 2019.	138
Figura 71: Planta de Exposición Prato do Que? : Fuente . Joyce Fernandez	138
Figura 72 : Espacio de experimentación Cimática. Fuente: Guilheme Leporace	139
Figura 73: Espacio domo frecuencia V2 y Manto cimático. Fuente Propia	140
Figura 74 . Detalle modulo multi acuapónico. Sistema tensil en Bambú. Fuente propia	141
Figura 75: Esquema de análisis de objeto en uso, proceso análogo digital de diseño	145
Figura 76: Diagrama de desarrollo de frecuencia geodésica V2 y frecuencia Cimática 34 Hertz. Fuente propia	146
Figura 77: Prospección de crecimiento de vegetación en el manto cimático . Fuente propia	147
Figura 78 , 79 y 80: Fotografía del funcionamiento virtual de la propuesta desarrollada. Prospección de la situación de uso del espacio comunitario Sin toldo exterior. Fuente propia	148
Figura 81: Ilustración para el concurso Project Challenge Development 2019: Fuente propia https://localprojectchallenge.org/biome-smart-farm-aquaponic-shelter-for-tomorrow/	150

Prefacio

Este escrito tiene como finalidad sintetizar en un documento las actividades realizadas no solo en un periodo de tiempo comprendido entre los últimos cuatro años donde formé parte del programa de doctorado en diseño de la Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro, sino que también recoger algunas experiencias que han contribuido al desarrollo de temas concernientes a la investigación académica, el ejercicio libre de la profesión y otras experiencias de vida, que de uno u otro modo han aportado al proceso de aprendizaje como individuo, estudiante y profesional que abraza el diseño no solo como una disciplina sino más bien como una manera de vivir y entender el mundo. Benjamin Bloom (1913-1999) define 3 dimensiones fundamentales como parte del proceso del aprendizaje, lo cognitivo o conceptual, lo procedimental, y lo actitudinal o motivacional. En el caso de esta investigación son estas tres dimensiones las que componen las grandes preguntas del qué, cómo y para qué investigar.

En la primera dimensión cognitiva; el saber popular que basa su sabiduría en el pretérito y presente de las acciones humanas y sus costumbres. El saber científico posee tanta complejidad como su versión popular, solo que con un grado de reconocimiento mayor en las esferas cognitivas oficiales, sin embargo creemos que es posible un espacio de conversación entre ambas.

La segunda dimensión hace referencia a la manera de investigar en diseño como también en otras áreas complementarias a la disciplina. La observación, como la técnica procedimental para la adquisición de conocimiento, ha sido utilizada tanto por la versión erudita o científica, como en el común y corriente de las personas, posiblemente una de las habilidades más inherentes del ser humano, la capacidad de observar. La observación y su método aplicado al análisis de personas como también de determinados fenómenos, consistente en la aplicación de criterios a veces medibles con rigurosidad científica, en otras ocasiones con cierta subjetividad.

La última dimensión tiene como eje central aspectos y valores propios del individuo, o sea de carácter intrínseco al investigador, para lo que es fundamental hacer una suerte de manifiesto que declare una postura frente a la vida y frente a las adversidades que ella presenta. Lo actitudinal es el motor principal que lleva a enfrentar lo desconocido con la convicción de que al final del camino se encontrará lo buscado, o por el contrario el descubrimiento y apertura de un portal de nuevos escenarios. La travesía, en este caso, como una versión del viaje sin la certeza

absoluta del destino, es una acción practicada durante una parte importante de mi vida. El exponerse a nuevos escenarios, costumbres, lenguajes, sonidos, entre otras innumerables sensaciones que el cuerpo y la mente van re incorporando en el transcurso de dicha travesía, posibilita en el que se desarrolla un estado de sensibilidad mayor frente a nuevas situaciones o estímulos generados por lo desconocido y observado. Son estas tres dimensiones las que ponen en contexto los contenidos a desarrollar en este escrito; cada dimensión podría actuar de forma independiente, pero se potencian aún más de forma complementaria. Cada una de ellas será analizada con una atención variable, dependiendo en gran medida de que se está investigando y con qué detalle se precisa investigar.

Es por eso que se hace necesario, además una estructura metodológica que simiente los contenidos de dichas dimensiones cognitivas, procedimentales y actitudinales. Se cae en la cuenta de la necesidad de organizar estos contenidos con criterios de correlación y simultaneidad, como una suerte de soporte que exponga los niveles de intervención y la dependencia de tópicos desarrollados. En este punto haremos uso de la metáfora como herramienta del lenguaje, un recurso utilizado en el proceso de diseño y que se apoya en los recursos de la lingüística, en su capacidad de extrapolar el significado de las palabras en otro contexto de uso. Las estructuras recíprocas han sido un recurso constructivo utilizado tanto en soluciones otorgadas por la naturaleza como también aquellas creadas por el ingenio de las personas. En los anales del registro del acervo constructivo del mundo, este tipo de sistema estructural aparece en su versión occidental ilustrada por Leonardo Da Vinci en el *Codex Atlanticus*, donde se registra una serie de versiones de estructuras colaborantes, ideas proyectadas para distintos usos de sistemas autoportantes de tres dimensiones, siendo este registro un cambio de paradigma de lo que prevalecía en ese entonces, algo característico de una relación estructural jerárquica, a diferencia de la relación recíproca, como la que el genio del renacimiento propuso. En el caso de Oriente, la estructura que soporta el techo de las viviendas conocida como tejado mandala por su similitud geométrica con aquellos diagramas simbólicos, están construidas por sistemas colaborantes, las que han sido a lo largo de los años una contribución importante al acervo constructivo de viviendas en el mundo. Podemos decir que el mínimo común denominador en todas ellas es la capacidad de hacer emerger y sostener en el tiempo a través del equilibrio y mutua colaboración. Es importante mencionar que para que una estructura recíproca exista, necesita un mínimo de componentes, siendo tres elementos los que posibilitan una versión tridimensional

del espacio, pudiendo circunscribir en su base polígonos regulares e irregulares, siendo la reiteración de este patrón de relación de superposición, a modo de tesela sistémica, el que permite su crecimiento.

Finalmente, cada unidad componente de este sistema puede tener dimensiones distintas, sin embargo la interdependencia es una característica *sine qua non* de este soporte estructural.

Para que esta investigación tenga un sustento necesita un mínimo de cinco componentes o vigas. Estos cinco elementos coexisten en un mismo espacio tridimensional, cada una colabora con la otra, y entre todas posibilitan algo antes inexistente, otorgando una resistencia principalmente en el conjunto y no la unidad, siendo el nudo, giro o el punto encuentro de los elementos la zona con mayor resistencia en el sistema estructural. Estas características o aspectos fundamentales de una estructura recíproca o colaborante nos hace pensar en un buen ejemplo de analogía que define, estructura y sostiene el siguiente texto.

En detalle, esta trama colaborante constituida por 5 elementos o vigas, representa una extrapolación de los cinco capítulos que componen esta tesis. Cada uno de ellos define un aspecto fundamental y que en conjunto levantan una propuesta que tiene como fin último demostrar un postulado existente entre las distintas áreas del conocimiento, principalmente el saber formal e informal.

Primer Capítulo o 1^{ra} viga.

Por ser el primer elemento base del sistema, este componente representa el fundamento del proyecto de investigación, sentando las bases, definiciones e ideas donde se contextualiza la investigación, principalmente avalada por expertos en lo que a desarrollo endógeno se refiere. La idea de un espacio geográfico que observa y propone desde una perspectiva local, la que dialoga inevitablemente con los distintos aspectos que componen nuestro entorno, características del diseño vernacular como una respuesta intrínseca a los valores y condiciones locales, propiciando nuevas perspectivas para un desarrollo sostenible bajo el paraguas de lo que hoy en día se conoce como economía circular. Esta viga de carácter introductorio que se posiciona sobre la dimensión motivacional-cognitiva lleva por nombre Espacio Local; niveles y límites del espacio geográfico.

Segundo Capítulo o 2ª viga.

De carácter cognitivo pero principalmente procedimental, este capítulo atenderá aspectos concernientes a procesos metodológicos para la investigación en diseño. En esta parte se debate la injerencia de la naturaleza del diseño y su relación con el método científico, principalmente exponiendo las distintas asociaciones con otras fuentes del conocimiento con las cuales el diseño se relaciona. La observación, como técnica o dominio transversal en distintas áreas y procesos metodológicos para obtener el conocimiento, es un tema crucial para la comprensión no solo de este capítulo, sino también para gran parte de lo que será el complemento de esta tesis. Es importante mencionar que es en este punto donde se define la naturaleza práctica de la investigación, dicho de otra manera, la actividad proyectual como insumo fundamental para alcanzar los objetivos trazados. Finalmente, se abordarán temas relacionados con el uso de tecnologías y nuevos medios para el diseño en torno a los desafíos propuestos en los capítulos venideros.

Tercer Capítulo o 3ª viga

Podríamos decir que es una suerte de extensión del capítulo metodológico, con la diferencia que esta viga trae a discusión la importancia del saber vernacular, su relación con el medioambiente y sus habitantes que lo componen. Haciendo una aproximación a aspectos relacionados con el desarrollo de la técnica, específicamente en el contexto de trabajo generado en el Laboratorio de Livre Design PUC - Rio (LILD). Dicho espacio es caracterizado por una constante experimentación en torno a la utilización de biomateriales y técnicas constructivas vernáculas, aspectos que son desarrollados mediante tres conceptos rectores; el hábito, como una rutina o costumbre, el habitáculo como un espacio determinado por el tiempo y el uso y, finalmente, el hábitat correspondiente al contexto donde se desenvuelve la investigación, determinado por las oportunidades otorgadas por un soporte natural, a través del desarrollo de propuesta de diseño con materiales como el bambú y otras soluciones artificiales amigables con el medioambiente.

Cuarto Capítulo o 4ª viga.

La observación de referentes obtenidos de la naturaleza ha sido un desafío constante a lo largo de la historia de la humanidad que, en gran medida, reafirma el deseo de descifrar los códigos implícitos de formas, funciones y sistemas. Expertos del diseño y disciplinas afines han conseguido acuñar una serie de términos en relación con la economía de recursos utilizados en procesos y sistemas naturales. Tanto organismos de origen biótico como abióticos no están exentos de las leyes que determinan esta capacidad de organización autorregulada en la naturaleza y los elementos que la componen. Tanto para el diseño como para el arte, la arquitectura y la ingeniería, la búsqueda de una forma apropiada es parte importante del proceso creativo, principalmente en un área específica

denominada búsqueda de la forma o *form finding*, aspecto característico del proceso en el análisis de tensoestructuras.

Los patrones geométricos observados en la gran mayoría de los casos que la biomimética expone se refieren al análisis de organismos vivos, sin embargo existen otros referentes o medios donde la naturaleza nos muestra cómo se produce dicha capacidad de conformarse a través de configuraciones geométricas, materia generada por diferentes estímulos. La evidencia de patrones geométricos observados en cuerpos de agua o solutos como la arena a través de la estimulación sonora, conocida como Cimática, ha sido un tema explorado por diferentes áreas del conocimiento, no obstante en el caso del diseño es aún poco desarrollado. Es aquí donde la investigación genera un punto de inflexión en los temas abordados y perspectivas de aplicación.

Quinto Capítulo o 5ª viga.

Creemos firmemente que la obtención de estos patrones cimáticos podría armonizar con otro tipo de frecuencia, pudiendo reproducir y materializar dicha relación a través del uso de nuevos medios para procesos creativos y técnicas constructivas vernáculas en la configuración de espacio de uso temporal. Para que eso acontezca, es necesario diseñar procesos de obtención de la forma cimática por medio de rigurosos criterios de registro y análisis, para luego deducir e inducir los resultados del fenómeno en cuestión. Posteriormente, se dará paso a la confección de modelos análogos y digitales, en la materialización de la geometría cimática y su prospección en un caso de estudio representativo. En este caso, se inserta un subcapítulo que tiene como objetivo demostrar que los

contenidos estudiados son válidos para el sustento de esta tesis, llamaremos a este subítem Repercusión, donde se demostrará que el insumo sonoro y su efecto en los estados de la materia es un insumo totalmente válido para la obtención de superficies complejas inspiradas en la naturaleza. De este modo, se determina el diseño de un espacio de uso temporal que consta de una membrana interna obtenida de un patrón cimático de 34 Hertz y su correlación geométrica espacial, una estructura geodésica de frecuencia V2. Dicho espacio tiene como eje temático el uso racional del agua utilizando el cultivo de alimentos basado en principios de acuaponia y su prospección considerando parámetros geométricos espaciales y el bienestar de las personas.

Es precisamente aquí donde ésta viga, de características netamente procedimentales, se encuentra con la primera, de características más abstractas y motivacionales, generando un encuentro entre los saberes técnicos y tecnológicos en un caso de diseño, ósea a través de la puesta en práctica de los conocimientos acuñados en los capítulos anteriores.

Podemos decir entonces que una vez erguida esta estructura colaborante, que representa el fundamento teórico- práctico de esta investigación, se cae en cuenta que dicha estructura necesita de un fiato, algún sexto elemento que estabilice en el tiempo y espacio lo que se ha logrado estructurar provisoriamente.

Una de las técnicas vernáculas más utilizadas en la construcción de objetos y espacios es el uso de amarras. Dejaremos para la conclusión de esta tesis ese componente que tiene como función afiatar la estructura en sí, y posibilitar nuevas conexiones con temas afines al proyecto de investigación.

Deseo a Uds. una buena lectura.



Figura 1 : Sistema recíproco, modelo a escala LILD . Fuente propia

Capítulo 1

Introducción

1.1- Espacio Local: niveles y límites del espacio geográfico

La habilidad de sintetizar ideas y llevarlas a un plano de abstracción que describa sintéticamente ciertas características de algo se debe a nuestra capacidad de abstraer y definir por medio del pensamiento un asunto en cuestión. La capacidad de conceptualizar está relacionada con los lóbulos frontales de ambos hemisferios y corteza cerebral. El pensamiento abstracto, a diferencia del pensamiento concreto (aquello descrito y experimentado directamente), involucra la competencia de nombrar y asociar, pudiendo relacionar aspectos, analizarlos y formar teorías al respecto. La capacidad de conceptualizar es también una poderosa herramienta que ha sido atribuida a competencias relacionadas con el diseño y su manera de ver las cosas. (LOGAN, B, 1987). Un concepto es un elemento de valoración utilizado para definir, categorizar y asignar atributos que posteriormente permiten levantar un constructo teórico por medio de su explicación y análisis (RAE, 2020: 211).

El marco teórico que sustenta la siguiente investigación está basado en ese tipo de pensamiento, la conceptualización de ideas y su reorganización es en gran medida el fundamento de los siguientes capítulos.

En este sentido, creemos que el concepto de territorio no es tan claro como parece si se compara con las definiciones de corte más figurativo otorgadas por las distintas áreas del conocimiento. En términos sucintos, el territorio se asocia a características geográficas, administrativas, climatológicas, sociales, entre otros elementos más evidentes o menos complejos de describir.

Desde una aproximación lingüística, etimológicamente la Real Academia de la Lengua Española (RAE) lo define como una *“porción de superficie terrestre perteneciente a una nación, región o provincia [...] circuito o término que comprende una jurisdicción, un cometido oficial u otra función análoga”* (RAE, 2020).

Curiosamente, la misma palabra en su versión anglosajona conlleva una acepción similar definiéndose como un área de tierra o de mar que se considera que pertenece o está relacionada con un país o con una persona en particular. Aparentemente el sentido de apropiación en ambas lenguas está presente como

idea de posesión, conquista o dominio sobre algo. (OXFORD DICTIONARY OF GEOGRAPHY, 2020).

El territorio es para el diseño, como para otras fuentes del conocimiento, una sucesión de capas superpuestas sobre una plataforma resultante de una nutrida red de conexiones que arman este tejido cultural representativo de un determinado espacio. (ALISTE, 2015)

El término acuñado como *diseño territorial* es para GALÁN (2017) un concepto que transgrede la noción geográfica de espacio físico, ya que también comprende las relaciones que aproximan y unen a los hombres, cuyos intereses llevan a conformar la comunidad como agente de cambio en lo que a desarrollo endógeno concierne. En ese sentido NARANJO (2007), apunta a que este tipo de comprensión endógena del desarrollo territorial se define por cuatro dimensiones que a su vez pueden estar interrelacionadas.

- 1.- Dimensión política o capacidad para diseñar y ejecutar políticas de desarrollo.
- 2.- Dimensión económica o de apropiación y reinversión regional de parte del excedente para diversificar la economía regional y darle sustentabilidad en el largo plazo.
- 3.- Dimensión científica y tecnológica o habilidad para generar impulsos tecnológicos.
- 4.- Dimensión cultural o capacidad para generar una identidad socioterritorial.

(Diseño & Territorio, EDUARDO NARANJO, 2007, pág. 123.)

De acuerdo con las dimensiones aportadas por NARANJO (2007) y GALÁN (2017), podemos entender como ha cambiado en el transcurso de la década, incorporando nuevos temas en pos de una integración de las distintas capas que lo componen, donde el diseño puede actuar como un agente catalizador transversal de las dimensiones. No obstante, el dinamismo de la definición de territorio o desarrollo territorial continúa siendo un tema de discusión en las distintas esferas investigativas del mundo académico, instituciones públicas y privadas, entre otros actores que componen este red territorial y que tienen como *leitmotiv* velar por un desarrollo sustentable de un determinado sector (MCDONOUGH, W. Y BRAUNGART, M.(2002).

Sin embargo, la definición de espacio geográfico, acuñada por el geógrafo brasileño Milton Santos, considera la idea de un macro-concepto, con una

complejidad distinta a la aportada por territorio de GALÁN y de NARANJO. Lo que Santos refuerza es el sentido de coexistencia entre las distintas capas que componen el espacio geográfico, y al mismo tiempo la interrelación entre sus componentes sociales, naturales y geográficos. De igual forma, el concepto de espacio geográfico es algo que va más allá de una mera o superflua descripción paisajística, sobreponiéndose de este modo a la imagen que generalmente tendríamos de algún rincón de este planeta. Comprender el espacio geográfico es algo que implica una lectura integrada de las distintas perspectivas y enfoques, algunas más categóricas y pragmáticas, otras más abstractas y menos ortodoxas, ambas aproximaciones totalmente válidas para un punto de partida. El concepto de espacio geográfico podría ser aún más asertivo al momento de referirse a las condiciones que determinan las relaciones del territorio, el tiempo y la naturaleza. En este concepto, SANTOS.M (2010) considera la sumatoria de componentes característicos de una unidad local, inserta en un contexto complejo e incrementalmente globalizado. Cada uno de estos componentes determina factores relacionados con los valores asignados por personas, esto como resultado de habitar y participar dentro de este espacio, incorporando otra dimensión fundamental, la relación causal objeto, tiempo y acción.

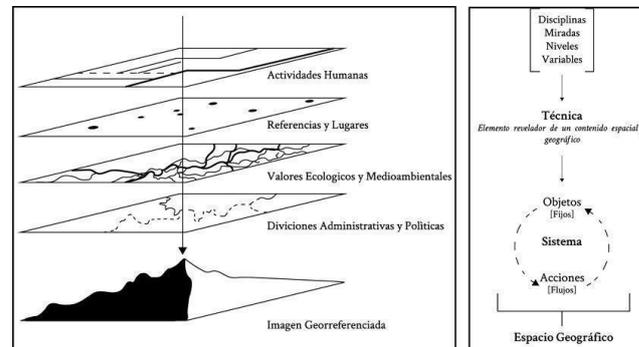


Figura 2: Esquema de Interpretación del concepto Espacio Geográfico de Milton Santos. Fuente CASIOPEA en Fenómeno Corredor Biológico Reserva de Biosfera la Campana-Peñuelas. GARRETÓN & PÉREZ, (2018).

El escritor oriundo de Salvador de Bahía apunta en relación a este concepto que:

“el espacio está formado por un conjunto indisoluble, solidario y también contradictorio de sistemas de objetos y sistemas de acciones que no pueden ser considerados aisladamente sino como el marco único en el que la historia se desarrolla”.

Traducción , Celia. Hernández. Reseña de "La naturaleza del espacio" de Milton Santos Economía, Sociedad y Territorio, vol. III, núm. 10, julio-diciembre, 2001.

No deja de llamar la atención como la idea de objeto toma fuerza en el discurso del brasileño, entendiendo que el concepto de objeto podría ser diferente para un diseñador. Pero en realidad ambas tienen mucho en común. Lo que en síntesis Santos quiere decir es que *“no hay objeto sin acción y no hay acción sin objeto. Es la interacción entre los dos lo que forma el espacio (...) por un lado, los sistemas de objetos condicionan la forma en que las acciones tienen lugar, consecuentemente, el sistema de acciones conduce a la creación de nuevos objetos o la relación con objetos preexistentes”*. SANTOS. (2009), citado en CORREIA DE MELO (2017).

Podemos advertir en este último punto que tanto por su atributo de dinamismo, como también por los límites involucrados, el territorio además incluye un conjunto de características y valores asignados socialmente, donde también se incorporan los objetos de índole natural o artificial, y su interdependencia.

La lectura que Santos realiza acerca del espacio geográfico también debe ser conjugada con otras acciones relevantes al momento de analizar su condición local. Sobre todo si se analiza el espacio como un escenario permeable a agentes exógenos, como parte de un dinamismo sistémico globalizado y hegemónico, lo que en gran medida construyen los pilares de la modernidad, mermando considerablemente las posibilidades de desarrollo local. SANTOS (2009). En ese sentido, ¿es el concepto del espacio geográfico lo que oferta un escenario más propicio para las disciplinas creativas que investigan aspectos relacionados con el acervo cultural de un determinado territorio?, ¿son las premisas de SANTOS lo que podría orientar e incentivar al diseño como herramienta catalizadora de oportunidades de desarrollo local?.

1.2.- Espacio geográfico Vernacular

Uno de los conceptos que ha estado presente en la historia del diseño y su relación con lo local es el término vernacular, el cual se asocia comúnmente a características nativas o internas de una comunidad, donde las acciones de la vida cotidiana se articulan a través del paso del tiempo, posibilitando la creación espontánea de soluciones objetuales, como parte de la creatividad innata de personas pertenecientes a una determinada localidad. Etimológicamente, este término hace referencia a lo común y lo representativo de determinado lugar. Asimismo, el concepto se extiende a las cualidades específicas de un determinado

sector de la sociedad, la que forma parte de la cultura material e inmaterial de un sector. (RAE:2020). Podríamos reconocer las manifestaciones vernáculas como aquellas expresiones culturales, materiales e inmateriales que subyacen en las distintas capas que componen el espacio geográfico propuesto por SANTOS (2009). Del mismo modo, DURÁN, E. Y VERGHESE, G. (2010), el término vernacular lo definen como la materialización o realización de un acto u objeto de forma espontánea, sin ningún tipo de asesoramiento técnico o profesional, ya sea este desarrollado en contextos rurales o urbanos.

Este punto de inflexión en la definición del concepto vernacular es lo que confirma la revista coreana especializada en artes, cultura y diseño, *The Vernacular Mirror* (Seúl, 2001, pp. 5-11), estableciendo una diferencia entre expresión vernácula y diseño vernacular. Para los expertos, este último se caracteriza por un meticuloso proceso liderado por uno o más especialistas, pudiendo ser trasladado desde su condición localmente limitada hacia otras dimensiones y perspectivas de consumo.

Del mismo modo, tal como fue señalado por SANTOS anteriormente, el diseño vernacular también se puede vislumbrar como una situación bastante más compleja y entramada, sobre todo al momento de extrapolarlo en otro contexto, situación cada vez más frecuente en contextos globalizados. Por ejemplo, cuando se inserta en un determinado mercado un producto de un origen cultural diferente, lo que podría provocar una lectura descontextualizada, poco criteriosa, en ocasiones retratando lo que se asemeja más a una caricatura de la realidad, que a la realidad misma. (TAHKOKALLIO Y VILMA, 1994), (PAPANEK, V.1983). Lo que los autores traen a discusión es un tema no menor y que el Diseño Vernacular acarrea consigo como resultado de los procesos de hibridación de las culturas (MORRIS, N. 2002) y que la apropiación cultural puede llevar a cuestionamientos éticos.

El grado de importancia que este tipo de expresiones constituye es en gran medida una batería de posibilidades que el espacio geográfico, en conjunto con las características y peculiaridades de lo vernacular, ofrece una oportunidad para incentivar el desarrollo local de manera armoniosa con la sociedad y el medio ambiente. Podemos afirmar que la versión del espacio geográfico aportada por Milton Santos eleva sustancialmente la riqueza tangible e intangible de un espacio cultural sostenible (DURÁN, E. Y VERGHESE, G., 2010).

1.3.- Contextos del Diseño Vernáculo.

Existe un número considerable de referentes literarios que hacen mención a los contextos urbanos y rurales donde lo vernacular está presente, siendo la arquitectura vernácula uno de los aspectos más desarrollados en todo los rincones del mundo. El premio nacional de arquitectura y experto en construcción en madera Edward Rojas, define este aspecto característico del saber hacer de las personas acuñando el término “arquitectura del lugar” para referirse a las técnicas constructivas vernáculas de la isla de Chiloé, en el extremo sur de Chile, donde las viviendas se caracterizan por estar levantadas por palafitos fundados en el borde del mar, posibilitando las constantes variaciones de la marea, otorgando un valor paisajístico característico del Chile insular.



Figura 3: Vista viviendas de Chiloé. Fuente: Plataforma Arquitectura. Tania Gebauer en La revalorización de la arquitectura vernácula en Chiloé.

El caso de las manifestaciones artísticas vernáculas rurales se encuentra también asociado al concepto de *folklore*, como una manifestación de destreza artística aplicada a objetos del diario vivir. La artesanía aquí cobra un lugar importante como vehículo donde se mueve lo vernáculo, es ahí donde también aparece el aspecto tradicional que trae consigo lo vernáculo-rural, una suerte de ancestro del diseño industrial (FORTY, 2016), resultado de aquella capacidad de producir objetos utilitarios o decorativos con características de producción carente de industrialización, y que lleva por autoría de artistas sin capacitación formal. (DURÁN & VERGHESE, 2010), (FINIZOLA, F. ET AL. 2012).

Sin embargo, lo vernacular también puede ser encontrado en la urbe. La ciudad y sus dinámicas han aportado considerablemente a la generación de este patrimonio

vivo y espontáneo de las calles y sus rincones. En el caso del diseño gráfico, existe un incontable número de referentes que, con fines comunicacionales o artísticos, han sido parte del mosaico publicitario de barrios, centros y periferias.

Rafael Cardoso señala una relación de dominancia entre los dos enfoques, en relación al diseño gráfico vernacular el filósofo afirma que;

“el binomio popular-erudito presenta un enfoque vernáculo estructurado sobre el punto de vista de la dicotomía social entre dominado por dominante, donde el diseño vernáculo está relacionado con la producción de cultura popular, y el otro, diseño gráfico erudito está relacionado con la producción que proviene de la cultura erudita”.

Rafael Cardoso (2005: 7-8)



Figura. 4 y 5: Letrero de almacén, Chile. (Anónimo). Lucas Matheus . Abridor de botellas, Brasil (Anónimo). Casa Lotek , Camerún. Foto José Tomás Franco, ArchDAily.

En el caso de los objetos tridimensionales, (FINIZOLA, F. ET AL. 2012)., señala que la definición de **artefacto** vernáculo es lo que se describe como el resultado de la reorganización de elementos asociados por criterios netamente funcionales, y por medio de la recodificación de estos, se genera un estado de hibridez conceptual, aspecto característico de lo que VALLESE (2001) nombra como “inventos urbanos”. La autora también refuerza la idea de diferenciar los dos tipos de “vernacularidades”, aquel bajo el alero de la enseñanza académica clásica de la disciplina, y la otra como una expresión de artefactos populares de la vida en la calle. Finalmente, la autora de “*Rua dos Inventos*” no concuerda con CARDOSO (2005), afirmando que ambas definiciones no son dicotómicas, ninguna se superpone a la otra, por el contrario, comparten fines en común, como la capacidad

de responder a necesidades personales a través de los objetos, además de la habilidad de observar y solucionar creativamente algún aspecto del diario vivir de los individuos, en cierta medida, aquel sentido creativo innato de las personas, misma característica compartida por los individuos formados formalmente como diseñadores. En síntesis, el espacio geográfico urbano-vernacular emerge como un escenario fértil para creaciones populares, comúnmente asociadas a reutilización, reciclaje, venta ambulante, personas en riesgo social, entre otros actores y elementos que componen el paisaje urbano. (FINIZOLA, F. ET AL. 2012).

En este caso del vernacular-urbano, tanto la expresión como el diseño vernacular son indicadores de una dinámica expresión urbana constante, una suerte de contracultura, siendo el resultado de complejas articulaciones de intercambio de información local y global, lo que a la postre también es una evidencia de homogeneización cultural. (MORRIS,2002), (DURÁN & VERGHESE, 2010)

Tal como lo mencionado anteriormente, lo vernacular puede leerse desde la expresión cultural, material y técnica. En este aspecto, las características de conocimiento vernáculo, ya sea en el diseño como en otras disciplinas, se caracteriza por su capacidad de transmitir sabiduría popular, pudiendo ser heredadas de generación en generación y coexistiendo en distintas situaciones, aspecto que sintoniza con lo mencionado por SANTOS (2002) en relación con el dinamismo del espacio geográfico.

Llevar al mundo académico este tipo de relaciones que involucran el concepto de espacio geográfico vernacular no es tarea fácil. La necesidad de categorizar por medio de una estructura que aglutina todas las ideas y conceptos es algo que ya forma parte del estudio del fenómeno desde un sesgo académico. Para comprender mejor esto, IVAR HOLM (2006) establece en el diseño vernacular cuatro objetivos principales donde el diseño como disciplina puede utilizar lo vernáculo para adquirir nuevas condiciones. Para eso el autor propone la revitalización y la reinvención de lo vernáculo, es decir, evocando los aspectos tradicionales y la búsqueda de nuevos paradigmas. Asimismo Holm propone extender y reinterpretar la tradición, usando lo vernáculo de forma modificada, como en el uso de modismos locales, usualmente relacionados a aspectos del lenguaje.

1.4.- Categorización del diseño vernacular

Lo que HOLM (2006) plantea no toma totalmente en cuenta el rango de posibilidades que surgen como por medio de la combinación de estos estados. También es posible una quinta condición, resultado de las relaciones de estos elementos: una condición *híbrida*". Esta noción es fundamental para repensar el tipo de relación y los resultados del proceso, que tiene como origen la expresión vernácula, y que luego intenta convertirse en un ejemplo de diseño vernáculo. La dificultad que implica garantizar el mantener una condición de pureza dentro de este proceso ya es una contradicción vital. Podemos decir que el estado de hibridez es el que más se ajusta a las variaciones, fundadas principalmente en los cambios de escenarios de una sociedad, como consecuencia de los cambios en los hábitos de las personas, como por ejemplo los de consumo DURÁN, E. Y VERGHESE, G. (2010). En este sentido, FRAMPTON (1983) acuña el concepto de *regionalismo crítico* como una ideología de la arquitectura moderna global. El experto señala que en el caso de la arquitectura, ella recoge aspectos vernáculos, pero al mismo tiempo es el resultado de una conciencia local distintiva (FRAMPTON, 1983, 21 pág). Para el crítico y experto en temas *arquitectura local*, el concepto de regionalismo crítico no se refiere precisamente a la imitación de la arquitectura vernácula, sino más bien al proceso de simbiosis que aúna aspectos locales de la arquitectura como también aspectos que tienen que ver con su opuesto, la globalización. En cierta medida FRAMPTON propone un estado que carece de una relación puramente vernácula, más bien utiliza estos aspectos de lo vernáculo y lo eleva a un estadio más cercano a lo que conocemos como post modernismo, o sea una coexistencia entre el contexto geográfico y cultural, mezclando tradición con modernidad .

A lo largo de esta introducción hemos visto cómo el concepto vernacular puede ser analizado desde distintas miradas. Considerando las similitudes y diferencias que existen entre su origen erudito o desde el saber popular, como así también en relación con el contexto rural o urbano, sumado al dinamismo con que lo vernáculo va adaptándose a las nuevas condiciones de globalización, hace que este tipo de investigación sea un tema que requiere nuestra atención. La presente investigación recoge ambas versiones de lo vernáculo, lo erudito y lo informal. Intentaremos, esclarecer aún más las variables que intervienen en la comprensión

y aplicación de lo vernáculo y su contribución al desarrollo sustentable del espacio geográfico en el que se desenvuelve

1.5.-Diseño vernacular y sustentabilidad, una relación entre economía y espacio geográfico

Tal como lo señala FRAMPTON en su concepto de regionalismo crítico, las características locales deben coexistir con otras influencias en una relación simbiótica dentro del ámbito socioeconómico y productivo. Esta relación se ve potenciada por el aporte de los nuevos medios y tecnologías que la sociedad ha ido incorporando en el transcurso del tiempo como resultado de un fenómeno de globalización. Las distintas etapas del proceso de creación, producción y difusión del diseño no están exentas de estas influencias. Diseñadores, arquitectos, artistas, artesanos, entre otras disciplinas creativas, han venido retomando terreno olvidado, encontrando una oportunidad para el desarrollo local en temas de difusión cultural, como parte importante de la escena productiva, la que hoy es conocida bajo el nombre de industria creativa local. (UNESCO; INFORME DE ECONOMÍA CREATIVA LOCAL, 2013).

Nuevos acuerdos sobre protección de la propiedad intelectual, como la denominación de origen y la identificación geográfica (INAPI,2010), son resultado de una política más inclusiva, protectora y justa, lo que revela un entorno propicio para que ambas instancias coexistan, a través de la combinación de estrategias de diseño y valores de carácter tradicional local. Sin embargo, lo que el Instituto de Propiedad Intelectual de Chile establece como vínculo entre el territorio, la denominación de origen e identificación geográfica¹, no se limita sólo a un saber hacer sobre un determinado material, insumo o alimento propio de un lugar, sino a un conjunto de aspectos legales, medioambientales y económicos. La relación armónica entre la capacidad de producir y comercializar se encuentra estrechamente ligada a las condiciones que el espacio natural provee. Por citar un

¹ Denominación de origen; Identifica a un producto como originario de una región geográfica, atribuyéndole determinadas cualidades o reputación atribuibles fundamentalmente a su origen geográfico, teniendo en consideración además otros factores (por ejemplo humanos) que incidan en la caracterización del producto.

Denominación Geográfica: Una indicación geográfica es un signo utilizado para productos que tienen un origen geográfico concreto y poseen cualidades o una reputación derivadas específicamente de su lugar de origen. Por lo general, una indicación geográfica consiste en el nombre del lugar de origen de los productos.

ejemplo, las condiciones de producción vitivinícola con denominación de origen en Chile están siendo repensadas para adaptarse a nuevas situaciones climáticas debido al cambio climático. Lo que otrora fue el clima y suelo idóneo para el cultivo de una cepa determinada, actualmente ya no es así. (NICHOLAS, K. (2015). En cierta medida, lo que la naturaleza se encargó de hacer durante toda su evolución por millones y millones de años, la humanidad en su voluntad de progresar ha conseguido cambiar ese orden en solo algunas décadas de producción industrial acelerada.



Figura 6: Mapa de denominación de origen e identificación geográfica según zona y tipo de producto, Chile. Fuente; Instituto de Propiedad Intelectual de Chile, INAPI,(2020).

Desde un punto de vista histórico, el origen del diálogo producido por la artesanía y el diseño es un capítulo que comienza a tomar forma durante la segunda mitad del siglo XIX, con la participación del filósofo, teórico político y diseñador William Morris, quien, junto a John Ruskin, lideraron la reivindicación de los artesanos con el movimiento conocido como Arts & Crafts. En aquel momento, tanto artesanos como artistas expertos en un determinado oficio, comenzaron a formar parte de una cadena virtuosa productiva, forjando en gran medida los orígenes del diseño industrial. Morris se esforzó en proteger y revivir las técnicas tradicionales de producción artesanal, las que posteriormente fueron reemplazadas por máquinas durante la Revolución Industrial de la era Victoriana. (FORTY, A. 2013).

Según FORTY (2013), la profesión de diseñador industrial se origina bajo la idea de la industrialización de productos de consumo, específicamente cuando la fabricación se traslada de los talleres artesanales a la producción industrial. Según el autor, la razón por la cual el desarrollo de producción mecanizada del siglo XIX emerge en ese entonces se fundamenta en la idea de potenciar al diseño como un factor preponderante para los fabricantes; o sea, objetivos basados en fines económicos. El experto en historia del diseño añade que en aquel tiempo no se justificaba la necesidad de maximizar las ventas desde una perspectiva de

producción manual. La gran ventaja que la producción asistida por máquinas trajo consigo fue la fabricación de modelos seriados con el fin prioritario de lucrar. (FORTY,(2013). Como secuela histórica de aquello, las líneas de producción seriadas basadas en la ideas de Henry Ford, innovaron en el proceso de seriación, teniendo como consecuencia la masificación del modelo Ford T en 1908. Lo que el modelo fordiano crea y hereda en ese momento histórico para nuestros días no es solo una suerte de democratización de un medio de transporte, de un objeto, que en ese entonces correspondía a un sector privilegiado de la sociedad, sino también, y quizás más importante aún, ofrece al mundo un nuevo concepto de cadena de producción en línea, aspecto que marcó definitivamente los modelos económicos y su relación con el medioambiente.

En nuestro caso disciplinar, desde hace ya algunas décadas, hemos visto cómo la figura profesional del diseñador industrial se funda sobre la base de la industrialización de productos de consumo. Este fue el principio que prevaleció durante mucho tiempo, considerando un modelo impuesto del quehacer profesional principalmente inspirado en modelos educacionales provenientes de Europa y de Estados Unidos. Como prueba de ello podemos señalar el tipo de enseñanza del diseño industrial que llegó a esta parte del continente, como es el caso de la creación de la Escola Técnica de Criação del MAM, posteriormente llamada Escola Superior de Desenho Industrial (ESDI), creada en 1958 en RJ, Brasil, donde Tomás Maldonado, con el apoyo de Gui Bomsiepe, fundó el diseño en latinoamérica empleando modelos de enseñanza inspirados en la HFG ULM,² Alemania, donde Maldonado formaba parte del cuerpo docente antes de llegar a Brasil (FERNÁNDEZ , 2013).

Con el transcurrir de los años, y principalmente con el advenimiento tecnológico de las últimas décadas, aquel perfil del diseñador íntimamente relacionado con un desenvolvimiento industrial ya no tiene la misma validez. Tanto técnicas como tecnologías, sumado a nuevas necesidades y oportunidades del mercado, han dado un golpe de timón de lo que es el diseño en la actualidad. Diferentes versiones profesionales del área creativa han surgido como respuesta a las variaciones que el mundo experimentó en los últimos años, cambiando el paradigma de ver y ejercer la profesión del diseño.

² HFG ULM. **Ulm School of Design**. En alemán: *Hochschule für Gestaltung Ulm*.

Parece ser que la idea apocalíptica del fin de la naturaleza es una realidad comprobable en la mayoría de las esferas del conocimiento. Cada vez se hace más difícil encontrar un espacio geográfico natural inalterado. Sin embargo, esto no es una evidencia de que la naturaleza haya dejado de existir por completo, sino más bien, en su condición natural, aún existe, solo que en una versión más reducida, quedando cada vez menos espacios inalterados. La relación actual de sociedad y naturaleza es una condición de resiliencia de límites colindantes, donde empieza uno, termina el otro (SANTOS , 2009).

En esa pugna constante, en la búsqueda de una relación recíproca y simbiótica entre naturaleza y sociedad, el autor señala que ha sido siempre una relación de dominio o control de la otra. Sin embargo, dicho control no siempre se puede ejercer sobre la omnipresente energía natural, a lo que el geógrafo nombra como control pasivo sobre las fuerzas de la naturaleza. El otro tipo de control activo o dominio sobre su entorno natural no siempre llega a un buen final. El experto ilustra este punto citando los tiempos que utiliza la agricultura buscando beneficios necesarios para la obtención de alimentos. Una especie de control parcial en lo que respecta a factores climatológicos, botánicos, geológicos, entre otros elementos y todo aquello que constituye esta relación ancestral civilización-naturaleza llamada agricultura.

Como ya lo advertimos, para Santos el espacio está conformado por objetos y acciones, pudiendo estructurarse a partir de una lógica de producción en que los objetos naturales, por medio de la intervención de la técnica, se transforman en objetos tecnológicos, los que modifican el espacio y posteriormente el espacio los vuelve a modificar (SANTOS, M (2009).

Adicionalmente, MOREIRA & RIPPER (2014) exponen acerca de la condición natural desplazada hacia el mundo de los objetos. Esto ocurre cuando aparece una intencionalidad social, la que queda en evidencia en una dimensión funcional, dicho de otra manera, el uso. De modo similar al que Santos entiende el espacio geográfico, con sus distintos niveles e interrelaciones dentro de un espacio determinado, podríamos decir que los objetos también poseen distintos estratos y lecturas. Esto no sólo desde un propósito utilitario o como un servicio *per se*, sino también desde el trasfondo emocional y representativo que esto implica. Aspectos que van más allá del objeto y su experiencia de uso, el trasfondo semántico; lo que evoca, lo emocional, aspectos que trascienden lo material y funcional del diseño.

Para MOREIRA & RIPPER (2014), los objetos poseen dos dominios fundamentales, el semántico y el sintáctico. El primero hace referencia a los diferentes ámbitos de la percepción, el segundo se relaciona con la geometría y expresión física objetual.

La usabilidad en los objetos es un factor preponderante en las disciplinas que atienden aspectos productivos dentro del proceso. Los autores señalan que la causa matriz de un objeto es aquello que se hace con la materia y su posterior transformación. Dicha transformación se adquiere a través de una técnica, o una serie de técnicas en cadena. Cada uno de estos saberes técnicos posee una dependencia con su espacio geográfico, consiguientemente, cada técnica posee una condición o producción social. Finalmente, los autores de *Jogo das Formas* (2014), declaran una serie de momentos durante el proceso de creación de un objeto, donde se requiere de aquel dominio o conocimiento técnico. Estos momentos o tiempos del proceso son adquisición de la forma, génesis, fabricación, montaje, uso, reparo o mantención, aprovechamiento y descarte. Del mismo modo, para CARDOSO (2011), el proceso del ciclo de vida de un objeto es determinado principalmente por medio de cuatro factores fundamentales de un objeto: materialidad y su proceso; entorno o inserción social; usuarios y tiempo.

Estas instancias de las técnicas mencionadas por los tres autores podrían asimilarse a lo que hoy en día es conocido como el ciclo de vida de los productos, aspecto que comentaremos más adelante en el capítulo metodológico de la presente investigación.

Triste pero cierto, la realidad de esta relación medioambiente-sociedad no ha sido de las más saludables. Infelizmente, se ha basado en una postura de dominio o imposición de fuerzas por sobre la utilización de recursos naturales, situación cada vez más recurrente, donde una planificación estratégica errada ha incrementado las consecuencias y el desbalance naturaleza-sociedad.

Hoy, por ejemplo, el desequilibrio en la producción de materiales sintéticos sumado a un uso irracional de materias primas ha tenido consecuencias nefastas sobre el medioambiente. Solo desde un punto de vista material, el uso descontrolado de materiales de origen natural, por un lado, y el uso de materiales con una extrema durabilidad, son temas conflictivos al momento de pensar en mejoras para el bienestar de las personas y el medioambiente. Políticas de producción que fomentan la *obsolescencia programada* de los productos, por mencionar solo uno de los factores problemáticos que acarrea la materialidad de los objetos, hacen

cada vez más dificultoso pensar en una alternativa de desarrollo sustentable local (MCDONOUGH Y BRAUNGART, 2002).

Volviendo al pasado, probablemente fue a mediados del siglo XX que por primera vez en la historia la sociedad toma conciencia sobre la fragilidad de los ecosistemas y el impacto de nuestro comportamiento sobre el medioambiente. Transcurría la década de los 60, en ese momento el hombre recientemente había “conquistado la luna”. Hay quienes argumentan que fue en aquel instante cuando la civilización se concientizó de cuán pequeño y limitado es el planeta Tierra. Fue la primera vez en que consiguió apreciar el mundo desde una perspectiva nunca antes vista. En aquel registro audiovisual incrustado por décadas en la retina de los televidentes, la tierra ya no parecía interminable, era finita.

Según datos de la NASA, fueron más de 650 millones de telespectadores quienes recibieron en vivo aquella histórica hazaña del Apolo 11. Lo más probable es que un gran porcentaje de aquellos televisores estrenados en la década de la conquista lunar se encuentren en algún recóndito vertedero, bajo tierra o en el fondo del océano esperando un proceso de descomposición que probablemente nunca acontecerá.

Afortunadamente, en las últimas décadas la conciencia ambiental planetaria es mucho más amplia y más exigente. Una parte considerable de los habitantes de este mundo ya está consciente acerca de lo frágil que es el balance entre naturaleza y las acciones humanas. La lucha por el medioambiente es notoria, fundamental para nuestra supervivencia, sin embargo esto no es insuficiente. Por otro lado, la existencia de tratados internacionales y acuerdos globales sobre la importancia del impacto del cambio climático marca una pauta importante de qué países están dentro de una política más sustentable.. Según la ONU, una premisa básica y fundamental es la que se resume en hacer menos con más, o sea, propiciar actividades que reporten divisas utilizando lo mínimo de recursos posibles, evitar la contaminación y la degradación del sector, teniendo como fin transversal la mejora en la calidad de vida de sus habitantes (objetivo número 12 del programa; Producción y Consumo Responsable, ONU 2020) Al mismo tiempo, dicha organización señala tres ejes de desarrollo imprescindibles para que esta relación espacio, sociedad y naturaleza sea balanceadamente sostenible. Estos ejes de investigación son: el agua, la energía y la alimentación (THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS REPORT 2020).



Figura 7: Objetivos para la Sustentabilidad, ONU. 2020. Fuente : Stockholm Resilience Center.

1.6.- Economía circular y agricultura inteligente

El perfil del profesional del diseño mencionado anteriormente se concibió en un período donde no existía el debate sobre la sostenibilidad y su relación con el ciclo de vida de los objetos. Hoy en día, ese perfil profesional debe ser “re diseñado”, y orientarlo hacia la gestación de cambios de paradigmas, no solo de cómo diseñamos los objetos, sino también de cómo y qué tipo de patrón de consumo promovemos. (Brown, T., 2009). El diseño actualmente, debe ser promovido por renovadas políticas de producción y distribución, apostando a nuevas experiencias de uso en las personas, considerando nuevos nichos de mercado más justos e integradores socialmente hablando, pero fundamentalmente, con un compromiso y conciencia de respeto hacia el medioambiente. (McDonough, Braungart, M.2002). En este sentido, hace ya más de 4 décadas viene incorporándose el concepto de Economía Circular (E.C.), opción que surge como alternativa en la búsqueda de nuevos parámetros de crecimiento balanceado. Walter R. Stahel, arquitecto y analista industrial, fue quien emprendió esta cruzada en los años 70, advirtiendo de las múltiples ventajas que los sistemas basados en la circularidad podrían traer consigo. Entre los valores promovidos por este nuevo concepto de economía se encuentran el incentivar criterios más austeros de consumo, reciclaje, reducción en el uso de materias primas, métodos de obtención de conocimientos observados en la naturaleza, tratado de residuos orgánicos, entre otras iniciativas que el programa involucra como plan de desarrollo más consciente con el planeta.

Según el Informe de Estudio de Economía Circular en el Sector Agroalimentario chileno (2019), corrientes de pensamientos asociadas a conceptos como de la “cuna a la cuna”, “economía verde” y biomimética, son algunos de los tópicos en sintonía con la sustentabilidad que engloba la E.C. Uno de los casos más representativos de este concepto de economía es aquel que involucra innovaciones técnico-sociales aplicadas en la agricultura sustentable (FAO, 2020). En relación con lo anterior, considerando tanto pronósticos científicos como el saber popular, el panorama mundial en términos de sustentabilidad no se ve muy auspicioso por varios motivos, uno de los más importantes es aquel que aqueja la falta de agua y alimentos. El uso de transgénicos, la sobreexplotación de tierra, cadenas de producción poco favorables para los agricultores locales, escasez de comida, empobrecimiento del suelo, desastres naturales, pandemias y principalmente la escasez de agua son algunas de las urgencias que hacen del tema de la agricultura urbana o rural, una dimensión económica y sustentable cada vez más necesaria.



Figura 8: Esquema de Economía Circular , Fuente: *Lucha contra el Cambio Climático, Economía Circular e I+D+i* , recuperado de <https://www.construible.es/>.

1.6.1.- La importancia del agua en nuestro ecosistema alimentario

Retomando las ideas de SANTOS (2009) referentes a las distintas capas que componen el espacio geográfico, una dimensión del espacio es también el tipo y cantidad de agua que pertenece a la hoya hidrográfica de un determinado lugar.

Es de importancia recordar que solo el 2.5% del agua en nuestro planeta es dulce. En ese 2.5 se basa gran parte de subsistencia de la vida en la faz de la tierra, 30.1% es agua subterránea almacenada en las profundidades como acuíferos subterráneos, 68.6% se encuentra en glaciares y casquetes polares, dejando solo 1.3% del total de agua dulce superficial, como lagos, ríos y arroyos, vitales para la sobrevivencia de los diferentes seres vivos que componen un ecosistema. (HOEKSTRA Y MESFIN, 2012).

El término huella hídrica (*water footprint, WF*), está asociado a la producción y consumo de recursos hídricos, utilizados directa o indirectamente para la producción de bienes y servicios, incluyendo el sector industrial, doméstico y agroalimentario. Es necesario recalcar que este último sector, el agroalimentario, es el que consume casi el 70% del suministro mundial de agua dulce. De acuerdo con la Organización Mundial de Alimentos y Agronomía (FAO; 2020), el sector agrícola enfrentará grandes desafíos para alimentar a los 9.6 millones de personas previstas para esa fecha. Para aquel escenario, la producción de alimentos debería aumentar en aproximadamente un 70% más en el año 2050. Lamentablemente este alarmante escenario es proyectado independientemente de la disponibilidad limitada de tierra y la escasez incremental de agua dulce en las diferentes latitudes del mundo.

Conflictos políticos del pasado se potenciarían aún más bajo circunstancias directamente relacionadas por la falta de recursos, siendo uno de los más importantes la carencia y contaminación del agua.

El concepto de Agricultura inteligente (FAO, 2020) representa una opción más sustentable en lo que a combinación de técnicas ancestrales y nuevas tecnologías, monitoreo y control en la autoproducción de alimentos concierne. Huertos verticales y sistemas acuapónicos representan una versión de optimización de recursos hídricos, permitiendo a las personas una alternativa conveniente para la autoproducción de alimentos.

Desde plantas comestibles, medicinales y ornamentales, algas, peces, crustáceos, hasta insectos para el consumo humano son algunas de las posibilidades que se presentan como alternativa válida para mitigar los impactos que la sociedad en conjunto con la industria alimentaria han generado en el medioambiente, otorgando al mismo tiempo una opción concreta en el autocultivo de alimentos en contextos urbanos y rurales. Patios, condominios comunitarios, terrazas de edificios, escuelas, parques públicos podrían ser nuevos escenarios

para proveer de experiencias a la comunidad en espacios ambiental y socialmente amigables. La necesidad de una estrategia de desarrollo local que reporte beneficios recíprocos entre seres humanos y animales emerge como una oportunidad para la generación de espacios geográficos específicos, de ambientes controlados favorables para la producción de alimentos, con sistemas más amigables con el medioambiente, además de poseer versatilidad y adaptabilidad para las distintas condicionantes geográficas y topográficas de un lugar contexto. (CORREIA DE MELO Y DURÁN. E ,2020).

Uno de los sistemas de cultivo más antiguos y tradicionales, pero curiosamente poco difundido, es el acuapónico. Se le atribuye su invención a las culturas ancestrales de Medio Oriente, sin embargo existen relatos acerca de la historia de estos sistemas que la vinculan con técnicas de agricultura azteca y maya. Sin tener la certeza exacta del origen de esta sabiduría agricultura, un aspecto común en relación al origen de una serie de tradiciones populares (PLATH 2008), en términos generales, la acuaponia es un sistema que combina la agricultura con la piscicultura, donde desechos producidos por peces suministran los nutrientes necesarios para el crecimiento de plantas, las que a su vez actúan como filtro natural, purificando el agua y retornando al ciclo de circulación para su oxigenación.

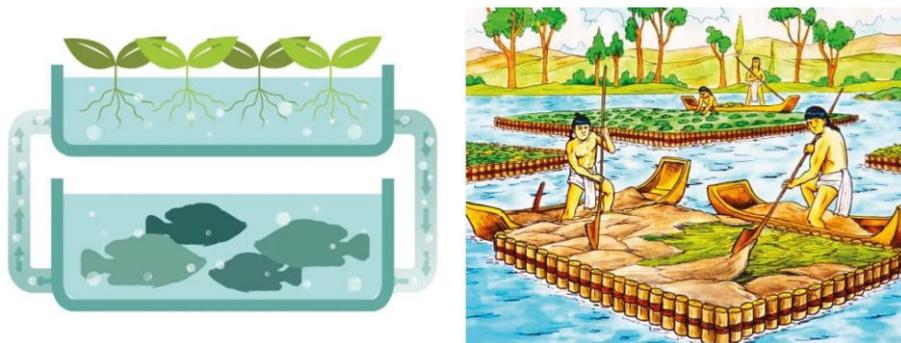


Figura 9: Esquema sistema acuapónico e ilustración de canales de Xochimilco en México pre colombino. Fuente: <http://mundoacuaponia.com/>

Parámetros lumínicos, temperatura, ph, amonio y otros aspectos relevantes en el balance apropiado para este tipo de Biome artificial (FRANZ, H.1999), aparecen como oportunidad para el ejercicio de competencias multidisciplinares donde el diseño, la arquitectura, la botánica, las TiCs, entre otras áreas del conocimiento,

son una oportunidad para el desarrollo de un caso de estudio que ilustre los conceptos desarrollados a lo largo de esta investigación. Estos y otros aspectos serán atendidos en el desarrollo de propuestas de diseño, por medio de aproximaciones sucesivas, para finalmente realizar mejoras sustanciales en los procesos de diseño, sus formas, las técnicas y tecnologías, en pos de un futuro comprometido en la concepción de espacios geográficos sustentables.

Capítulo 2

2.-Materiales y métodos

2.1.-Objetivos de la investigación

Objetivo general

1.- Traducir aspectos de fenómenos observados en la naturaleza en el diseño de espacios a partir de técnicas vernáculas y nuevas tecnologías.

Objetivo específicos:

1.- Examinar procesos de autorregulación en los estados de la materia a través del estudio de fenómenos cimáticos en cuerpos de agua.

2.-Determinar parámetros geométricos-espaciales cimáticos, su relación con nuevos medios y técnicas constructivas vernáculas en procesos proyectuales de diseño.

3.- Identificar potenciales escenarios de aplicación para el diseño de espacios de uso temporal y desarrollo local sustentable.

2.2.-Procesos de investigación en procesos creativos para el diseño

La capacidad de construir conocimiento a través de la experiencia y la reflexión ha sido una característica de nuestra especie a lo largo de su historia, siendo capaz de agrupar saberes del mundo científico, humanista y artístico, entre otras áreas del saber que componen este mosaico teórico y práctico de la sabiduría.

Reexaminar tres acepciones lingüísticas sería un punto de partida en el análisis de esta compleja tarea del acervo multidimensional, donde el diseño ha querido ser parte de esta historia, independientemente de su joven trayectoria y características procedimentales de su método. (HERRERA BATISTA, 2010).

En español, comúnmente nos referimos a la investigación como tarea de adquisición de conocimientos a través de métodos inductivos o deductivos. Más coloquialmente, este mismo término podría llegar a confundirse con pesquisar, palabra relacionada con la examinación de alguna situación por lo general del

ámbito legal, que precisa de un análisis y veredicto judicial, y que es generalmente asesorada por peritos criminalísticos. Fonéticamente es parecida a lo que en lengua portuguesa es *Pesquisa*, en este caso, como sinónimo del español Investigar. La palabra *Research*, en inglés, está compuesta por el prefijo *Re*, reiterativo, y *Search*, buscar, mirar o examinar algo. Es curioso que esta última acepción haga hincapié en rehacer una acción, volver a mirar con otros ojos, dar una nueva lectura, reasignar criterios y argumentos para nuevamente volver a buscar. Posiblemente no sea una interpretación tan oficial, hace sentido lo que en lengua sajona se quiere comunicar con esta idea de re buscar o *research*... La palabra *re buscar* implica, en cierta medida, volver a lo antiguo, *a re mirar*, “ver de nuevo” CRUZ (1993) en una interesante contradicción considerando esta nueva mirada acerca de lo mismo, o sea lo re-conocido.

El texto fundacional bajo el nombre de “Research In Art and Design” establece relaciones causales y problemáticas en aspectos metodológicos en las artes y el diseño. Dicho artículo, escrito por Christopher Frayling en el año 1993, es un documento perteneciente al Royal College of Art, y discute aspectos que tenían un precedente. Esta importante temática había sido difundida por el artista, crítico y anarquista inglés Herbert Read en su ensayo “Educación a través del arte” (1943) con un enfoque más ligado a materias artísticas.

Lo que Frayling en cierta medida hace es reinterpretar los textos de Read y colocar sobre la mesa del diseño una serie de aspectos en común entre las artes, los oficios y el diseño, en relación con el método de investigación científica. Aun cuando este tema no ha sido zanjado, podemos decir que a partir de ese momento se estableció una postura más sólida y que fundamentalmente serviría para categorizar el trabajo de investigación en Diseño. La discusión en torno a este planteamiento metodológico ha cobrado aún más fuerza con nuevos enfoques y aportes de expertos en la materia. Existe una serie de autores que proponen distintos puntos de vista en relación al origen investigativo de esta joven disciplina, todo esto con la intención de clasificar y justificar la relevancia de la investigación del diseño. Dicha clasificación está basada en tres tipos fundamentales y son ampliamente conocidas, generalmente en los ámbitos de investigación académica bajo los nombres de: Investigación para el diseño (*research for design*), investigación sobre el diseño (*research into design*) e investigación a través del diseño (*research through design*). Con la idea de sentar las bases del presente *re ver* investigativo, analizaremos diferencias y similitudes, como también su posible participación como parte del método científico.

2.2.1.- Investigación para el diseño (research for design)

FRAYLIN (1993) señala que la investigación para el diseño es aquel tipo en que el fin de la investigación es un objeto o producto. El autor agrega que este método se basa en el estudio de ciertos aspectos que condicionan al diseño en sí, tales como factores estéticos, tecnológicos, perceptuales entre otras dimensiones que componen el análisis de un objeto. En este caso, FINDELLI et al (2008) señalan que este tipo de investigación no cumple con cánones científicos, debido principalmente a que se funda en información generada a través de entrevistas, observaciones de campo o análisis comparativos, entre otras herramientas metodológicas que poseen ese filtro carente de objetividad. El experto añade que el objeto proyectado es el resultado de una acción uni disciplinar, y que podría ser motivo de subjetividad al momento de evaluar los resultados.

2.2.2.- Investigación sobre el Diseño (research about design o research into design)

Si se compara con el método anterior, podríamos decir que este posee un carácter integrativo y holístico. Se basa en la contribución de otras ramas del conocimiento, utilizando el diseño como punto de convergencia. Solo por mencionar algunos conocimientos que se asocian comúnmente con el diseño, se encuentran la ergonomía, sociología, semiótica, entre otras de las líneas del conocimiento convocadas para su participación en distintos ámbitos y grados de importancia. De este modo, Findeli (2008) comenta que el grado de credibilidad de este método ha aumentado y también su reconocimiento, siendo el diseño, en este caso, solo un medio para las otras áreas del conocimiento. Frayling (1993) señala que el enfoque teórico de esta opción es más frecuente en las investigaciones académicas de doctorado.

2.2.3.- Investigación a través del diseño (research through design o research by design)

A diferencia de los dos métodos anteriores, la Investigación a través del Diseño, también conocida como RtD, posee esa dicotomía entre teoría y práctica. De acuerdo con HERRERA BATISTA (2018), esta manera de investigar considera la mejora constante del proceso de diseño y al mismo tiempo se cobija bajo el alero de métodos más rigurosos en lo que a investigación científica concierne. Podríamos decir que es un método híbrido, que toma algunos de los aspectos de

las versiones citadas anteriormente. Otro aspecto característico que considerar es el grado de importancia que poseen los prototipos o modelos operativos dentro del proceso metodológico. Finalmente, esta opción se identifica por tener un enfoque transdisciplinario, aspecto característico de lo que actualmente es difundido como un perfil profesional del diseñador industrial (CORREIA DE MELO & RIPPER, 2016).

2.3.- Método científico y método proyectual

De manera resumida, lo que la categorización de métodos de investigación apuntada por Frayling describe es la forma en que el diseño se relaciona con otras disciplinas, y de cómo este válida su quehacer investigativo. Sin embargo, una de las grandes críticas a esta variable del diseño, y que en el fondo es uno de los problemas más comentados en las esferas de la investigación, es la falta de rigor científico. Siendo esta última condición una especie de estándar académico que en muchas ocasiones no se ciñe a la naturaleza de una disciplina que tiene a la creatividad por algo fundamental, colocando el proceso metodológico de diseño en tela de juicio para el mundo científico.

Fue Aristóteles en la antigua Grecia quien bautizó como Método Deductivo a aquel modo de adquirir conocimiento por medio del razonamiento lógico y a través de conclusiones. La versión deductiva se caracteriza por utilizar la observación como técnica de análisis de un determinado fenómeno, que luego sirve para levantar conjeturas y así realizar comparaciones de razonamientos lógicos, desde lo general a lo particular. Este tipo de aproximación es ampliamente utilizado en el método científico y se basa en la capacidad de deducir. Es por medio del procedimiento lógico que finalmente construye y fundamenta una nueva proposición o hipótesis.

Su lógica de funcionamiento se basa en resultados obtenidos en premisas:

- Premisa 1: Todos los hombres son mortales.
- Premisa 2: Sócrates es un hombre.
- Conclusión: Por lo tanto, Sócrates es mortal

En 1620, Francis Bacon propone un cambio en la manera de pensar científicamente, el método inductivo, el cual se caracteriza por ir en la otra dirección, o sea, la teoría se construye desde lo particular a lo general. Al igual

que el método deductivo, el inductivo utiliza la observación como instrumento para la generación de una hipótesis y la obtención del conocimiento. La praxis es una diferencia importante entre ambos métodos. Bacon refuerza la importancia de la práctica como punto fundamental para que este tipo de procedimiento investigativo sea efectivo, aduciendo que en este tipo de método la teoría se construye a través de la experiencia (MANZO (2004).

Un aspecto importante de mencionar es aquel que guarda relación con la naturaleza intrínseca de disciplinas que utilizan la creatividad como parte de sus procesos. Concordando con FRAYLIN (1993), DONOSO (2019) reafirma que la condición prospectiva o idea de futuro pre visualizado es una característica *per se* del método de diseño. En gran medida, este aspecto de la RtD se caracteriza por incluir dentro de sus etapas el proceso proyectual. En este sentido, vale la pena detenerse y analizar la acción de proyectar. Projectum, en su esencia y definición etimológica, proveniente del pro (hacia adelante), *iacere* (lanzar), es una forma de eyectar hacia el futuro, pero no en cualquier dirección, sino más bien con una intención, visión o idea de lo que acontece bajo ciertas circunstancias.



Figura 10 : Primeros esquemas de corte epistemológico. Asesoría Denise Portinari. Epistemología del Diseño 2017. Fuente propia.

Basado en esta premisa del lenguaje podemos afirmar que lo proyectual es un factor medular, característico de disciplinas como el diseño industrial, arquitectura y las artes. La capacidad de adelantarse y visualizar algo que aún no existe está fundada en una serie de acontecimientos que sistematizadamente respaldan esta comprensión del futuro.

Si bien ambos métodos científicos, inductivo y deductivo, consideran la observación como un factor en común con el diseño, creemos que el tipo de

función que cumple la observación en ambos procesos es diferente. Es conveniente aclarar que el resultado o conclusiones de aquella observación, en el caso de diseño, es generado a través de un filtro u óptica personal, una perspectiva subjetiva, y es en el proceso comunicativo donde se logra sintetizar, dando paso al consenso, para luego transformarse en “verdad objetiva” (ALARCÓN, DURÁN ET AL. 2014). Temas de objetividad y subjetividad merecen una examinación para esclarecer la validez de esta técnica utilizada en metodologías en procesos de investigación.

Según DONOSO (2019) la complejidad que asume la investigación en diseño en gran medida guarda relación con dos aspectos importantes que inciden en la construcción de una base metodológica sólida: la observación como una técnica y la observación en su relación con la intuición. De acuerdo con el autor, es aquí donde se debe entender tanto la naturaleza investigativa del diseño, como así también sus limitaciones, dejando en claro la razón por la cual se hace necesario potenciar la investigación con otros insumos pertenecientes a diversas corrientes del pensamiento. El autor concuerda con FINDELLI (2008) en que es posible adoptar otras formas de saber pero, al mismo tiempo, se requiere adaptar dichos modos a la manera de entender y proyectar el mundo desde la óptica creativa. Las artes, la arquitectura y el diseño son algunas de las áreas del conocimiento que de alguna u otra forma experimentan estos desafíos metodológicos, y que el autor las nombra como disciplinas creativo-humanistas, término que incorporaremos como disciplinas C-H, a lo largo de este texto.

Asimismo, CROSS (2007) declara tres grandes áreas para la investigación en diseño en las que centra su mirada: la epistemología, la praxis y la fenomenología. La primera se refiere a cómo y de dónde aprende el diseño, la segunda en torno a las prácticas y procedimientos del diseño, y la última al estudio de las formas y configuraciones de los objetos. El autor confirma la importancia del aporte de otros conocimientos al proceso de investigación de las disciplinas C-H, reforzando la idea de tener pensamiento crítico, la capacidad de incorporar nuevos contenidos, aprender lenguajes provenientes de otros saberes y formas de conocer, entre diversos factores que determinan un carácter de la metodología investigativa.

Tal como lo dejamos entrever anteriormente, la investigación del diseño puede verse como incipiente si se compara con otras disciplinas con un origen y trayectoria científica. El carácter práctico del quehacer del diseñador, como un ente productivo capaz de otorgar soluciones creativas a los problemas y

oportunidades en la vida de las personas, no ha conseguido una madurez suficiente requerida por la producción investigativa científica, esto si se compara con otras disciplinas de perfil tradicional.

Ahora, si bien es cierto que el cruce de conocimientos de ambas corrientes ha generado interesantes resultados parciales en las formas de investigar del diseño, es importante definir cuál es el tipo de relación que tienen las disciplinas H-C con el resto de las ciencias. Esta combinación de áreas del conocimiento y su organización amerita otro tipo de clasificación que dé sentido a cada área participante y de alguna manera determine el tipo de resultado deseado.

De este modo, ALARCÓN, DURÁN ET AL, (2014), destacan el enfoque interdisciplinario como un método que se caracteriza por requerir un conocimiento puntual de cada disciplina. Asimismo, se entiende como el modo multidisciplinario, como aquello con resultados en común y que convoca aspectos de diferentes disciplinas, cada una contribuyendo desde su área del saber específico. BLESSING & GERICKE (2013) señalan que el uso integrado de las herramientas, técnicas y métodos es algo característico de un enfoque transdisciplinario, donde los saberes de áreas distintas se integran en una visión de conjunto, pudiendo estudiar sus relaciones y proyecciones. El resultado de este enfoque metodológico se caracteriza por ser un estado donde no se identifican aisladamente las contribuciones de cada participante; por el contrario, se fusionan consiguiendo otro nuevo estado. Las características de este último método son parte del modo propuesto por Jean Piaget en la década de los años 70, donde el tipo de resultado o conclusión final es un estado que no pertenece a ninguna de las disciplinas participantes, es una nueva condición, una suerte de estado híbrido, como resultado del cruce investigativo transdisciplinario. (DURÁN & VERGHESE, 2010).

2.4.- La observación como técnica para la generación de conocimiento

Hemos mencionado las diferentes opciones y dificultades que el diseño ha experimentado a lo largo de su corta carrera académica. Entre las similitudes y diferencias con su versión más científica, podemos notar que existen algunos factores que determinan un mínimo común denominador entre el método de diseño y el científico. También declaramos en este capítulo que la observación es una etapa clave en ambos procedimientos.

La observación como técnica (MOREIRA & RIPPER 2014), y como parte de un procedimiento científico deductivo e inductivo (FINDELLI 2014), tiene como fin encontrar lo inusual, la novedad o el accidente y al mismo tiempo determinar lo reiterativo, lo secuencial y conductual de lo observado. La capacidad de experimentar en este aspecto es otro punto en común en ambos métodos. Para MURILLO (2017), un experimento consiste en alterar los valores de la variable independiente para luego observar los efectos en la variable dependiente. Del mismo modo, en el caso del contexto en el que se desarrolla la experimentación, esta puede ser tanto dentro de un laboratorio o medio circunstancial (CORREIA DE MELO, 2014), como también fuera de este, como es el caso de una escala mayor o espacio geográfico SANTOS, 2001). No obstante, es crucial cuestionar la homología de su significado en ambos contextos. La observación, como una herencia de la investigación científica hacia la disciplinas C-H en sí, la palabra se escribe de forma idéntica, sin embargo, no es ambivalente, no posee los mismos alcances ni tiempos, tampoco el mismo proceder, lo que nos lleva a cuestionarnos: ¿Es posible combinar lo intuitivo y lo científico?, ¿En qué medida la manipulación de un fenómeno estudiado facilita la observación y el levantamiento de preguntas que orienten la investigación hacia caminos más certeros?

Desde una perspectiva social y humana podemos entender la observación como condición natural del ser humano. Es comúnmente requerida en las distintas corrientes del conocimiento, siendo la base del método científico, especialmente en las ciencias biológicas, lo que ha generado un gran impacto en las ciencias humanistas, como es la sociología, psicología, psiquiatría y antropología, sin mencionar su aporte las disciplinas C-H. (DONOSO, 2019).

Existen diferencias y similitudes que develan un interesante espacio lingüístico y conceptual de lo que es la observación para ambos métodos.

El biólogo, médico y fisiólogo francés Claude Bernard declara sobre la observación lo siguiente:

“el hombre no se limita a ver; piensa y quiere conocer la significación de los fenómenos cuya existencia le ha revelado la observación. Para ello razona, compara los hechos, los interroga, y por las respuestas que obtiene comprueba los unos con los otros. BERNARD (1947) .De la Observación y la Experiencia”. El método experimental.

Lo que BERNARD señala en términos de procedimientos comparativos, podría llegar a disminuir el grado de subjetividad que la observación en muchas ocasiones posee, lo que a la postre podría distorsionar la interpretación de los datos colectados. En este punto DONOSO. (2019) argumenta que aquel filtro de subjetividad del observador, sobre todo cuando se trata de fenómenos o acciones humanas, podría afectar en la interpretación de los hechos, quedando en ese limbo entre el juicio o visión personal, o aquella verdad compartida y absoluta. Para el experto metodológico en diseño y artes, el proceso de observación es fundamental y característico en la mayoría de la investigación de tipo cualitativo, como lo que acontece en las disciplinas C-H. (Donoso, 2019). Para el diseño, la aplicación de la observación como técnica forma parte de las diferentes etapas del proceso de registro, análisis y síntesis de lo observado. MOREIRA & RIPPER (2014) señalan que existe una versión contemplativa de la observación, y que está directamente relacionada con los sentidos. Es a través de los canales de percepción que la información enriquece aún más el proceso de investigación. Los autores añaden que *“el manoseo de la materialidad, diferentemente de la contemplación, permite la formación de imágenes táctiles y motoras”*, este procedimiento o manera de observar es también llamado como el desarrollo de la técnica. Por lo tanto, aplicando la misma lógica del pensamiento científico, la adquisición de la técnica para el LILD, es un proceso que vincula la práctica sobre el material y el medio, lo que denominamos la observación sobre el material. Es relevante mencionar que el mismo procedimiento de los autores es una actividad que promueve el pensamiento creativo, puesto que al observar el comportamiento y las formas de los materiales, aumenta la injerencia de este conocimiento adquirido y que en gran medida genera cambios en el proceso proyectual de la investigación.



Figura 11: Profesor emérito Luis Ripper frente al habitáculo llamado “bola del silencio” explicando el tipo de relación entre el sonido y la geometría. Fuente propia.

La didáctica de la observación, como una técnica de investigación, ha sido ampliamente difundida por las distintas instituciones que participan en enseñanza del diseño, específicamente en la enseñanza del diseño en Chile. En este sentido, la escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad del Bío-Bío, en Concepción (por mencionar solo algunas de las más tradicionales escuelas de diseño en Chile), han mantenido una sostenida propuesta metodológica basada en la observación.

Dentro de los argumentos fundacionales de la escuela de Valparaíso, la observación es un manifiesto desde donde se funda y práctica el diseño. En este aspecto Fabio Cruz (1993) apunta que:

la “observación es un modo de mirar y contemplar para llegar a ver cómo por primera vez”, sin prejuicios y donde se da un “diálogo entre la mente que abstrae (elige, separa) y la mano que interpreta y ejecuta”, acompañada de una “palabra que indaga acerca de lo que se está contemplando y dibujando, una palabra que nombra, que pone nombres”. Fabio Cruz P. Sobre la Observación, Colección Oficio Contel (1993). Ciudad Abierta, Valparaíso. Chile.



Figura 12: Registro fotográfico de ciudad abierta previa entrevista a Ricardo Lang, profesor de la Escuela de diseño Industrial PUCV. Fuente propia.

De la misma escuela de pensamiento, CHICANO (2018) concuerda con CRUZ (1993), argumentando que saber nombrar lo observado permite al mismo tiempo aprehender. La palabra es acción, diálogo y concepto, por ello nos conduce al acto cognitivo, y al mismo tiempo apela a lo emotivo y creador. En esa misma línea ALARCÓN, DURÁN et al, (2014) describen la observación por medio de dos aspectos fundamentales: la observación como un proceso sinéctico, es decir, basado en las analogías; la observación como proceso sinestésico, basado en los sentidos. Estos dos últimos puntos son quizás una de las características más estimulantes en el proceso creativo. El uso de analogías como referentes forma parte del proceso proyectual, el que puede estar presente desde una idea o concepto, parte de lo abstracto del pensamiento creativo, como así también en lo físico y material del quehacer del diseñador.

Al igual que el punto anterior, DONOSO (2019) menciona la metáfora como un recurso retórico capaz de transgredir desde proyecto de diseño a un estado más complejo, como lo es la innovación. El autor señala que “el observador, en su condición humana, posee sentimientos, los que gatillan un factor emocional en la concepción de esta hipótesis, emoción que puede dar sentido a lo observado”.

Es ahí cuando esta **moción** de metodología creativa también experimenta grandes críticas, sobre todo en el momento de plantear la metáfora o analogía como un recurso válido en los que la investigación en diseño se trata. Aspecto que abordaremos en el siguiente capítulo, específicamente en la observación aplicada a fenómenos de la materia y su potencial en concepción de formas.

Desde otra perspectiva, la etnografía como una rama del conocimiento proveniente de la antropología, es un área que utiliza frecuentemente la observación como método de investigación, llevando a cabo descripciones, análisis y conclusiones del comportamiento de un determinado grupo de personas. En este aspecto LLOP (2015), argumenta que la etnografía es un aliado estratégico para el diseño, principalmente en las etapas de recopilación de datos y de análisis de la información recolectada. Desafortunadamente, una de las grandes críticas a este proceso es el tiempo invertido en las distintas etapas del proceso de recolección como también en la interpretación. El término acuñado por MILLEN (2010) de Etnografía Rápida propone una versión de estudio etnográfico que reúne la interacción entre las personas aspectos de la tecnología computacional (HCI: *Human-Computer Interaction research*). Este nuevo enfoque etnográfico es cada vez más aceptado por los investigadores del área del diseño. Este modo se basa principalmente en tres principios o estrategias fundamentales, con el fin de garantizar buenos resultados en un corto periodo de tiempo: Primero, reduce el enfoque de la investigación de campo, focalizándose en actividades claves del campo de estudio. La utilización de informantes claves es fundamental, ya que a través de ellos se consigue información de una comunidad determinada en forma expedita y certera. Segundo; la utilización de técnicas interactivas de observación. De este modo se consigue aumentar la probabilidad de descubrir el factor diferenciador del comportamiento del usuario, lo que LLOP (2015) llama *Insight*, término en inglés para traducir aquellas peculiaridades observadas en el proceso, aspecto que hace al diseño una disciplina creativa e innovadora por esencia. Finalmente, la utilización de datos interactivos o análisis de Información asistida por ordenador es lo que otorga un carácter de imparcialidad en las distintas etapas del proceso.

Como lo mencionamos anteriormente, uno de los aspectos cruciales de la propuesta metodológica de la Etnografía rápida de LLOP (2015), es la importancia de informantes claves en la tarea de proveer información durante el proceso de recolección de ésta. Dicha versión de observación etnográfica es también conocida como “observación pasiva”, la que es caracterizada por una participación mínima del entorno observado, procurando ser lo más imparcial y evitar influir en los resultados. Sin embargo, independiente de esta interesante perspectiva que la etnografía rápida para el diseño pretende aportar, es precisamente este punto una de las grandes críticas al método, probablemente la gran diferencia entre las ciencias exactas y las disciplinas creativas humanistas; el observador no puede sustraerse de sus observaciones. Dicho de otro modo, siempre existirá un punto de subjetividad en las distintas etapas del proceso, ya sea en la veracidad e imparcialidad del fenómeno observado, en la recolección de la información, en la etapa proyectual o en los resultados y comprobaciones finales.

Ahora, entendiendo la observación como la capacidad de sistematizar información concatenadamente por medio del análisis de comportamiento de personas, animales y de la materia en sí, podemos incrementar en sus dimensiones la capacidad de relacionar y construir una nueva realidad y por ende una nueva versión de cultura. En este aspecto, DONOSO (2019), concuerda con lo apuntado por ALARCÓN, DURÁN et al. (2014) en lo sinestésico del proceso, clamando que la observación propia del diseño es aquella que captura sensaciones por medio de los sentidos de acuerdo al estímulo que el medio genera. El catedrático distingue dos grandes etapas o fases del proceso de diseño. El metaproyecto y el proyecto. El primero se subdivide en dos, la etapa descriptiva y la interpretativa. La primera tiene relación con la recolección de información, realizando un primer acercamiento de lo estudiado para luego establecer nuevas relaciones, creando un nuevo estado o condición creativa de lo observado, lo podría dar paso finalmente una nueva propuesta de valor. Es en esta parte del proceso donde se da paso a interpretación de la información recolectada. Es justamente en este último punto donde el proceso de las disciplinas creativo humanistas marcan una diferencia en relación a otros procesos de investigación, cuando el germen de la observación da su primer fruto, bajo nueva organización propositiva, ya sea fundada en la intuición como factor inductor del proceso o por medio de una propuesta de valor. Dicho de otra manera, la capacidad de producir una hipótesis. La calidad de esta observación de diseño

o hipótesis de diseño (DONOSO 2019), tiene directa relación con el tipo de interpretación o mapa de relaciones que el observador hace de lo observado. La originalidad de estas nuevas asociaciones es también conocida como el grado de novedad de lo propuesto. En otras palabras, lo que es en esencia el diseño, proponer nuevas relaciones. Es ahí cuando el proceso creativo de diseño conecta al usuario al terreno de las sensaciones y emociones, propiciando la capacidad de evocar y provocar experiencias que vinculen los sentidos con la percepción, como lo es en el caso del diseño de experiencias.

La segunda etapa es conocida como proyecto. Es aquí cuando las ciencias aplicadas juegan un rol preponderante. En ese sentido, volviendo a lo que MOREIRA & RIPPER (2015) también proponen, es aquí donde el dominio de la técnica para la usabilidad del objeto toma mayor relevancia.

El desarrollo de la forma y su evolución, desde lo general a lo particular, detalles, conectores, partes y piezas, examinados a través de modelos a escala, maquetas y prototipos funcionales son la contrapartida de dicho lenguaje metafórico, en otras palabras una suerte de cable a tierra de lo que fue la etapa pasada. Es una etapa de carácter pragmático, medible y cuantificable de la investigación, donde se planifican y ejecutan actividades para alcanzar los objetivos trazados anteriormente. Tanto en el caso del arte como en el diseño, ambos requieren de una formulación caracterizada por la capacidad de proponer un discurso crítico y reflexivo. Por otro lado se encuentra la praxis de este discurso, lo que MOREIRA & RIPPER(2014) determinan como una condición de pensar haciendo, dónde ideas y conceptos sean materializados por medio de un proceso recíproco en esta relación teórico-práctica.

2.5.- Medios: Artefactos y Objetos

El concepto de artefacto proviene de la convención de los neologismos de origen latino compuesto por arte (ars o artis como sinónimo de destreza) y facto del latín factum, que quiere decir producir. (Definición de artefacto en. <http://etimologias.dechile.net>). Según su definición etimológica, en estricto rigor, cada artefacto debería ser fabricado o producido con destreza. Para MOREIRA & RIPPER, los artefactos son objetos en los cuales se aplica la técnica, o sea una condición de saber hacer. Es interesante esta relación establecida por los expertos entre el saber o dominio técnico, y lo producido o fabricado con una astucia y gracia. Los expertos también proponen el concepto de objeto en acción,

para referirse a aquellas instancias de interacción entre el espacio-objeto-uso. En ambos casos queda expresada la habilidad o saber hacer sobre un material y la capacidad reflexiva y provocadora que tiene por esencia la manifestación artística, las que se expresan por medio de un vehículo llamado artefacto.

No obstante, existe otro tipo de artefactos que podrían dar nuevas interpretaciones de este concepto. Por ejemplo, para la arqueología, el artefacto arqueológico es donde podemos encontrar otras dimensiones, significados y usos de los vestigios estudiados. En esta disciplina, los artefactos constituyen el medio físico instrumental de la sociedad, o sea con fines de exploración y experimentación. Según LULL (1988), los sistemas artefactuales se conforman por los *ecofactos*, constituidos por elementos naturales no modificados por los humanos y tiene la función de proveer datos de ambientes y condiciones de vida de las sociedades del pasado. Dentro de ese grupo encontramos los "*Circundatos*", que representan elementos naturales no manipulados por los humanos, y los "*Arteusos*", los que se caracterizan por ser elementos naturales manipulados o derivados de un proceso productivo realizado por el hombre. Es interesante la utilización de este concepto, sobre todo cuando sintoniza con las ideas de MOREIRA & RIPPER y de SANTOS(2001) en relación a cómo el uso (acción) de los artefactos los transforma en otra condición, su condición objetual. Podríamos decir que el sentido del significado del concepto artefacto se presenta en una condición inversa en términos de tiempo y espacio. Dicho de otra forma, los artefactos arqueológicos son descubiertos para entender la vida de las personas y el mundo en el pasado, en cambio los artefactos en el diseño y en el arte son el resultado del análisis de información recabada como producto de la interrelación entre personas a través de su uso.

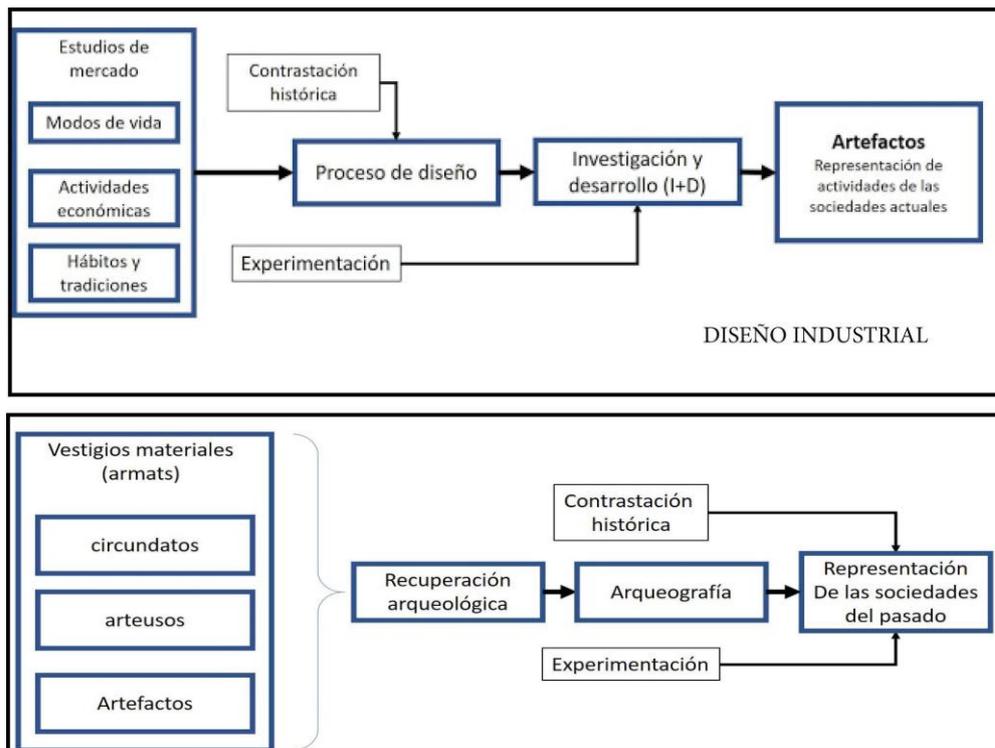


Figura 13: Proceso de diseño industrial y proceso arqueológico simplificado. Proceso arqueológico simplificado. Quiralidad Teórica entre la Arqueología y el Diseño Industrial. TORRES (2018).

Volviendo al campo del diseño, la confección de artefactos para la comunicación de las distintas etapas y objetivos trazados del método RtD es fundamental (FRAYLIN, 1993). Los artefactos en sí son un medio para poder conquistar otros aspectos de la investigación en las disciplinas C-H, tanto en la interacción durante la etapa proyectual (modelos a escala reducida, maquetas o prototipos), como también los artefactos que interactúan con los usuarios (objetos en uso). Entendiendo esto como un conjunto de saberes concatenados que pretenden el dominio sobre un determinado evento, material o fenómeno. MOREIRA & RIPPER (2014) apuntan a dos momentos fundamentales donde el uso de la técnica es crucial. Aquellos momentos que pertenecen al proceso de génesis de la forma por un lado, y aquellos de comprobación de lo que fue proyectado. El fundador del LILD argumenta que en la etapa de génesis del proyecto es necesario estar en constante sintonía con el fin último de la investigación, con la usabilidad o función de los objetos. Es en ese momento cuando el componente material debe ser pensado e ideado en paralelo a la función. La observación sobre la materia y sus procesos de transformación es también parte constituyente de esta etapa inicial del proyecto. En el caso de los materiales de origen natural, también llamados materiales primitivos o sin alteración (MOREIRA & RIPPER 2014), existe una serie de consideraciones en relación con el estado original de la

materia. Dichos aspectos connotativos podrían ser aspectos impulsores de ideas de proyecto, condicionando de este modo la composición y desarrollo del artefacto en cuestión en sus distintas capas o dimensiones, como por ejemplo la conformación estructural, línea formal, peso, la textura, capacidad de relacionarse con otros materiales, entre otros factores que se consideran como parte de la sintaxis objetual.



Figura 14: Artefacto sonoro construido con biomateriales y matriz neumática, autor EDV, LILD, Fuente propia

En otro sentido, la semántica del objeto en su estado natural, con es el caso de las materias primas nobles y sustentables como el bambú, es también un objeto de interpretación que recae en aspectos en el lenguaje del diseño. Características dignas de analizar bajo una perspectiva asociada a la emocionalidad de los materiales y productos (NORMAN, 2004) (ALARCÓN et al, 2019). Dicho de otro modo, el bambú en su estado natural o modificado, evoca y transmite una lectura radicalmente opuesta a aquellos de origen sintético. Esta dimensión del objeto es lo que MOREIRA & RIPPER (2014) denominan como la semántica objetual, lo que se aplica no sólo de un lenguaje formal de los objetos, sino también de la lectura que acarrea el material y su lenguaje.

2.6- Nuevos Medios para procesos de investigación proyectual

Como resultado del advenimiento tecnológico de una sociedad cada vez más virtualizada, se han producido cambios en torno al rol que cumplen los nuevos medios en los procesos metodológicos de disciplinas creativo-humanistas. La tecnología como un aliado estratégico en las distintas etapas del proceso ha modificado lo procedimental y cognitivo del qué hacer en diseño. Parece ser innegable no acoplarse a este tren de la tecnología como una dirección impuesta

y hasta veces excluyente. (MORRIS, 2000). La tecnología, como un aspecto facilitador que asiste a la visualización y comprensión en geometría complejas, es también un medio para la fabricación de artefactos concebidos digitalmente, proceso cada vez más usado por su simpleza y las distintas ventajas que ella ofrece. Desde otra perspectiva CASTRO & PÁSSARO (2017) acuñan la idea de traducción digital, lo que representa el proceso que describe el traslado de aspectos del mundo físico a lo digital, o dicho de otro modo, desde un boceto hecho a mano sobre un papel a su posterior transformación en una plataforma digital. Ambos procesos se basan en procedimientos totalmente opuestos. La de la mano empuñando el lápiz sobre una hoja de papel con demanda de coordinación exhaustiva donde participa el sentido de la vista, el procesamiento cognitivo cerebral, para luego dar la instrucción de movimiento del brazo, mano y finalmente los dedos, como resultado de una acción que involucra una psicomotricidad fina, característica de una habilidad humana compleja, la que dista radicalmente de la lógica del ordenador, la que basada en códigos numéricos luego los traduce en figura y fondo sobre una pantalla. Lo que el experto apunta como traducción digital es una prueba de que los procesos que combinan estas dos maneras (análoga y digital), no siempre van desde un medio a otro, sino también en ambas direcciones, o sea viceversa. Con el advenimiento tecnológico de hoy, nuevos conceptos que relacionan esta premisa análoga digital, demuestra la abertura a un perfil profesional que surge como resultado de las variaciones de la escala de acción o quehacer creativo, cambiando el paradigma de ver y ejercer la profesión del diseño, la versión del diseñador-makers, por ejemplo, como una suerte de diseñador-creador que proyecta y fabrica sus propias creaciones, en tirajes cortos o de pequeña escala, tomando provecho de las distintas instancia productivas que la tecnología trae consigo. (SPERLING, 2016). Lo que emerge como una postura desapegada a la lógica de producción industrial en serie, lo que se describe como concepto de desarrollo basado en una relación matriz productiva que mantiene un dominio global unificado y distribuido verticalmente por todo el territorio (Santos, M. 2001), actualmente parece ser discutida por otras maneras de proyectar y producir diseño. Una forma más discreta y acotada con un incremento en el nicho de mercado, donde la personalización de productos pasa a ser un factor preponderante en las decisiones del proceso de diseño, y que marca la pauta en relación a nuevos perfiles profesionales, distantes de lo que comentamos en el capítulo anterior en torno al rol del diseñador industrial el siglo pasado.

Creemos que lo importante en este punto es encontrar parámetros que combinen esas libertades que trae consigo lo virtual y hacerlas dialogar con lo concreto y tangible del mundo físico, siendo los artefactos una suerte de espacio para las distintas etapas del proceso creativo; como por ejemplo la búsqueda de la forma idónea, su abstracción y representación virtual y física. En este punto tanto el diseño como las expresiones artísticas, sobre todo aquellas que se han atrevido a integrar múltiples enfoques fusionándose en un resultado transdisciplinario, han recurrido a la tecnología para incrementar sus alcances, por medio de la exploración de nuevas experiencias y sensaciones en las personas (Research to Art, FRAYLING, 1993).

Es aquí donde aparece una nueva versión del concepto artefacto mencionado anteriormente, el cual se desenvuelve en las esferas de investigación artística, siendo un insumo importante para los nuevos medios e industrias creativas emergentes a los que llamaremos nuevos medios. De acuerdo al Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, los nuevos medios se definen como los nuevos lenguajes visuales y de comunicación que utilizan tecnologías con una intención crítica, experimental o de innovación(...) son ejemplo de esto los trabajos con soporte tecnológico y mediación de componentes electrónicos o analógicos, el arte sonoro, mapping, por mencionar solo algunos en esa relación virtuosa entre arte, ciencia y tecnología (CONSEJO NACIONAL DE LA CULTURA Y LAS ARTES DE CHILE, 2019). Este tipo de manifestación de arte asistido por tecnologías mediales es relativamente nueva. Fue Lev Manovich quien en la década de los 90 comenzó a levantar una primera versión teórica y sistemática del concepto. Precisamente en su libro *El Lenguaje de los Nuevos Medios* (1994), el arquitecto, semiótico y experto computacional ruso ofrece la primera teoría sobre el concepto, presentando 5 principios básicos o características que identifican esta versión del arte:

-Numeral: Son representaciones numéricas, lo que lo hace descifrable en términos matemáticos y algorítmicos.

- Modular: El experto toma la idea de lo fractálico para representar una condición medial que se replica de forma modular, escalar y reiterativa. Dichos formatos mediales se pueden encontrar en formato de imágenes o sonidos, los que a su vez son representados en códigos como longitud de onda, hertz, píxeles, bitmaps, polígonos, vóxeles, caracteres o scripts entre otros.

- Automatización: Tanto el principio de representación numérica como el segundo principio de modularidad posibilitan operaciones más complejas de creación, manipulación y acceso. Es en este punto donde el autor se refiere a la capacidad de los artefactos de ser autónomos, lo que en gran medida los hace prescindir de la participación humana.

-Variabilidad: Este principio apela a una condición de cambio o variación avalada en primera instancia por los principios antes mencionados. Manovich (1994) señala que a diferencia de los “viejos medios”, los nuevos medios poseen infinitas combinaciones. Términos como lo mutable y lo líquido se asocian a esta definición.

-Transcodificación: Principio resultante de las dos anteriores (automatización y variabilidad) y que se entiende como una traducción desde un lenguaje técnicamente complejo a otro de mayor comprensión. Es aquí donde Manovich señala dos tipos de códigos que dialogan en un mismo escenario virtual; “la capa cultural”, códigos entendidos por la mayoría de las personas, como son los códigos lingüísticos o de imágenes, y la “capa informática”, de características abstractas y de difícil comprensión, como son los códigos binarios. Un computador, por ejemplo, es un artefacto que posee estas dos características, por un lado una serie de códigos abstractos pertenecientes al lenguaje de programación del artefacto y del otro lado, la representación de una imagen en códigos reconocidos por las personas.

2.7.- Tecnologías aplicadas a procesos de diseño

La interacción entre lo virtual y lo físico, ya sea esto último por medios análogos o de factura asistida por tecnologías de materialización, ha posibilitado la creación de una potente alianza que sirve de ayuda para métodos de estudio con características proyectuales, como lo es el caso de la metodología RtD. Esta combinación ha reportado el interés de las distintas esferas del mundo creativo y científico, ya que provee información relevante que por vías análogas podría ser imprecisa y engorrosa, punto de inflexión en lo procedimental de la presente investigación.

Aspectos relacionados con el tiempo de producción, precisión y replicabilidad, entre otros importantes factores que considerar, ha puesto al ordenador como artefacto al servicio de las disciplinas creativo-humanistas en un escenario radicalmente favorable si consideramos aquellos métodos que otrora fueron desarrollados de manera análoga. Contemporáneamente, se hace innegable la necesidad de conocer y saber proceder con aquellos códigos virtuales de la

simulación por computador. Sin embargo, tan inminente se tornó la representación virtual en sus tres dimensiones que ya casi olvidamos, o no necesitamos saber cómo es el *modus operandi* de lo que existe en el interior de aquella *caja de pandora* llamada computador. A pesar de la proliferación de aquel modo virtual de proyección que impera en nuestros días, es importante saber que mucho antes de la existencia del universo electrónico moderno la palabra virtual ya existía en nuestra lengua. De origen latino, *virtus* se asocia a la virtud, fuerza y poder. Podemos inferir que el término virtual fue extrapolado a este contexto, lo que hace posible comprender su derivación y relación con el objeto electrónico-virtual como parte del lenguaje cada vez más cotidiano en nuestro quehacer investigativo (CORREIA DE MELO, 2014) (SPITZ, 1993). A pesar de que aquella realidad virtual es cada vez más cotidiana, en verdad esta representación de la realidad es una idea del espacio físico concreto, el cual no existe, es solo una representación que se comporta bajo los principios de nuevos medios de MANOVICH (1994) nombrado anteriormente. Para SANTOS (2009), el ordenador no simplifica lo que es realmente complejo, pero contribuye a su presentación simplificada, lo que sólo viene a costa de una abstracción o proceso de reducción brutal. De la misma forma, CORREIA DE MELO (2017) señala el lenguaje de las matemáticas euclidiana/cartesiana, como el principio geométrico utilizado para articular estas nuevas formas digitales. La precisión en este caso es una virtud del espacio tridimensional imaginario. Sin embargo, los parámetros definidos por este artefacto medial llamado ordenador no son sinónimo de realidad, es sólo una versión simulada que favorece al observador la detección de relaciones causales existentes entre elementos de un escenario o configuración espacio-virtual. La versión digital, en este caso, dista bastante de lo que es el mundo palpable y tangible. (CARDOSO, 2011). En este sentido, para CORREIA DE MELO, DURAN (2020).

“ El resultado final es la consecuencia de una abstracción de la realidad multidimensional que nos rodea, que es codificada por una representación matemática clásica, la que se hace posible por medio de la utilización de una interfaz bidimensional; la pantalla del ordenador como una plataforma de observación. Dicho de otro modo, un artefacto medial para la observación de un determinado principio. Aquella representación funciona en dos universos diferentes, el humano-real y el universo del artefacto”.

No obstante, esta realidad virtuosa e inmaterial del ordenador en cierta medida podría existir, ya que contiene información codificada de datos, teorías y cálculos, lo que en teoría posibilita su existencia en un potencial futuro. Una serie de conocimientos técnicos en relación a la fabricación digital está siendo cada vez más imprescindible en los ámbitos del diseño y la arquitectura. El impacto de este tipo de procedimiento tecnológico ha generado cambios en la manera de procesar la información, generando además nuevas conductas en cómo se distribuye y comparte la información. Los códigos abiertos, u open sources, son una clara evidencia de cómo actualmente pueden ser esparcidos por todo el mundo modelos y procedimientos virtuales, los que con la ayuda de tecnologías de materialización pueden volverse una realidad concreta. Desde esa perspectiva tecnológica podemos afirmar que nos encontramos bajo el alero de una nueva era de cómo se piensa, se comparte y se ejecuta una idea. Sistemas de impresión 3D, corte y grabado láser, máquinas de centro control numérico son algunas de las tecnologías más aceptadas en una realidad productiva a una escala acotada y enfocada en las necesidades particulares de los usuarios, los que paulatinamente están optando por este tipo de forma de materializar las ideas. El concepto de DYS es un claro reflejo de que los principios de fabricación distan cada vez más de los que comentamos anteriormente en relación a la lógica fordiana de fabricación en serie, principio de fabricación “hazlo tú mismo” o *do it yourself*. Si bien esta modalidad tiene un fuerte acento en la experiencia de involucrar al usuario en una etapa clave del proceso, ALARCÓN (2020) señalan que esta nueva forma de manufactura además considera los materiales y su origen como un insumo más del proceso de diseño que alberga el concepto DYS. Por otro lado, CASTRO & PÁSSARO (2017) señala la importancia en un proceso recíproco entre los modelos digitales y físicos, argumentando que es un diálogo constante de ida y vuelta entre lo análogo y digital. Según el experto en diseño digital paramétrico, las relaciones algorítmicas creadas por softwares especializados para la materialización de un modelo tangible, están supeditadas a procesos de mejora constante, esto gracias a la importante retroalimentación que genera la observación del comportamiento de modelos análogos ideados por computador. Tanto la versión virtual como la tangible son caminos paralelos y complementarios, las diferencias atienden a los aspectos de objetividad y subjetividad en el proceso de comunicación. En ese sentido, podemos citar como ejemplo las acciones realizadas por el LILD, en lo que se refiere a técnicas vernáculas con materiales de bajo impacto ambiental, haciendo énfasis en el estudio superficies ligeras, domos geodésicos,

tensoestructuras y estructuras colaborantes en bambú por medio de asistencia en el proceso de visualización de formas complejas (CORREIA DE MELO, DURÁN y RIPPER, 2020).

2.8.- Parámetros para el diseño

El diseño paramétrico, entre otras contribuciones importantes, ha cambiado la óptica de percibir y concebir los objetos en el diseño de productos, como también en otras disciplinas, como la arquitectura, ingeniería y construcción civil, aeronáutica, por mencionar algunas.

La palabra paramétrica deriva del sustantivo parámetro, que es una variable en una ecuación o sistema. En el campo del modelado digital, el término modelo paramétrico se refiere a un modelo digital basado en conjunto de variables, donde las formas o patrones digitales tridimensionales resultantes pueden variar. Al cambiar el valor numérico de un solo parámetro se puede alterar el producto de la ecuación. Esto significa que el resultado digital final no es completamente desarrollado por el diseñador, sino más bien el resultado de una ecuación, parámetros de relaciones, que el diseñador-programador establece (FERNANDO al, 2012).

Según CHIARELLA & PASTOR (2015), este renacimiento en la concepción de formas complejas, perteneciente al campo de la Geometría Descriptiva, ayudado por software como Rhinoceros® y Grasshopper®, otorga no solo un raciocinio matemático en los parámetros establecidos, sino también una concatenación de ideas y secuencia de pasos lógicos descritas en un lienzo virtual. Según los autores, la programación paramétrica ofrece no sólo una solución sino una familia de soluciones al mismo problema. Finalmente, la idea rectora que yace en la incorporación del diseño paramétrico al proceso de diseño se basa fundamentalmente en poder incluir nuevos recursos instrumentales que amplíen el abanico de posibilidades o resultados en el quehacer de disciplinas proyectuales CHIARELLA & PASTOR (2015). En ese aspecto, hay quienes han podido ir más allá de lo que es meramente una apariencia de lo proyectado. Desde hace ya algunos años, el concepto de virtualización de las formas computarizadas ha dejado de ser sólo un aspecto ficticio, con sólo fines de facilitador visual. Actualmente podemos incluir otras variables que aportan no sólo al proceso proyectual del diseño, sino también en el acercamiento del mundo físico de los

materiales y sus posibilidades geométrico-espaciales. La idea de simular aspectos del comportamiento de materiales y objetos del mundo real con el fin de modificar diseños en respuesta a análisis de simulación ha generado una relación con el mundo material que nos aproxima cada vez más al comportamiento real de los sistemas desarrollados.

Daniel Piker, arquitecto experto en el tema y que forma parte del Grupo de Especialistas de modelado computacional en Foster + Partners, es quien ha investigado sobre el uso de algoritmos paramétricos para el diseño de formas y estructuras complejas, basándose principalmente en el de simulación física interactiva, en tiempo real, aspecto ampliamente utilizado en el diseño de tensoestructuras y estructuras recíprocas, entre otras aplicaciones para diseño estructural.

Es innegable la contribución que han realizado las nuevas tecnologías de la información en las diferentes etapas del proceso de diseño por medio de software paramétricos, principalmente durante el proceso proyección (visualización), optimización (comprobación virtual) y producción de productos, sistemas o servicios diseñados.

Sin embargo, tenemos que decir que este nuevo vocabulario paramétrico, donde abundan códigos, algoritmos matemáticos y geometría generativa, es también un desafío para la didáctica y ejercicio proyectual.

El lenguaje de la interfaz paramétrica, específicamente en el caso de Grasshopper, es aún un inconveniente para las personas que deseen introducirse en este modo de proyectar. Este tipo de *"pesadilla de interfaz"* entre el proyectista y el ordenador aún está carente de una relación tan fluida, como un lápiz y un papel, la mano y la arcilla o una simple maqueta análoga que haga más amigable la comunicación del proceso en cuestión. La especialización de este tipo de razonamiento lógico-creativo hace pensar en un espacio para el dominio de esta técnica lógica binaria en la DCH. Sin embargo, la programación en este caso, como una dimensión cognitiva y procedimental, donde los códigos algorítmicos muchas veces desfavorecen su comprensión, es hoy en día un desafío que las nuevas generaciones están enfrentando como nuevos paradigmas en términos de habilidades cognitivas. Contenidos como la geometría, matemáticas, y su relación con la música por ejemplo, podrían ser nuevas maneras de aprender para un futuro próximo que perfectamente podrían ser incluidas en el currículum escolar. La codificación es una de las competencias más requeridas y una habilidad latente en la formación futura de individuos con otro tipo de habilidades,

perspectiva y visión de futuro, algo característico de los niños y adolescente de hoy. (KEIJO SIPILÄ, 2016),

Creemos que mantener el balance en estas dos maneras, la virtual y la análoga, es algo de lo que debemos sacar provecho. En relación con este punto, el tipo de desarrollo técnico por medio del aparato virtual será desarrollado como un complemento de la versión análoga o modelo físico practicado en el LILD. Las etapas de captura, búsqueda de forma y aplicación de los experimentos por medio de artefactos mediales y técnicas vernáculas de construcción en materiales amigables con el medio ambiente serán elementos fundamentales para este cruce del saber popular tradicional y el conocimiento científico aplicado en esta investigación.

Capítulo 3

3.1.- Laboratorio de Investigación de Living Design (LILD)

Las tejuelas de alerce poseen una excelente capacidad de proteger contra las lluvias incesantes de sectores de la selva lluviosa del sur chileno, debido fundamentalmente a la composición y la densidad de la fibra de este *Fitzroya cupressoides*, el árbol más grande de la patagonia. Este recubrimiento es muy característico en fachadas de viviendas del archipiélago de Chiloé, X Región del sur chileno. Ha sido producto de la arquitectura vernácula, desde la introducción de técnicas de trabajo en madera, principalmente en la construcción de iglesias a cargo de compañías jesuitas durante el siglo XVIII. Las tejuelas de alerce revisten el exterior de las fachadas por medio de una sucesión de capas traslapadas en sentido vertical, generando un sistema de protección contra el clima de la isla, como una recubrimiento natural y que al mismo tiempo genera una suerte de analogía con otro tipo de coberturas o piel, asignando una *connotación* de superficie escamada a las viviendas chilotas. Actualmente, este material y su respectiva técnica constructiva es uno de los aspectos que hacen reconocible e identitario a Chiloé, siendo el conjunto de iglesias una parte importante de la cultura material del archipiélago, las que han sido reconocidas como patrimonio de la humanidad por la UNESCO. Desde un punto de vista sintáctico y semántico de los objetos (MOREIRA Y RIPPER 2014), la tejuela chilota construye un valor arraigado en el saber popular de los chilotes, no sólo por la función de protección para la vivienda, sino también en un sentido de asociatividad entre materiales locales y técnicas constructivas vernáculas. Actualmente la tala de alerce está prohibida en Chile, dejando la producción de tejuela sólo con árboles caídos muertos. La introducción de nuevos materiales al territorio insular chileno, ha reemplazado la tejuela por otros sistemas constructivos de origen industrial, como lo son el zinc-alum y policloruro de vinilo (PVC), fundamentalmente por la relación de inmediatez y costos que los productos de origen sintético poseen. Podemos observar que en el ejemplo de la tejuela chilota, como un caso de objeto vernacular, convergen aspectos relacionados con el acervo cultural y técnico de un determinado lugar, las condiciones del espacio geográfico, además de temas de sustentabilidad y patrimonio, entre otros factores que evidencian la complejidad que el lo vernacular trae consigo.



Figura 15 :Tejuela de Alerce de la isla grande de Chiloé . Fuente Daniela Galdames, la Tejuela Chilota: Una tradición que se resiste a morir” Plataforma Arquitectura.

En este aspecto, FULLERTON Y MORENO (2017), en “Saberes arquitectónicos, las formas vernáculas del altiplano”, definen la arquitectura vernácula del norte de Chile, como aquella que no requiere arquitectos (RUDOFISKY 1964), y que es también el resultado de siglos de experimentación, integrando técnicas ancestrales traspasadas de generación en generación de manera espontánea. Para los autores, conocer el material por medio de la práctica de estas técnicas, sumado a la destreza o habilidad, tiene como resultado un saber hacer con el material, lo que MOREIRA & RIPPER (2014) llaman el dominio de la técnica.



Figura 16 :Iglesia de San Pedro de Atacama, Chile.Fuente propia .

En el otro extremo de Chile, el caso de la arquitectura vernácula del desierto, es fundamentalmente la piedra en conjunto con el adobe y su técnica constructiva lo que se utiliza. Debido a la carencia de lluvias y cambios extremos de temperatura, posibilitan calentar y enfriar esta unidad rocosa, aspecto importantísimo en las viviendas del desierto más seco del mundo. Esta tipología constructiva basada en la piedra com elemento fundacional y sedentario, es algo característico de la arquitectura estereotómica;

“aquella en que la gravedad se transmite de una manera continua, en un sistema estructural continuo donde la continuidad constructiva es completa. Es la arquitectura masiva y pétreo (...) Opuestamente a lo estereotómico, la arquitectura tectónica, es aquella en que la gravedad se transmite de una manera discontinua, en un sistema estructural con nudos donde la construcción es sincopada. Es la arquitectura ósea, leñosa, ligera”. CAMPOS BAEZA “De la Cueva a la Cabaña. Sobre lo Estereotómico y lo Tectónico en la Arquitectura”

A lo largo y ancho del mundo, el concepto de lo vernáculo, como un estado cultural y técnico del saber popular, donde aspectos tangibles de formas de vivir son reflejados a través de los objetos y espacios construidos, como así también por medio de lo intangible o inmaterial, donde por ejemplo el saber hacer con un material determinado por un lado, o la cadencia o entonación de cómo se habla en la calle, enriquecen aún más este tipo de espacio geográfico de características

vernáculos (SANTOS, M., 2014). En gran medida, dicha relación está determinada por el lugar, donde sus habitantes, con una postura resiliente ante el medio y las adversidades de la naturaleza, han querido adaptarse a las condiciones definidas por factores climáticos y recursos naturales. La resiliencia, como concepto de adaptación al medio también es un factor que promueve soluciones de índole vernacular. Según FERRIGNI (1987), el concepto de "cultura sísmica local" se define como el conocimiento técnico incorporado en soluciones arquitectónicas que reducen el impacto de los terremotos locales. Del mismo modo, PIEROTTI y ULIVIERI (2001), señalan que las técnicas y dispositivos constructivos adoptados en el campo de la arquitectura vernácula, en lugares donde la actividad sísmica es algo recurrente, siendo una respuesta de tipo *sismo-resistente* que la población residente ha desarrollado como una condición de resiliencia frente a lo adverso. La utilización de estructuras de madera para la construcción de viviendas, es una ventaja sustancial en relación con otros materiales de comportamiento rígido, como lo es en el caso del hormigón. Es aquí donde la capacidad de asimilar el movimiento por medio de la ductilidad, ha sido un propósito constructivo desde los orígenes de la construcción moderna, en este caso en el periodo colonial chileno. (JORQUERA, 2014, en Culturas sísmicas: estrategias vernaculares de sismorresistencia del patrimonio arquitectónico chileno). Podemos afirmar que la lógica de intervención o principal contribución de los aspectos vernáculos en la configuración de espacios residenciales, es la capacidad de comprender y poder relacionarse simbióticamente con las diferentes condiciones del entorno, lo que determina de alguna forma el grado de amabilidad (SANSÃO, A., 2011) y de resiliencia frente al medio. (LEMOS, M. 2018).

Otro caso digno de análisis es la situación que describen las especies bambuseas, las que se encuentran esparcidas en la zona geográfica tropical y subtropical del planeta, con un rango de especies nativas e introducidas, formando parte importante del acervo constructivo local tomando como base el bambú y sus propiedades. (MOREIRA & RIPPER, 2014). Con una taxonomía botánica bastante amplia, su distribución natural va desde el 46°N de latitud hasta aproximadamente 47 ° S de latitud, consiguiendo también encumbrarse hasta los 4,300 m sobre el nivel del mar. Además de poseer una gran capacidad para absorber dióxido de carbono y tener una resiliencia estructural comparable al acero, el bambú goza de una versatilidad constructiva para ser complementado con otro tipo de materiales, lo que ha sido tema de estudio y desarrollo en la confección de estructuras resistentes y livianas. (SEIXAS. M. , GHAVAMI, K, , RIPPER,J. et al, 2016).



Figura 17: Distribución mundial del crecimiento del bambú en sus distintas especies. Fuente: www.guaduabamboo.com

En Sudamérica, más específicamente en territorio chileno-argentino, existen otras versiones de bambú, **el Chusquea quila** (del mapudungun *kūla*; tres) y el **chusquea culeou**, coloquialmente conocido como *coligüe* (*del mapudungun ; lugar de cañas*), materiales utilizados en la construcción de viviendas, artesanías decorativas, instrumentos musicales, utensilios y armamento de guerra de origen *mapuche*, como también en objetos de usos cotidiano en domesticidad de las urbes chilenas. Esta caña endógena sudamericana, de pocas ramas, follaje verde y hijas con de borde aserrado, puede alcanzar hasta los 8 metros de longitud, y se encuentra desde la zona central de Chile, hasta la extrema patagonia chilena-argentina. (MALAGUTI, 2013) (GUT, 2017).

Aun cuando existen ciertas iniciativas de desarrollo sustentable a través de la incorporación de valor en esta abundante materia prima, es aún incipiente el grado de innovación en productos en el mercado chileno. Dentro de sus usos más recientes, se encuentra el de carbón activado, principalmente en el sector de la agroindustria, vinos, tabaco y minería. (CONICYT, 2015). La diferencia fundamental de esta materia prima en relación con el resto de las tipologías bambuseas, es que el coligüe es de pared continua, es una caña llena.



Figura 18: Registro **chusquea culeou** (colihue) en estado natural y proceso productivo de

fabricación de tablas de snowboard "Pillán". Diseño Izaul Parra, Universidad del Bio Bio. Chile. Fuente :<http://creando.ubiobio.cl/?p=2466>

Países como Bangladesh, China, Japón e India gozan de una cultura milenaria en relación a este noble material, teniendo con toda razón un prestigio y reconocimiento mundial por su acervo artístico-artesanal, sumado a un desarrollo tecnológico notable, contribuyendo fuertemente al mundo siendo destacable la aplicación de esta materia prima en el rubro de la construcción civil y la arquitectura, principalmente en el desarrollo de materiales para la construcción, como por ejemplo las placas *High Density*® y vigas laminadas, como así también en la industrial textil, la celulosa, la alimentación y el desarrollo de materiales compuestos destinados a la generación de energía. Paradójicamente, es necesario mencionar que algunos de los aspectos más cuestionados en la utilización del bambú como materia prima, es la alta demanda energética en los distintos procesos productivos de las especies Bambusoideae. En esta parte del continente, especies nativas como el *Guadua angustifolia* y la *Guadua amplexifolia*, además de las introducidas, como en el caso del *Bambusa vulgaris*, *B. tuldoidea* y el *Phyllostachys aurea*, han sido materias primas desarrolladas por PyMEs del sector del mueble principalmente, además de ser material para la construcción cierta tipología de viviendas. Paralelamente, estas especies gramíneas han sido incorporadas como parte del quehacer investigativo de universidades y centros de I+D+i. Consiguiendo paulatinamente un acervo científico en países como México, Colombia, Brasil y recientemente en Chile, destacando un enfoque cada vez más sustentables en lo que al conocimiento y aplicación de estas especies bambuseas (LONDOÑO et al, 2002).

3.2.- LILD; Hábito, habitáculo, hábitat.

El LILD, es un núcleo de aprendizaje que ha generado una importante contribución en la formación de individuos comprometidos con el mundo de la investigación aplicada, mediante el uso de materiales de bajo impacto ambiental. Este laboratorio ha marcado un precedente en el método de investigación, tanto por la diversidad de temas abordados en el desarrollo de la técnica en temas de diseño, como así también en la relación establecida entre espacio geográfico y las materias primas ahí disponibles. Por más de 30 años, este espacio ha mantenido una constante producción de conocimiento, representando una escuela de pensamiento fundamentalmente en relación al espacio, el tiempo y al

modo en que se enseña.

3.2.1.-Hábito

Para Paulo Freire la definición de escuela es aquella donde no solo se desarrollan competencias cognitivas y procedimentales, además de tener en cuenta competencias blandas, como lo son los aspectos motivacionales, emocionales y colaborativos, que en conjunto al aprendizaje, son habilidades cruciales en la adquisición de conocimientos.

El pedagogo y filósofo nacido en Recife, Brasil, se refiere a este espacio para el aprendizaje como:

“La escuela es el lugar donde se hacen amigos, no se trata sólo de edificios, aulas, salas, pizarras, programas, horarios, conceptos. La escuela es sobre todo, gente, gente que trabaja, que estudia, que se alegra, se conoce, se estima”. Paulo Freire

En la misma dirección de lo que apunta Freire en torno a la definición de escuela, el concepto de espacio circunstancial (FARBIARZ & RIPPER,2011),(CORREIA DE MELO & MATTEONI, 2020), representa el medio donde se desarrollan aspectos actitudinales, cognitivos y procedimentales de una investigación. En este sentido, el concepto de escuela según la lengua española posee tres grandes acepciones: la primera hace referencia al lugar físico y tangible, seguido por el aprendizaje en sí, como una parte en la historia de la formación de un individuo, y por último la metodología empleada, o sea, el modo o perfil de enseñanza. Tenemos entonces que escuela se constituye bajo la idea de un espacio geográfico (SANTOS, M 2014), compuesto por estos tres componentes; lugar, modo y tiempo, las que a su vez determinan el tipo de objetivo trazado y la manera de investigar (FARBIARZ & RIPPER,2011).

El LILD en este caso, posee una vasta experiencia en todo el espectro que genera el concepto escuela, haciendo énfasis en lo respecta a condiciones procedimentales de investigación, las que fundamentalmente por medio de la experimentación dentro del espacio circunstancial, son posteriormente llevadas al medio real o de uso. Por un lado, se encuentra la utilización del método prueba y error, principalmente a través de modelos físicos a escala reducida, para su

posterior analizar, retroalimentar y construir el objeto en cuestión a una escala real. Consecuentemente con el punto anterior, se establece el dominio de la técnica como un aspecto crucial sobre que versa sobre el estudio del material y su forma de trabajar.



Figura 19 : Registro de conversación con Ripper en el LILD. Tema el impacto de la práctica en la adquisición de conocimiento , Marzo 2016 :LILD, fuente propia.

La importancia del saber hacer es para el LILD también la capacidad de pensar mientras se hace. Es en este contexto investigativo donde la receta metodológica del LILD actúa como caldo de cultivo de las distintas áreas y etapas del saber, desde su enfoque cognitivo, procedimental y actitudinal. Dentro de las innumerables referencias bibliográficas aportadas por el LILD al acervo académico, el libro “Jogo das formas, lógica do objeto natural”, resume en gran medida las distintas áreas atendidas por este laboratorio. Tanto su líder y mentor, José Luiz Ripper, como su co autor Eustaquio Moreira, junto con un grupo de colaboradores, exponen de manera lúdica los fundamentos principales del Laboratorio, que sumado a la experiencia personal de 4 años de permanencia como residente y miembro de este núcleo de investigación del Laboratorio, he podido evidenciar 3 ejes transversales de acción del LILD:

- a) Desarrollo de técnicas vernáculas en la creación de espacios con características de modularidad , liviandad y resistencia.
- b) Criterios selectivos en el uso de materiales y procesos amigables con el medio ambiente.
- c) Utilización de metodologías híbridas que combinan aspectos análogo-digitales

en procesos del diseño.

Tal como lo señala más arriba Paulo Freire, es en este espacio circunstancial para el aprendizaje donde también se encuentran las personas, una suerte de epicentro de conexiones entre individuos en búsqueda del saber, saber hacer y querer hacer.



Figura 20 : Desarrollo de diseño en tenso estructuras combinando modelos a escala y virtuales. Fuente; Jogo das forma. MOREIRA y RIPPER, (2014)

Otro aspecto importante para destacar en la metodología que Ripper y sus discípulos practican, es la idea de un saber compartido. Para el LILD, comenzar con una idea o objeto ya existente como parte del historial del laboratorio, transformarlo y adaptarlo a nuevos usos, es un camino totalmente válido como punto de partida para otra investigación, ya que se economiza tiempo, se gana profundidad en los nuevos temas por estudiar, además de garantizar un camino más certeros en los nuevos desafíos propuestos. El resultado de sus investigaciones han conseguido armonizar métodos de enseñanza transversal a distintas áreas del saber, independientes si son del diseño industrial, arquitectura, ingeniería, geografía, arte, por mencionar solo algunas de las profesiones y oficios que ahí convergen.

Retomando a SANTOS (2009), podemos afirmar que el espacio geográfico, y específicamente en su dimensión sociocultural, coloca al LILD en una condición de constante experimentación, convirtiéndolo en un lugar propicio para el estudio de habitáculos con técnicas constructivas vernáculas de geometría compleja, con un alto compromiso y respeto por el medioambiente, convirtiéndose en una suerte de conducta o hábito constante en sus investigadores.

3.2.2.-Hábitaculo: Materia y técnica

Una de las áreas más desarrolladas por el laboratorio, son las que guardan relación con materiales de origen natural. En su condición de constante experimentación, el LILD ha generado un importante acervo en el desarrollo de objetos de alta eficiencia estructural, utilizando diferentes clases de bambú en su estado natural o intervenido, aplicado en estructuras autoportantes en combinación con otros materiales de bajo impacto ambiental. Siendo el bambú, el que generalmente es utilizado en formatos longitudinales, que combinado con el uso de membranas tensadas, este laboratorio ha generando una importante biblioteca de formas, sistemas estructurales, materiales compuestos y sistemas de conexión, entre otros aciertos destacables fundamentalmente para el mundo del diseño, la arquitectura, la ingeniería. El uso de sistemas estructurales activos (HENGEL, H. 1967) a los que nos referíamos anteriormente y que el LILD ha desarrollado durante su trayectoria, se caracterizan por tener una capacidad adaptativa espacial y resiliencia estructural, características que ayudan a sobrellevar el paso del tiempo y embates de la naturaleza, como una capacidad de resiliencia a diferentes condiciones espaciales y contextos geográficos



Figura 21 : Modelos a escala estructuras tensadas y recíprocas del LILD. Fuente Fuente ;Jogo das forma. MOREIRA y RIPPER, (2014).

De esta forma, podemos observar que una de las propuestas constructivas más recurrentes de este caldo de cultivo de la *bioconstrucción* son aquellas que presentan el mínimo consumo de materiales. La biblioteca de formas, objetos, sistemas y técnicas del LILD, gozan de una variedad *contundente en lo que se refiere a* estructuras colaborantes, pantográficas, esferas geodésicas en sus distintas versiones, estructuras tensiles, fibro barro, tintes y resinas naturales, entre otros estudios desarrollados a lo largo de su historia.



Figura 22: Modelo a escala del proyecto “Bola del Silencio” de Luiz Ripper. LILD. Desarrollo de maqueta Elvert Durán Vivanco (2016). Fuente propia Extraída de Revista PRUMO . Sin tema , es de Junio. 2020.

Para CORREIA DE MELO, J. (2017), los objetos leves son capaces de transmitir esfuerzos con un mínimo de masa posible, dicho de otro modo, el principio de liviana estructural propicia un menor gasto de energía en la construcción de aquel objeto. Lo que el diseñador industrial brasileño indica, son los mismos principios que Buckminster Fuller utilizó en la creación de un nuevo concepto estructural, el domo geodésico, basado en la premisa de "hacer más con menos". El visionario arquitecto estadounidense, que también militó en temas del diseño industrial, descubrió nuevos modos de hacer estructuras de geometría esférica a partir de triángulos, obteniendo una resistencia incomparable en relación con las estructuras creadas hasta ese entonces. Las técnicas magistralmente difundidas por “Bucky”³, Frei Otto y Kenneth Nelson, por mencionar sólo algunos de los pilares en lo que a estructura geodésica, superficies mínimas y sistemas tensiles respecta, están latentes y en constante ebullición en el acervo del laboratorio. El sentido de justeza, como sinónimo de lo imprescindible, se ve corroborado en las distintas expresiones, técnicas y formatos utilizados en los trabajos. El uso del bambú, como estructural lineal, en su estado natural de cilindro ahuecado de subdivisiones interiores, su capacidad de articularse con otros elementos, es un factor determinante en el perfil editorial de las investigación del laboratorio.

³ Apodo que de Buckminster Fuller.



Figura 23: Esfera Geodésica de piezas colaborantes conectadas por encaje troquelado, fabricado digitalmente . Autor: Daniel Malaguti. LILD. Domo de caras truncadas , Inhotim .Manifesta 1, Rotterdam, The Netherlands, 1996.Fuente propia.

Por ejemplo, una cuerda como unidad lineal, se constituye en un elemento estructural de tensión, de amarre , traba o nudo. Ese principio de utilizar los mínimo , no necesariamente recae en la idea del precariedad, por el contrario, los espacios diseñados con estas unidades geométricas lineales, armonizan con otras unidades estructurales de carácter de superficie, como por ejemplo la membrana , lo que a su vez posibilitando una nueva unidad estructural de tenso formar , las que en conjunto acaban constituyendo el volumen total del objeto con un mínimo de materiales, energía y tiempo (MOREIRA & RIPPER, 2014). Dicho espacio resultante, es en ocasiones una forma que emerge producto de la conjugación de todos los elementos estructurales y energías ahí presentes, las que confabulan para que el resultado final aparezca como una suerte de regalo del proceso de búsqueda, y que no precisamente como producto de algo totalmente premeditado, realizando de esta forma el valor que tiene la experimentación dentro de los procesos de investigación en el laboratorio.

3.2.3-Habitáculo: Espacio y Tiempo

Como lo mencionamos anteriormente, lo mínimo y la levedad, como sinónimo de optimización de los recursos materiales , es una condición tácita de los objeto ahí creados. En la misma línea, como parte también de las premisas que el profesor Luiz Ripper alienta a los discípulos para considerar en sus proyectos, es el factor tiempo, o sea , el objeto y su temporalidad de uso. Aspecto fundamental para áreas del conocimiento como el diseño industrial, donde la comprobación de ideas a través de testeo y uso de lo proyectado es vital. En el caso de la tensoestructuras, podemos constatar un emergente nicho de mercado en la

implementación de espacios de uso temporario con fines sociales y culturales, donde el LILD ha tenido representantes de esta área de la arquitectura temporal o efímera (SANSÃO, A . 2011). Reglamentaciones para el uso en contextos urbano, resistencia estructural, técnicas de montaje rápido, formas de alto valor estético y principalmente un mínimo impacto en el medioambiente, son algunas de la enseñanzas que fueron aprendidas en esta escuela llamada LILD, y que ahora gozan de un prestigio nacional e internacional. La empresa carioca Bambutec es una de ellas (SEIXAS. M. , GHAVAMI, K, RIPPER, J. et al, 2016)



Figura 24: Tensoestructura Bambutec. Fuente:<https://archello.com/>

Otro aspecto importante de mencionar en el sesgo otorgado por el LILD en su quehacer investigativo, es que aquel que guarda relación con sus versiones en lo que un tipo de relación entre el pasado y el presente en la configuración de espacios de menor envergadura o de uso temporal, aspecto característico de los habitáculos. Apoyándonos nuevamente en nuestra historia, uno de los grandes hitos de la humanidad, fue el paso de una condición nómada a sedentaria. Un cambio radical que marcó la manera de vivir como sociedad, fundamentalmente impulsado por la agricultura como técnica y dominio del entorno natural (FORTY, A. 2007). Antes que esto ocurriese, y como consecuencia de un constante deambular en busca de alimento, una inagotable fuente de versiones de cobijos con las más variadas opciones de espacio, materiales y estructuras, son parte del desarrollo técnico de la humanidad con fines de pernoctación y protección. Los habitáculos o tiendas de pueblos nómades de todo el mundo, constituyen una parte fundamental de sabiduría popular en lo que a adaptabilidad a diferentes entornos físicos y geográficos concierne a lo largo de los años (Kahn & Easton.

1973). Estos sistemas se caracterizan por un fácil montaje, lo que facilita la logística en caso de movilidad, la adaptabilidad a distintos contextos y principalmente el tiempo invertido en su armado. Elementos de origen natural, como lo son pieles de animales, sumado a estructuras conformada por maderas, huesos y tensores, fueron en gran medida lo que el entorno inmediato dispuso para la constitución en la manera de habitar erráticamente en el territorio.



Figura 25 : Ilustración de habitáculos de origen vernacular considerando temporalidad en uso, material y técnica constructiva. Fuente . Simple shelters . HORNING 2009.

Podemos decir que la economía de recursos con que las tiendas de técnicas ancestrales y de carácter nómada, ideadas hace miles de años, las hace en algún sentido similar a los principios rigen la tipología de habitáculos característicos del sello LILD. El espacio y su tiempo de permanencia son dimensiones fundamentales para determinar lo efímero del uso y su relación con el lugar. Podemos decir que del mismo modo en que se pondera la levedad, como consecuencia de la sintaxis de un objeto, lo nómada es proporcional al concepto de lo tectónico apuntado por CAMPOS BAEZA, propiciando una relación virtuosa entre objeto, uso y tiempo (MOREIRA & RIPPER, 2014).

Retomando a SANTOS (2009), con la premisa de que el espacio es una relación causal entre sistema de objetos y sistemas de acciones, podemos reafirmar que el uso está supeditado a un conjunto de relaciones sintácticas que determinan las características del espacio creado. En otras palabras, el objeto se torna objeto solo cuando se constituye en un medio determinado con todos sus elementos dispuestos en acción o medio situacional. Para CORREIA DE MELO (2017), la conjugación entre espacio geográfico, personas y su respectiva interrelación objeto-acción, es lo que finalmente contribuye en la definición de su espacio, lo que el autor denomina como escenario, en este caso un escenario de uso

temporal o efímero. (CORREIA DE MELO & MATTEONI, 2020),

Para profundizar aún más en esta relación de tiempo-uso de los espacios de tiempo de uso acotado, la palabra refugio en español hace referencia a un espacio construido para dar guarida o protección temporal. Es en esta relación objeto - acción, que el permanecer transitorio del viajante que habita, pernocta y se recompone física y psicológicamente para continuar el viaje. Dicho de otro modo, el lugar no le pertenece, pero en su condición de paso, está habilitado para hacer uso temporal del espacio. Como ejemplo de esta noción de temporalidad, podemos mencionar el caso del paradero de buses, el cual cumple también esta condición de refugio, tanto en la ciudad como en el contexto rural, pero con la diferencia que la temporalidad de su uso va a depender esencialmente del grado de protección y el tiempo de espera, en este caso, el tiempo en que demora en pasar el bus.



Figura 26 :Portal parabólico Hiperbólico en bambú. Inauguración de la estructura construida en curso de capacitación. Monitor Jam Stamp . TIBA.Bom Jardim , RJ. Brasil.

Un aspecto fundamental y que sería el mínimo común denominador en este caso, es la necesidad de una cubierta o techo, elemento primordial que se traduce en la idea de protección que ofrece un espacio, tanto en lo físico como en la sensación percibida de protección. Dicho de otro modo, el concepto espacial de cobijo, suele contar un un elemento mínimo para otorgar ese sensación de estar protegido o cobijado, osea el techo. Para ilustrar este principio, podemos citar un cobijo muy

peculiar que forma parte en la cotidianidad de la viviendas y específicamente en los espacios de esparcimiento de los patios donde la fruto de la uva crece. El parrón , es una suerte de pérgola improvisada inspirada en las plantaciones de uva, aspecto típico de los jardines interiores de la zona central de las viviendas chilenas. Siendo el lugar ideal para la reunión de camaradería familiar e íntima de lo doméstico, el parrón es soportado por un mínimo de elementos estructurales , dejando mayor protagonismo al crecimiento de la parra que se expande su follage horizontalmente a medida que pasa el tiempo, utilizando como tutor o guía una estructura soporte generalmente compuesta por una trama fina cuerdas o alambres tensados. La sensación de frescura como resultado de la sombra ofrecida por la enredadera de vid, es lo que en gran medida genera la sensación de cobijo. La ornamentación e identidad de este tipo de cobijo típico viviendas de los valles vitivinícolas chilenos, nos hace pensar que la sensación de protección no se constituye necesariamente por confinar a las personas, sino más bien de ofrecerles el grado de protección temporal, en este caso, la frescura ofrecida por un techo verde.



Figura 27 : Parrón sector Santa Cruz, ZOna Central de Chile. Fuente. <https://www.revistaenfoque.cl/>

En una situación más extrema, las tipologías de habitáculos o refugios de montaña son diversas, algunas más básicas que otras, pero con un grado de similitud a la que los pueblos nómades experimentaron en el pasado, coincidiendo en esta relación de tiempo- espacio- uso. Este tipo de habitáculo de uso temporal, es frecuente en paisajes en sectores cordilleranos, donde los andinistas planifican sus travesías considerando una permanencia transitoria en diferentes tipos de

refugio, algunos portables , otros dispuesto en el camino. En este sentido, la carpa es en esencia un refugio temporal, que el andinista incorpora (osea lo hace parte de su cuerpo), siendo su guarida y protección de uso efímero, de carácter personal o comunitario. También están aquellos puntos de abastecimiento que sirven de cobijo temporal para visitantes, en una condición fija y con elementos mínimos para brindar protección. Sin embargo el factor común aquí es la posibilidad de contar con un techo , muchas veces inclinado brindar protección de la lluvia y nieve, además del sol y el viento cordillerano. A medida que van ganando otros elementos configurantes, como las paredes o un suelo que evite el contacto directo con la nieve, el refugio va también aumentando su grado de amabilidad con el refugiado.



Figura 28 : Refugio Garganta del Diablo , Nevados de Chillán. Fuente:Club de montaña “Los montañosos”. UBB. Chile

3.2.4.- Hábitat resiliente

Por otro lado, el tema de la temporalidad y la protección en condiciones de vulnerabilidad de las personas, ha sido eje fundamental en materia de ayuda humanitaria y equidad social. Este tipo de refugio puede atender tanto para salvaguardar vidas de personas, como también para la protección de una porción importante del ecosistema en que vivimos.

El diseño de refugios o cobijos con fines sociales cobra cada vez mayor importancia, sobre todo en los momentos críticos que la humanidad está experimentando. Organizaciones mundiales y los países en general han tenido que invertir en este tipo de contextos, intentando disminuir índices de vulnerabilidad bajo determinadas condiciones de adversidad. La gran pregunta es cuándo se hace esta planificación, previniendo antes o reconstruyendo después. La ayuda humanitaria para las circunstancias de emergencia en las distintas partes del planeta está siendo una temática que precisa nuestra atención.

El coeficiente de vulnerabilidad de un espacio geográfico se determina por una ecuación que se obtiene a través de parámetros de riesgo, probabilidad y consecuencias. (LEMOS, M. 2018). Si bien esta fórmula relaciona vulnerabilidad y urbanismo, es una herramienta útil de diagnóstico para un apropiado desarrollo de las ciudades. Sin embargo, en el caso de los desastres naturales, este componente no se puede incluir en la forma antes citada Independiente del grado de planificación, las fuerza de la naturaleza siempre prevalecerán por sobre la capacidad de mitigar estas acciones. (ONEMI; 2019), (LEMOS, M. 2018). En este aspecto, la construcción de refugios de asilo temporal tiene como prioridad satisfacer rápidamente las necesidades básicas de los víctimas, dejando el grado de comodidad con un valor relativo. En este sentido, Foster, S. y Fowler, J. (2003) definen refugio como *“un espacio cubierto habitable que brinda un entorno de vida seguro y saludable, con privacidad y dignidad para aquellos que permanecen temporalmente dentro de él”*. Para ahondar en este tema, la tipología de refugios para emergencia definida por la Cruz Roja Internacional (2017), y UN-HÁBITAT (2013) , declara criterios de temporalidad en el diseño de refugios o *shelters*, que mencionamos a continuación:

Refugio de emergencia: Utilizado por cortos períodos de tiempo, brindando rapidez en el apoyo humanitario. Diseñado para ser utilizado por una sola noche o algunos días. No permite la preparación de alimentos elaborados o la atención médica especializada.

Refugio temporal: Espacio de carácter colectivo con una temporalidad de uso de semanas. Bajos costos y la atención inmediata son características de este tipo de espacio de protección.

Refugios para moradas temporales: Desarrollados para períodos más prolongados (de 6 meses a 3 años). Una suerte de asilo temporal a la manera de viviendas de alquiler o unidades prefabricadas. Permite a las víctimas volver a sus

actividades cotidianas. (...) En muchos casos, la vivienda temporal se establece en terrenos perimetralmente a la ciudad.

Refugios progresivos: Este tipo de refugio temporal pasa paulatinamente a ser un espacio de moradia permanente, pudiéndose ampliar en el futuro a través de componentes estructurales flexibles y modulares.

Refugios de transición: Es aquel en que las víctimas se relocalizan desde su ubicación temporal a sectores de asentamiento permanente, transformándose en una vivienda definitiva. La capacidad de adaptarse y posteriormente reciclarse son atributos de este tipo de espacios.

Refugio principal o refugio habitacional: Parte siendo un asilo temporal, para luego constituirse en una vivienda permanente. Esta tipología incluye elementos fundacionales, como cimientos, servicios básicos de red húmedas y necesidades básicas. El proporcionar a los habitantes los estándares de una vivienda permanente no siempre se cumple. Muchas veces estos refugios distan mucho de lo que se considera un hogar completo y permanente.

Traducción libre obtenida del informe UN- HÁBITAT (2013)



Figura 29: Modelo Refugio de emergencia utilizado por la ONU. Fuente Shelter report 2009.

Recientemente, la reutilización de contenedores ha demostrado ser una alternativa válida a la urgencia de habitáculos que presten cobijo pos desastre. Una de las características que los hace propicios para los distintos contextos geográficos es que están relativamente preparados para brindar cobijo, tanto por

los materiales que lo componen, como por confinar a sus usuarios en este formato tipo cajón de metal. La condición modular de los contenedores se presenta como un punto a favor en este tipo de alternativa. Infelizmente, tanto el peso como el costo de estos bloques han sido impedimentos al momento de prestar socorro inmediato a sectores de escasos recursos en el mundo entero.

Por otro lado, el tema de los espacios destinados a dar protección ha ido más allá de los usos convencionales para el resguardo humano. Como consecuencia del grado de desbalance ecológico al que hemos llegado en las últimas décadas, se ha comenzado a tomar medidas extremas en relación con la preservación de ecosistemas vulnerables. El diseño de espacios para salvaguardar material orgánico, para garantizar la preservación de especies en extinción es una realidad concreta. El proyecto Svalbard Global Seed Vault en Finlandia, ha sido construido para la conservación de más de 1.700 genes, destinados a cultivos alimentarios. Este banco de genética botánica ofrece la mantención temporal de semillas de un alto valor nutritivo, generando un stock de emergencia, en caso de depender de ellas para nuestra alimentación en un futuro, un futuro cada vez más incierto.

Los atributos de temporalidad y modularidad en estos ejemplos son factores determinantes al momento de proyectar soluciones que mitiguen el impacto de este tipo de acontecimientos, sobre todo en aquel porcentaje de la población más vulnerable de la sociedad.

Parece ser que esta temática de los espacios de uso temporal es determinada por una condición básica de sobrevivencia en las personas. Los atributos designados en el diseño de espacios para estas situaciones es una zona mixta de saberes y técnicas, donde interactúan tanto la arquitectura temporal, como así también el diseño de industrial, conocimiento táctico militar, asistencia médica, logística, por citar solo algunas de la profesiones que trabajan en esta área de mitigación de situaciones extremas.

Situación similar en términos de carencia que a diario experimentan un gran número de personas en riesgo social, donde la lucha diaria por sobrevivir en espacios urbanos cada vez más agresivos es parte de una realidad innegable, situación humanitaria que evidencia las desigualdades de nuestra sociedad y que se ve aumentada en las grandes urbes de nuestro planeta.

Del mismo modo en que se analizan los aspectos vernaculares rurales de nuestros antepasados y aquellos que brindan ayuda humanitaria, es meritorio analizar

aqueellos refugios ciudadanos, improvisados y de carácter temporal, en varias ocasiones con una cierta tendencia a lo definitivo. Sin tener profesión ninguna, las soluciones de cobijos implementadas de manera improvisada también forman parte de la dimensión que compone este concepto de proteger temporalmente, en este caso, con una subvalorada pero altamente creativa respuesta de personas que habitan y deambulan por la ciudad. Este espacio común en lo disciplinar y lo no docto, es también un nicho interesante para la conjugación de distintas corrientes del pensamiento, y al mismo tiempo un punto neurálgico que desafortunadamente acusa una realidad llena de carencias, enrostrarnos una cruda realidad de las diferencias sociales y desigualdad en nuestra sociedad. (BRAVO & DURÁN, 2014).

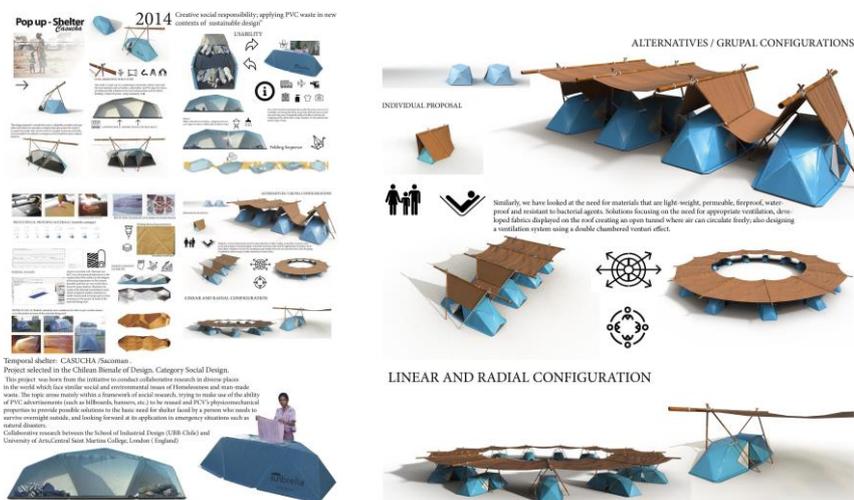


Figura 30 : Gráfica para concurso de refugios humanitarios , POP UP Shelter (casucha), Sunbrella Contest. USA, Diseño en base a residuos publicitarios. Autor EDV. Fuente Propia

Los cobijos de indigentes o “personas en situación de riesgo social” han sido material de estudio para diseño y arquitectura, los que generalmente recaen en tipologías de micro espacios o espacios unipersonales, rescatando algunas de las características más esenciales de la inventiva vernácula urbana. (TAHARA, A. 2008). La ciudad de Río de Janeiro por ejemplo, por tener un clima húmedo y de altas temperaturas, sin mencionar factores socioculturales, es un lugar donde proliferan coberturas improvisadas que dan cobijo al habitante urbano, protegiéndolo tanto del sol como de la lluvia, bajo el alero de sistemas de membranas impermeables, cables y otros elementos de amarre y anclaje, los que se estructuran con audacia y sencillez, formando parte del paisaje temporal urbano carioca.



Figura 31: Cobertura temporal urbana. Evento social. Centro de Río de Janeiro. Fuente propia.

Si bien es cierto que el refugio en sí lleva por esencia brindar protección en situaciones adversas, es también virtud creativa y condición natural de sobrevivencia humana. Un espacio que no discrimina ni oficios, ni profesiones. . Nuevas miradas en torno a propuestas de espacio de uso temporal con un alto grado de diferenciación, son consideraciones que definen en gran medida la línea editorial del LILD, en lo que a diseño de espacios de uso temporal se refiere .Surge entonces el desafío de catalizar, tradición, técnica y necesidad en esta investigación.

Capítulo 4

4.1 En búsqueda de la forma basada en patrones obtenidos de la naturaleza

Como ya lo habíamos mencionado en el capítulo anterior, nuevos procesos metodológicos, dominio de técnicas, herramientas provenientes de otras disciplinas, sumado a un lenguaje técnico específico son algunos de los aspectos demandados en procedimientos metodológicos, y que inciden directamente en los resultados de la investigación y sus variables. En ese sentido, el diseño, las artes y la arquitectura han tenido algo en común, el anhelado sueño de descifrar saberes provenientes del mundo natural. Los procesos creativos en la concepción de formas inspirados de la naturaleza han sido durante el transcurso de la historia de la humanidad un foco constante de interés en las diferentes ramas del conocimiento. Para (MOREIRA & RIPPER, 2014), los organismos y sus ecosistemas naturales han pasado por un largo proceso evolutivo, posibilitando la optimización de sus funciones y estructuras en el afán de perdurar en el entorno que habitan. Abundan ejemplos de adaptación y transformación de las diferentes especies, lo que se traduce en tipologías, morfologías, sistemas y patrones en el comportamiento, como una estrategia de resiliencia de los seres vivos ante el medio, siendo una fuente de información e inspiración para diferentes áreas del saber. A partir de la observación de los organismos y su entorno, hemos querido obtener una suerte de código para acceder a aquella fuente de conocimiento que se alberga en la naturaleza. Algunos intentos por descubrir patrones basado en lenguaje matemáticos como lo son la proporción áurea, secuencia de Fibonacci, subdivisión proporcional de Voronoi y los patrones de reacción-difusión en la capacidad de autorregulación de la materia, son algunos intentos por entender y aplicar este saber, como parte de nuestra ambición por conocer qué hay detrás de toda

esa incógnita; sin embargo, aún queda mucho camino por recorrer para conquistar aquel dominio.

El hombre, en esencia, ha sido un observador del medio en que se desenvuelve y en su afán de subsistir ha tenido que desarrollar habilidades cognitivas para conquistar conocimientos que otrora fueron secretos. Para (MOREIRA & RIPPER, 2014) la naturaleza es un continuum informacional desde hace ya millones de años, como resultado de innumerables procesos aún descubrir. Los autores añaden que en las formas biológicas y geológicas se encuentran en continua transformación, sujetas a la capacidad del observador por ser detectadas, analizadas y reinterpretadas.

En este aspecto, la biomimética es un área de conocimiento que fue ampliamente difundida en la última década del siglo XX, especialmente por la científica Janine Benyus, co-fundadora del Biomimicry Institute, USA. El término compuesto *bio* (vida) y *mimetés*, del griego (imitación), estudia las soluciones utilizadas por la naturaleza en su voluntad resiliente de evolucionar por miles y miles de años. (BRAJOVIC,2016).Uno de los aspectos que la biomimesis ha querido imitar de los procesos naturales es el tema de la generación de residuos. Curiosamente lo que para nosotros es un problema, para la naturaleza no lo es. Esto, en un ambiente natural virgen por ejemplo, la eliminación de desperdicios es un proceso limpio, donde los distintos actores del ecosistema se benefician mutuamente, generando una relación simbiótica.

Ahora, cuando nos referimos al estudio de la naturaleza, implícitamente estamos considerando un espectro enorme de las posibilidades de estudio, algunas de complejidad superlativa, otras de carácter más simple, pero todas con una dosis de sabiduría sustancial que causa admiración.

Creemos que los procesos de imitación de la naturaleza deben ser graduales, debido a que la complejidad de los sistemas principalmente en término de procesos, materiales y formas. Para la diseñadora y experta en el diseño de materiales Veronika Kapsali, la biomimesis se puede dividir en 4 grande áreas donde el diseño tiene injerencia, dichas áreas guardan

relación con la forma, superficie, estructura y finalmente la manera de producir o hacer que tiene los seres vivos. (KAPSALI,V., 2016). Por otro lado , FREITAS y VIEIRA (2018), señalan a la analogía como un método proyectual válido para la imitación de la naturaleza, que por medio de la interpretación abstracta de formas, estructuras y funciones organismo vivos pueden ser insumos válidos para la aplicación de estos en artefactos creados por el hombre.

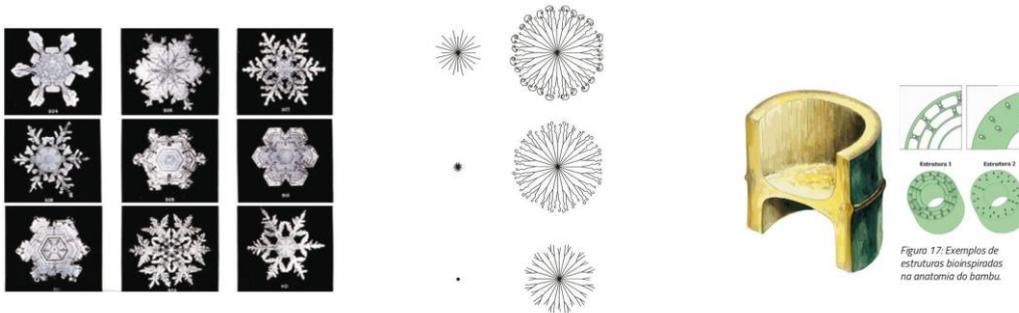


Figura 32 : Patrones en la naturaleza. A : vista aumenta de copos de nieve y su tendencia de auto regulación geométrica. B, Ilustración de patrones en el agua expandiéndose.C Análisis de capilaridad de sección especie bambea. Fuente: MÉTODOS E PROCESSOS EM BIÔNICA E BIOMIMÉTICA. ARRUDA , 2018

4.2.-La búsqueda de forma o form finding inspirado en la naturaleza

En relación con la experimentación como fuerza motriz del LILD, cabe destacar como un medio situacional del laboratorio, en conjunto con otros núcleos de investigación, convoca referentes o casos de la naturaleza como un objeto de estudio o de análisis. Algunos principios fundamentales del mundo natural de lógica orgánica han dado origen al estudio de espacios con características propias del laboratorio. Dentro de las temáticas abordadas, podemos citar el análisis e interpretación de nidos de pájaros, como es el caso del nido del Joao de barro, donde el laboratorio NEXT-PUC (Núcleo de Experimentação Tridimensional) dirigido por el Doctor Jorge Lopes, analiza, digitaliza y construye por medio de técnicas de fabricación digital en MDF, generando una versión escalada de aquel espacio construido originalmente por esta ave brasileña, proyecto que fue posteriormente heredado para el LILD, donde se recubre con capas de

barro, generando una continuidad en la investigación de estos micro habitáculos de origen natural.

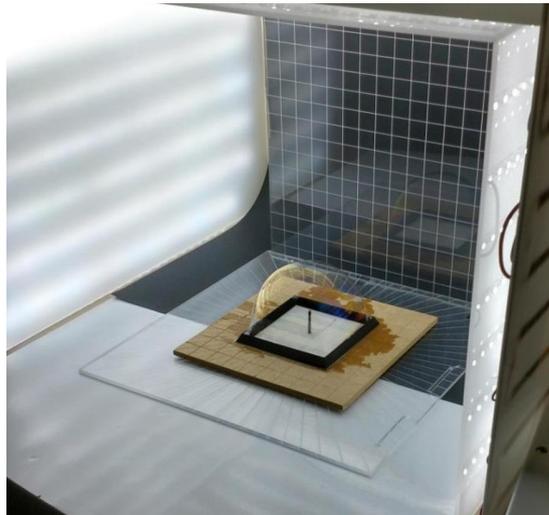


Figura 33 : Set de registro y observación del comportamiento de autorregulación de la forma en burbujas de jabón, Fuente : Tesis de Doctorado Joao Correia de Melo, 2017.

Otro caso digno de citar, que forma parte de los anales investigativos del LILD, es el estudio de burbujas de jabón desarrollado por el diseñador Doctor Joao Victor Acevedo, quien trae consigo un minucioso análisis de la forma conseguida en esta superficie mínima y el desafío de extrapolar la forma de lo observado por medio de procedimientos de captura, análisis y materialización de aquella delicada y compleja forma, resultado de la capacidad de autorregulación que posee la materia (CORREIA DE MELO, 2017). En ese sentido, entendiendo la complejidad del desafío que involucra esta línea de investigación que el LILD acoge, es innegable la ayuda que los modelos físicos y virtuales ofrecen, sobre todo en la observación y registro de fenómenos, la generación de variables que incide en los resultados, el grado de precisión y sobre todo el tiempo invertido. Recientemente el laboratorio viene integrando nuevas tecnologías de visualización virtual con los ya tradicionales modelos físicos, dando un nuevo enfoque híbrido “análogo - virtual” a su línea de investigación.(CORREIA DE MELO, & DURÁN, 2019),(CORREIA DE MELO, (MOREIRA & RIPPER, 2013). Lo que el LILD y sus investigadores hacen en este sentido es de alguna forma continuar por la senda de los

precursores del estudio de la naturaleza y principalmente del comportamiento de los distintos estados que la materia posee. En el caso de Frei Otto y su admirable trabajo en el Institute of Lightweight Structures en Stuttgart, quien centró su labor en un conjunto de metodologías experimentales en torno a formas generadas en la naturaleza en razón de sus esfuerzos, tensión superficial, gravedad y presión de las superficies mínimas estudiadas por el alemán, utilizando métodos similares a los que el LILD consideró en el estudio de la bola de jabón. Fue probablemente el mismo iconoclasta alemán quien popularizó el término “Búsqueda de la Forma”, o *Form Finding* en inglés, conocimiento ya desarrollado por Antonio Gaudí en sus estudios de geometría de la catenaria en la Sagrada Familia en Barcelona. El arquitecto alemán pasa a ser un referente en la materia, logrando observar y teorizar en torno a la tensión superficial de burbujas de jabón, como un *artilugio* para develar aspectos esenciales entre la tensión superficial de una película mínima y su relación con otros componentes que determinan el grado de optimización en la superficie. (MOREIRA & RIPPER, 2014). Frei Otto acuñó el término "*Selbstbung*", que en alemán describe el proceso de autoformación. Esto se refiere a la generación de la forma de un determinado sistema estructural en condiciones de estado de equilibrio “auto-encontrado”, definido por las fuerzas que actúan sobre él y la resistencia interna determinada por las propiedades del material. Para Otto, al igual que una película de jabón que posee la propiedad de autoorganización y así encontrar su propia forma, una membrana tensada puede ser concebida bajo esta misma lógica, tratando de minimizar su energía (material), para luego optimizarla hasta los límites dados por su soporte (luces o punto de anclaje). El resultado principal de estos experimentos confirma los principios de autoorganización presentes en la naturaleza, tanto en seres vivos, como en los elementos que forman parte vital para la existencia de nuestro planeta, o sea, el estudio de la naturaleza de origen abiótico, lo que en el fondo es también un referente válido para comprender la naturaleza y los estados de la materia que la componen. Dicho de otro modo, Frei Otto determina, a través del método empírico, lo que vendría siendo un proceso de autorregulación determinado por las leyes físicas reinantes ese momento.

Contemporáneamente, el término form finding ha sido ampliamente discutido sobre todo en ámbitos relacionados con la arquitectura, la ingeniería civil y recientemente en el diseño de productos. Según ADRIAENSSENS et al., (2014), el Form Finding (FF) se puede definir como el proceso de análisis de parámetros que controlan directamente una geometría y su optimización de una estructura que consigue el estado de equilibrio con ella misma. El estado de balance como sinónimo de autorregulación aportado por los autores mencionados anteriormente será tema de discusión en los siguientes subcapítulos del presente texto, poniendo en discusión, estos y otros aspectos relacionados con la forma como consecuencia de lo dictaminado por la naturaleza.

4.2.1. Búsqueda de la forma o forma asignada

La premisa del arquitecto estadounidense Louis Sullivan, “la forma sigue la función”, es en gran medida un factor preponderante que coincide con los principios de la biomimesis en torno a la capacidad de imitar la naturaleza con ese mismo criterio. Aun cuando podemos entender la simpleza de dicha relación, creemos que es importante también mencionar ciertos formalismos que pretenden ser relacionados con formas obtenidas de la naturaleza con un vacío, en lo que concierne al grado de compromiso en el análisis y aplicación de los principios que gobiernan las formas orgánicas. En la actualidad, existe un número considerable de ejemplos que por medio de una forma audaz y arrojada pretenden conquistar la atención de las personas sin un fundamento de peso. Es aquí donde pueden existir ciertos conflictos en el uso y abuso de referentes inspirados en la naturaleza, los que a veces caen en una suerte de capricho formal, adornados con algunos atisbos de línea orgánica atractiva, resultado antojadizo de las decisiones del proyectista. Según GOLDSMITH & FAIA (2014), se pueden distinguir 2 corrientes principales en este sentido; form finding (FF) y shape finding (SF). Haciendo una interpretación sucinta de estos dos términos, en español sería la búsqueda de forma y la forma asignada. En el FF, el diseñador observa los procesos en la naturaleza para descubrir formas de organizar y métodos de construcción. El estudio aquí versa sobre la capacidad de

descubrir una forma óptima en un contexto de adaptabilidad dinámica. La belleza de la forma no tiene que ser diseñada; más bien se convierte en una propiedad que emerge o es descubierta.



Figura 34 : Proceso de búsqueda de forma. Fuente: Daniel Malagutic e LILD

En la segunda versión, la forma asignada, los autores señalan que es el autor quien condiciona la forma como una versión de la realidad, tomando decisiones que suelen tener cierto grado de similitud con formas encontradas en la naturaleza. Sin embargo, con una vaga noción de los principios que gobiernan esta forma, carente de todo fundamento o estudio más detallado, apelando sólo a una cuestión de forma y estilo. Como consecuencia, un inmenso gasto energético en materiales y procesos constructivos, los que tarde o temprano acarrea una serie de problemas estructurales y de mantenimiento. En el campo de la arquitectura, existen varios ejemplos donde esto ocurre, recayendo básicamente en la concepción de una forma atractiva y osada, pero sin un fundamento de peso. La Opera House en la ciudad de Sidney, Australia, es un caso representativo de esta corriente de la forma asignada por el autor. Como resultado de un concurso de arquitectura que la ciudad oceánica organizó con el fin de incrementar el valor identitario de la ciudad. Según el arquitecto de origen danés Jørn Utzon, la forma del recinto se obtuvo de la observación y análisis de los gajos de una naranja. El costo asociado a la construcción y mantenimiento es un tema de discusión para el municipio de New South Wales hasta ahora. Cabe convenir que la construcción de este ícono de la arquitectura mundial aconteció hace ya más de 60 años, con medios y tecnologías totalmente diferentes a lo que hoy existen.



Figura 35: Opera House: Sydney, Australia. Fuente propia.

En el contexto tecnológico actual, podemos observar una serie de ejemplos pertenecientes a esta corriente estilística, donde se desarrolla un concepto formal generalmente de línea orgánica, posiblemente como el propósito de vender un concepto de orgánica-artificial más atractiva, pero que generalmente no guarda relación ni con temas de justeza material, ni tampoco con los procesos de construcción de la propuesta. GOLDSMITH & FAIA (2014). En el caso del diseño de productos, el exprimidor del afamado diseñador Philippe Starck, es un ejemplo emblemático de formalismo que intenta cautivar con formas extravagantes y que finalmente acaba siendo un objeto de adorno, carente de la funcionalidad para lo que originalmente debería haber sido ser creado.

Volviendo a Otto, el creador del estadio olímpico de Munich en 1978, quien realizó una serie de estudios de optimización de superficie observando las telas de arañas, esto en razón de optimización máxima de espacio por medio de una superficie mínima. El experto en tensoestructuras va un poco más allá, saliéndose del tema de análisis de un organismo en sí, en este caso, es el estudio de la membrana arácnida, y no la araña en sí. La araña sería en sentido figurativo la propietaria de la técnica, la tela el objeto en uso (MOREIRA & RIPPER, 2014)

“En el proceso de búsqueda de la forma, el arquitecto está actuando más de partera que de Dios el creador”. Frei Otto, citado en GOLDSMITH, FAIA, et al (2014).

Esta relación entre mundo natural y morfología orgánica artificial se ve ampliamente favorecida por softwares computacionales orientados a esta

versión morfológica en la actualidad. En esta versión del SF, donde la arquitectura y los objetos son los campos más frecuentes de aplicación, se observa un incremento de esta modalidad donde la tecnología de visualización, avalada por algoritmos matemáticos capaces de crear formas complejas, rara vez consiguen un ahorro de energía tanto en la construcción como en su mantenimiento, algo que en la naturaleza como ya mencionamos no existe. (Técnica de mantención y construcción. Moreira y Ripper, 2014). Para algunos críticos en la materia, son estos aspectos los que hacen al diseño paramétrico una versión atractiva para modeladores computacionales, posiblemente debido a la relación de algoritmos matemáticos que los softwares de última generación poseen y los resultados que se consiguen con esta manera de proyectar. (CHIARELLA & PASTOR 2015).

Uno de los temas más desarrollados en este tipo de debate, cada vez más representativo de las disciplinas creativo humanistas (DONOSO, 2019), son las formaciones geométricas repetitivas también conocidas como patrones geométricos. Los patrones geométricos, en este sentido, han despertado la curiosidad del mundo entero, atrayendo el interés de las distintas esferas del saber. Desde un punto de vista geométrico matemático, según CORREIA DE MELO (2017), los patrones de crecimiento de sistemas naturales podrían ser codificados y descritos en una lógica binaria. Creemos pertinente hacer un breve pasaje en uno de los aspectos más fascinantes y representativos en lo que a geometría natural respecta.



Figura 36 : Pabellón Bio Duna . Universidad del Bio Bio. Concepción,. Chile. Fuente : Martín Pastor.

4.2.2.- Patrones geométricos detectados en la naturaleza

En el libro **Patterns in Nature**, escrito por Peter Steven en 1974, se expone una serie de patrones observados en la naturaleza, los que van desde las formas más simples hasta otras de complejidad extrema. La diversidad de estos modelos geométricos categorizables en distintos criterios que van de formas de espirales y meandros hasta formas de olas, grietas y rayas, por mencionar sólo algunos descubiertos en este interesante universo de organizaciones simétricas y asimétricas creadas por la naturaleza. Este aspecto geométrico característico del mundo orgánico no está presente sólo en los seres vivos, su presencia también es recurrente en los distintos estados de la materia. La condición de repetición y escalabilidad geométrica de este fenómeno ha sido ampliamente difundida bajo el nombre de fractal. Siendo el lenguaje matemático donde ha tenido una comprensión a través de códigos numéricos. Sin embargo, este lenguaje geométrico también ha sido tema de análisis y aplicación en otros ámbitos del conocimiento, como por ejemplo en el quehacer artístico, claro sí, siempre con ese sesgo de lógica racional matemática. Actualmente, gracias a los avances tecnológicos de las ciencias y herramientas digitales, intentar traducir aquella complejidad de formas y estructuras se hace cada vez más fácil por medio de modelos algorítmicos virtuales capaces de ser replicados como

procesos generativos artificiales, también conocido como diseño generativo. (CUČAKOVIĆ, B., et al)2016). Si bien es cierto que representar aquella información a la perfección es un desafío aún pendiente, desde el punto de vista geométrico matemático, los patrones en la naturaleza, en sus distintas versiones, son aún una incógnita dentro de la ecuación, que bien podrían ser decodificados y descritos en un lenguaje de lógica binaria. (CORREIA DE MELO , (MOREIRA & RIPPER, 2013).

4.2.3.- Patrones efímeros, observación de geometría en medios fluidos estimulada por sonido

El agua, componente fundamental del planeta, desde tiempos ancestrales ha sido un elemento para analizar con diferentes enfoques. Desde un punto de vista filosófico, pasando por un tema energético, hasta su importancia como elemento fundamental para la vida. Fue Platón en su obra Timaeus (360 a. C), quien expone su teoría de los sólidos platónicos, asignando figuras geométricas a los distintos estados de la materia, siendo el agua representada por un icosaedro. Francamente, no podríamos aseverar si en realidad lo que Platón clama en relación a la forma geométrica que representa este elemento sea de esas características, es más, podríamos contradecir al filósofo griego apoyándonos en las leyes físicas del comportamiento de la materia, que la forma natural del agua tiende a ser una esfera. COSTA . I. (2009). No obstante, no siempre es así.

La capacidad de acoger formas diversas, gracias a su estado de inestabilidad constante, se ve reflejada fundamentalmente en la superficie de este elemento, que en complicidad con la luz la hace aún más evidenciable en su organización, tanto de forma caótica, como la versión de patrones geométricos regulares.

Este tipo de condición inestable, sumado a lo que Otto determina cómo la capacidad de autoorganización de la materia, se presenta como un espacio fértil para la interacción de disciplinas que utilizan la inspiración, análisis y

prospección de formas obtenidas de la naturaleza. Observaciones en torno a patrones geométricos líquidos, por medio de estímulos alterables a voluntad, como es el caso del estímulo sonoro, son temas que merecen nuestra atención, y donde expertos de distintas áreas del conocimiento han realizado contribuciones, siendo un punto de encuentro para la ciencia, el artes y técnicas de las distintas corrientes del pensamiento.

El sonido como energía ha sido utilizado ampliamente en distintos campos de aplicación. (LOPES, WERNER et al 2013). Su manifestación ocurre a través de ondas que se desplazan con una velocidad relativa al medio en que se desenvuelven. El sonido en el aire puede llegar a desplazarse hasta 343 m/s. En el caso del medio líquido, la misma onda sonora viaja a una velocidad 5 veces más rápida que el aire (agua destilada, de 1450 a 1498; agua salada, a 1531 m/s).

En este aspecto, la cimática es un área de estudio de fenómenos nodales vibratorios. El término es acuñado en el campo de la física, se refiere al análisis de movimientos nodales en los medios no conformados, como lo son los fluidos y granos, generando patrones geométricos temporales determinados por tres grandes factores: Volumen de agua, luz y sonido. Otros aspectos como la forma del contenedor, viscosidad y temperatura del líquido, en complicidad con el tipo de sonido y fuente lumínica, son algunas de las variables que considerar al momento de realizar experimentos cimáticos. Este tipo de patrón geométrico líquido ha sido punto de encuentro de distintas áreas del conocimiento. Primero que todo, definiremos qué es un patrón cimático y de cómo este referente del comportamiento de patrones geométricos, específicamente aquellos que se expresan en la tensión superficial del agua, podría ser un insumo válido en el proceso de investigación y búsqueda de la forma de un determinado caso de estudio.

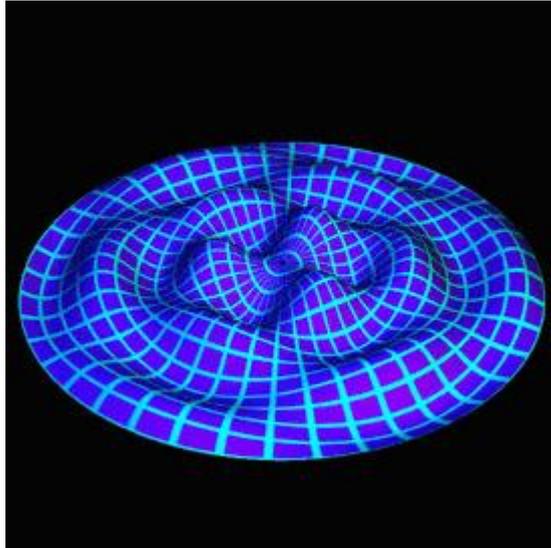


Figura 37 : Animación Gif movimiento cimático en cuerpo de agua. Fuente <https://blog.world-mysteries.com/science/cymatics/>

4.2.4.- Patrones cimáticos

Según el experto Rob Jenkins de la Universidad de York, Inglaterra, la pareidolia consiste en una situación en la que alguien ve un patrón o una imagen de algo que no existe, por ejemplo, el rostro de una persona en una nube. Según el psicólogo inglés, esta capacidad de los seres humanos, es una especie de mecanismo del inconsciente de las personas de asociar una figura con algo ya conocido, lo que evita enviar dicha información al cerebro para que la procese y nos diga qué hacer. Lo que hace la pareidolia es acelerar el juicio y la toma de decisiones en situaciones donde se requiere una reacción rápida. Bueno, en el caso de la cimática no es así. Las formas y patrones geométricos como resultado de los experimentos realizados por expertos, han determinado bajo el método científico la veracidad de esta configuración autorregulada en la materia. O sea, no es cuestión de nuestra imaginación, sino más bien una evidencia de cómo las vibraciones determinan una correlación en geometría y patrón repetitivo en el medio líquido.

Este fenómeno fue bautizado con el nombre de cimática (del griego kyma, κύμα, "ola") por el médico suizo Hans Jenny, a través de sus publicaciones Kymatic (Cymatics) volumen 1 en 1967 y el volumen 2 en 1972, se refiere

a los efectos causados por los movimientos periódicos producidos por ondas sonoras y que se ven reflejados en este estado de la materia. Según el experto, a nivel molecular, los electrones generan un compás o cadencia, creando una onda variable, la que es posible observar por el ojo humano y pudiendo ser replicada en su organización caracterizada por su movimiento geométrico cíclico. Esto no es algo nuevo, la observación de esta coreografía sonora de estado líquido de la materia ya era parte de los estudios del renacimiento, primero por Da Vinci y posteriormente por Galileo, por mencionar solo algunos eruditos en los estudios de la naturaleza que incursionaron en ese tema. Posteriormente Ernst Chladni, en su libro *Descubrimientos en la teoría del sonido* (1787), describe una serie de patrones geométricos, por medio de la vibración de una superficie con gránulos de arena, que con la ayuda de un arco de violín, logrando múltiples configuraciones con una tendencia a la autoorganización de forma concéntrica y radial.

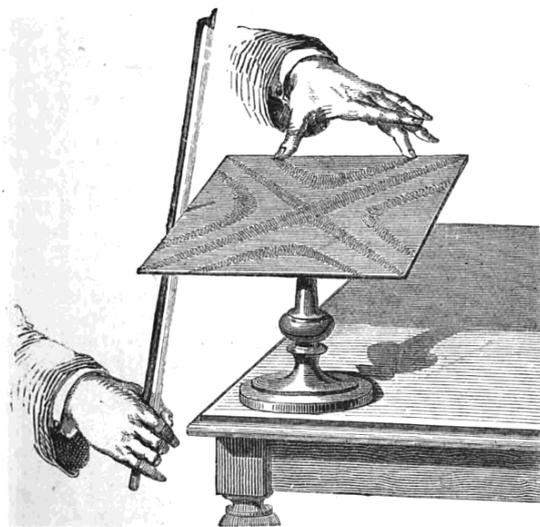


Figura 38 : Ilustración Ernst Chladni obtenido geometría del sonido emitido por un arco de violín frotado en placa de metal

A diferencia de los experimentos de Chladni (1787), el que utilizaba gránulos de arena, los patrones de ondas intermitentes y oscilantes formados en la superficie de un fluido tienen una complejidad mayor, debido fundamentalmente a la inestabilidad del medio y por una serie de factores

que determinan el tipo de autoorganización resultando en patrones regulares de una belleza admirable. Sin embargo, no siempre es así. La variación de patrones cimáticos es un factor importante de analizar. Para alcanzar aquella organización armoniosa, por ejemplo, la materia también experimenta momentos de desorden o caos transitorio. Existen, además, otros patrones geométricos que se consiguen por medio de sonido, los que han sido reconocidos en patrones de la naturaleza y como parte del ADN del reino animal. Richard Merrick, en su artículo *The Harmonically Guided Evolution* (2010) señala que existe una íntima relación en el tipo de vibración y en los seres vivos. El experto añade que a nivel micro existe cierta similitud entre patrones cimáticos y anatomía celular. En una escala mayor, existe también una relación entre ciertos patrones cimáticos y la segmentación en algunos vertebrados del reino animal, como por ejemplo, la similitud de un determinado patrón cimático y la organización que posee la caparazón de una tortuga. Estos y otros aspectos de capacidad de organización de la materia han sido un interesante espacio para la reflexión en torno a las leyes que organizan este fenómeno cimático, lo que nos hace pensar que este tipo de fenómeno va más allá de lo que es una armoniosa coreografía de arte líquido.

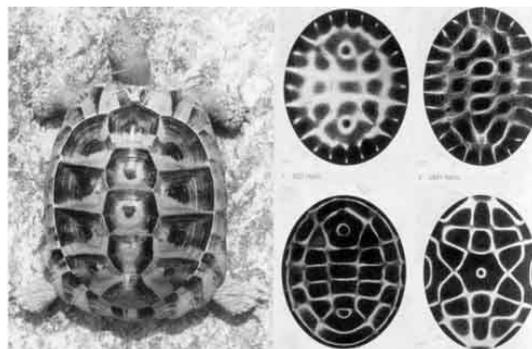


Figura 39: Patrón cimático comparado con los de una caparazón de tortuga. Fuente: Gianluigi Filippelli Turing patterns in coats and sounds. 2012

A lo largo del tiempo, un importante número de expertos del mundo científico, artístico y terapéutico ha podido demostrar los avances en el registro de dichos patrones y su aplicación en diferentes contextos, permitiendo evidenciar el comportamiento de los estados de la materia y su capacidad de autoorganización por medio de una energía sonora, haciendo

visible lo invisible. El estado del arte de este fenómeno es variado, siendo referente en algunas instalaciones artísticas, mapping, diseño de estampado, diseño de objetos y joyas, arquitectura temporal o pabellones.



Figura 40: Cymatic Silence Jewelry, Anastasia Bachykala. Aplicación de patrones cimáticos en tejidos para ropa , Desfile de la Bióloga Linden Gledhill, USA.2018



Figura 41 : Izq. Set Cimático performace artística Nigel Stanford. Science vs Music. Der.: Propuesta pabellón cimático Burning Man Festival. Fuente : Izq. <https://nigelstanford.com/Cymatics/> Der.: www.wanttolearn.wordpress.com

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1512166/CA

Time Point	Cancer Cells in Brain Tissues						Healthy Cells in Brain Tissues					
	1		2		3		5		6		7	
	Image #	I _{ps} /H	#	I _{ps} /H	#	I _{ps} /H	#	I _{ps} /H	#	I _{ps} /H	#	I _{ps} /H
1												
	80	6.095 3.017	80	6.024 3.448	80	6.302 2.782	57	7.372 1.616	27	7.345 1.636	88	7.339 1.676
2												
	81	6.035 3.147	81	6.163 3.313	81	6.102 3.076	58	7.328 1.614	28	7.423 1.667	89	6.417 2.328
3												

Figura 42 : Análisis basado en taxonomía de Planck-Shannon que muestran imágenes cimascópicas de las señales Raman sonificadas de cáncer y células sanas. Stables et al.(2019) Fuente :<http://waterjournal.org/volume-11/reid>

Esta condición de organización temporal de lo líquido se presenta como una nueva forma de interpretar una superficie dinámica, lo que es un potencial caso de estudio para la observación de superficies de cierta complejidad. La experimentación a través de artefactos en un ambiente controlado crea las condiciones *ad hoc* para un caso de búsqueda de forma, dicho de otro modo un *form finding* cimático.

Debemos antes declarar ciertos desafíos que el foco de estudio propone, en torno a lo procedimental y cognitivo de la investigación. Desde una perspectiva matemática, una onda es una alteración de un estado pasivo del medio y que se propaga por consecuencia de la vibración inicial. Si esta vibración se mantiene, la onda se torna una constante en una relación de tiempo y de longitud de onda. Dicha lógica cognitiva matemática, lenguaje concerniente a los distintos tipos de patrones de geometría fractal, es irrefutable. No obstante, este tipo de acervo se escapa en cierta medida de los dominios de las disciplinas creativo humanistas. Sin embargo existen otros lenguajes que posibilitan una comprensión mayor del fenómeno, por lo menos en una etapa de comprensión abstracta y figurativa. Para los fines de esta investigación, utilizaremos los recursos pertenecientes a aparatos mediales como lo son el ordenador, emulador de sonido, y dispositivos multimediales de orden convencional. La ecuación citada arriba será reemplazada por dos nuevos componentes, los hercios o hertz como unidad de medida del sonido equivalente a la frecuencia de un fenómeno periódico cuyo período es 1 segundo, y los bits (binary digit), dígito del sistema de numeración binario, como una representación virtual de lo que vendría siendo una realidad concreta del espacio, el movimiento del agua. En este sentido, la técnica de la programación o lenguaje paramétrico será un aliado estratégico en las distintas etapas del proceso de diseño.

El sonido como fuente de inspiración en el proceso en el diseño forma parte de los anales de disciplinas como el diseño industrial. Los cursos introductorios de Moholy-Nagy en la Bauhaus ya exploraban a través de diferentes medios y canales sensoriales utilizando la pintura, el dibujo y la fotografía. El desarrollo del sentido háptico por medio de la escultura y el sentido de la audición por medio de la música, también fueron líneas de

desarrollo en la vieja escuela alemana cuna del diseño industrial. (Monache, S. y Rocchesso, D. (2014). La interacción del sonido y los distintos medios y lenguajes hacen de esta relación una poderosa herramienta para la experimentación de nuevas experiencias en las personas. El análisis de cómo este factor podría influenciar el comportamiento en la materia es aspecto que de una u otra forma requiere de una comprensión mayor del fenómeno, lo que a la postre podría determinar alguna relación entre la forma y el bienestar de un espacio determinado.

Un ejemplo de esto es el sonido en su formato de música, que indudablemente repercute en nuestras emociones y estado de ánimo. Del mismo modo, el sonido puede ayudarnos a controlar algunas patologías mentales, típicas de nuestros días, como la depresión, problemas de autoestima, ansiedad, estrés, entre otras. Psicológicamente el sonido también puede colaborar a mejorar nuestra productividad al aumentar la concentración, asimismo, el cuerpo también se ve beneficiado, ya que mejora nuestro sistema inmune e influye en nuestro ritmo cardíaco. (DELLE & ROCCHESSO (2014).

El bienestar mental y físico de las personas se ve afectado por los lugares en los que habitamos. (NIETO-ROMERO, 2016). La Intensidad del sonido, melodía, armonía musical, patrón rítmico, son algunos de los parámetros que inciden en nuestro comportamiento, aspectos característicos de seres vivos con capacidad de sentir y vibrar con la música.

En relación con los sonidos, específicamente aquellos medidos en hertz, se ha descubierto que la exposición a algunas frecuencias podría afectar en los estados de conciencia de las personas. Lo que es conocido como musicoterapia. Recientemente se ha testeado en pacientes con alzheimer y su capacidad de recordar por medio de la música, a través de la reproducción de melodías que formaron parte importante de su vida, haciendo que los afectados por la enfermedad vuelvan a conectarse con el pasado, algo casi imposible de recordar sin este estímulo sonoro. (STERN et al., 2010).

La armonía de los espacios es un tema complejo de analizar, debido principalmente a las diferentes aristas que componen la dimensión de lo que es el bienestar de las personas y las distintas especies que habitan un determinado lugar. Es también un aspecto que tiene mucho **“pañó que cortar”**, pues la percepción de las personas varía con cada estímulo. Creemos, eso sí, que existe una relación entre sonido y espacio, más allá de lo que es su calidad acústica. El sonido como fuente de inspiración en la geometrización de espacios con una funcionalidad determinada es un vacío técnico perceptual donde vale la pena detenerse, observar con los sentidos, experimentar y volver a proponer, aspectos característicos del proceso creativo (MOREIRA & RIPPER, 2014). Creemos que la calidad del espacio podría ser una consecuencia geométrica obtenida por un estímulo vibratorio-sonoro. La combinación de estos factores es un asunto donde la investigación necesita observar con atención. Creemos que la frecuencias de vibración que inciden en la autoorganización del estado líquido de la materia, podrían estar en sintonía con otras frecuencias por descubrir. En el siguiente capítulo analizaremos en profundidad el proceso generativo de formas inspiradas en la naturaleza, identificando patrones cimáticos que puedan armonizar con otras organizaciones estructurales, como lo son las frecuencias de domos geodésicos, conocimiento altamente desarrollado en el LILD .



Figura 43 :Primeros registros cimáticos, secuencia aleatoria. Fuente autor.

Capítulo 5

5.-Procesos de obtención de la forma cimática.

Tal como lo mencionamos en el capítulo pasado, es indiscutible el aporte que realizan las nuevas tecnologías en los procesos de diseño. No obstante, creemos firmemente que un modo híbrido combina las dos versiones, aquella de modelo reducido del método LILD, y el modelo virtual como una técnica transversal en el mundo digital.

En esta etapa de búsqueda de forma, se trabaja paralelamente en las versiones de artefacto virtual y análogo, esto debido a que la retroalimentación de las dos versiones facilita la traducción y transformación de lo observado.

En este caso, intentando descifrar una condición o fenómeno de la materia, para luego determinar qué atributos y con qué criterios desarrollaremos una propuesta de diseño que atiendan temas de uso, factibilidad y viabilidad en un objeto.

Intentaremos durante el siguiente estudio de FFC (búsqueda de la forma cimática), ser lo más fiel posible al método y evitar imponer condiciones determinadas por el autor.

El criterio rector en este aspecto, se trata de determinar qué tipo de combinación o "armonización" podrían existir en estos dos lenguajes del espacio y la forma, que este estudio sería entre lo cimático y lo geodésico.

La técnica de este último, es ampliamente desarrollada en LILD, con aportes significativos de técnicas locales en bambú y amarraciones. Estos aspectos de la técnica no los atenderemos por ningún motivo, por el contrario serán caminos paralelos que se vuelven a conectar en varios puntos de esta investigación y principalmente en la búsqueda de forma. Debido a la condición efímera de los patrones cimáticos y su dificultad para mantenerlos en un espacio y tiempo de observación constante, haremos un punto de inflexión y convocamos aquellas tecnologías que puedan establecer parámetros medibles por medio de instrumentos y herramientas digitales, específicamente en las etapas de captura, análisis, experimentación, interpretación de la forma cimática observada. La primera versión se realizará por medio de sistemas registro en tiempo real y la segunda etapa gracias a programas computacionales y sus respectivas aplicaciones.

5.1.- Experimentos cimáticos

5.1.1.- Captura de la forma

El proceso que detallaremos a continuación establece relaciones causales entre estímulos sonoros y procesos de autoorganización de estados de la materia reflejados en la tensión superficial de los cuerpos de agua . Para eso fue fundamental diseñar un proceso que evidencie un rigor científico en el método para evitar de ese modo una lectura incorrecta de los datos recolectados.

Para esta etapa de la investigación se requieren una serie de artefactos organizados sistemáticamente en torno a los objetivos trazados. Al mismo tiempo se determinaron variables que afectan en los resultados. En el caso a seguir, expone un método de estudio de patrones cimáticos, en su captura, experimentación, síntesis e interpretación de este fenómeno de la naturaleza, bajo determinadas condiciones de luz, sonido, temperatura, densidad, entre otros importantes factores. Se usa como referencia en primera instancia, el método utilizado por Michael Faraday en 1831. utilizado por el científico en pos del análisis del movimiento continuo del agua utilizando contenedores cilíndricos.

(SHELDRAKE,M , SHELDRAKE, R.2017).

El diseño y construcción de un artefacto sonoro (Cinemascopio) que facilite la observación de los fenómenos cimáticos es la primera parte del experimento. En este aspecto , aun cuando este artefacto cimático puede ser construido con elementos relativamente sencillos de conseguir. Los elementos principales de este sistema de medición , está compuesto fundamentalmente por seis partes :

Fuente sonora: Parlante o bocina convencional . En este caso utilizamos una bocina con las siguiente características :

- Potencia: 10W
- Voltaje de Linea: 70V - 100V
- Sensibilidad: 92dB

-Contenedor de líquido: recipiente capaz de contener agua.La forma de este receptaculo , va incidir en el tipo de comportamiento nodal del líquido, se toma en primera instancia la tipología de los círculos de Faraday, nombrados anteriormente. El contenedor es fijado en en el centro de *domo* de la bocina, por medio de adhesivo de contando. La idea aquí es proyectar el movimiento de la bocina en el receptáculo de líquido. El material y forma seleccionada en primera

instancia, fue una sección cóncava de aluminio . Esta decisión corresponde a tener un método base para luego experimentar con estas variables. En este caso utilizaremos en medio de los círculos de Faradays, mencionado anteriormente.

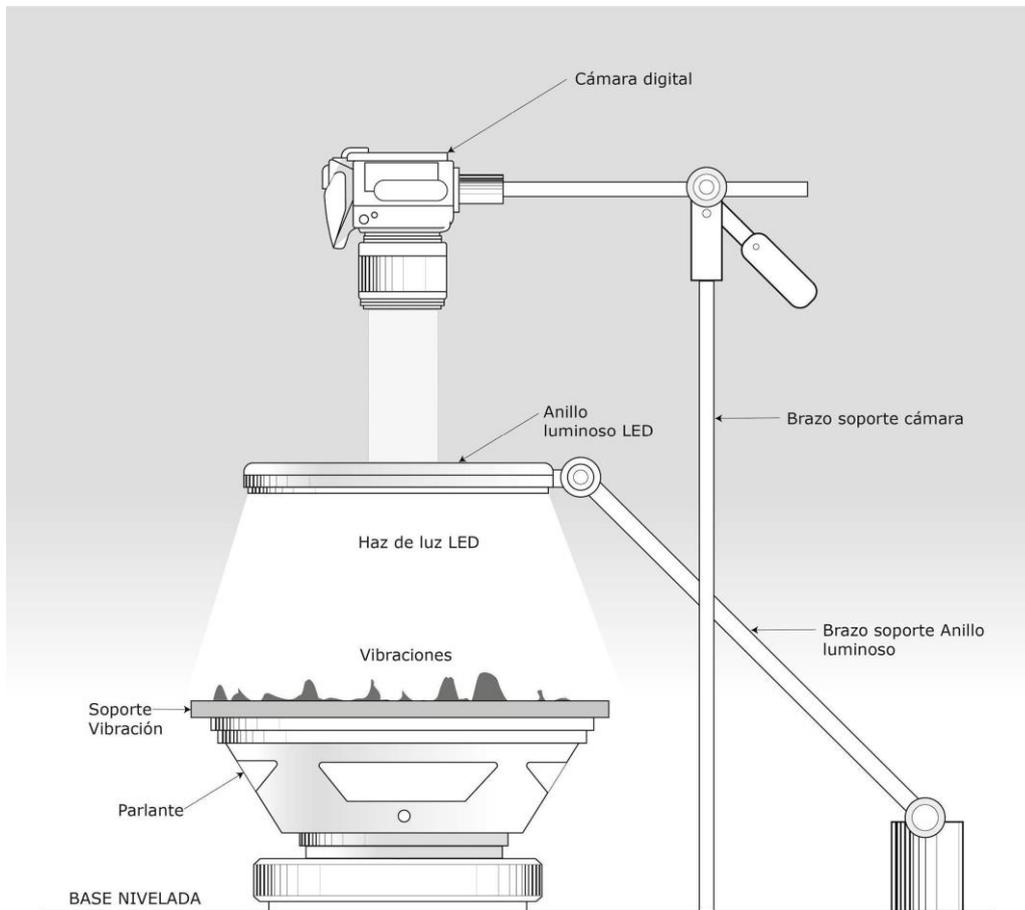


Figura 44 :Diagrama del proceso de registro cimático. Fuente autor.

5.1.2.-Componentes del sistema:

-Cuerpo líquido: El volumen es variable, para esta ocasión utilizamos un rango de 60 a 80 ml de H₂O destilada. El Líquido se oscurece por medio de tinte color negro para generar mejor contraste lumínico en la superficie del volumen a examinar.

- Fuente lumínica: Aro de luz LED diámetro interior 80 mm.

Potencia Total: 9 W

Temperatura de Color: 3200 K-5500 K, Se escoge esta tipología de fuente luminosa , para permitir libremente el ajuste del dispositivo de registro, permitiendo la regulación en sentido vertical.

-Dispositivo de registro: Cámara fotográfica o cualquier dispositivo medial que posibilite el registro de video y fotográfico. Para este experimento , se escogió una Cámara Nikon D5500, configurada con Iso 2000. La relación del tamaño del anillo está en directa proporción con el tamaño de la lente de la cámara.

- **Sistema de sujeción:** Mesa soporte para la fuente sonora y contenedor de líquidos. Independiente a esta, se requiere de un trípode regulable para ajustar el dispositivo de registro y la fuente lumínica. Para este experimento se utilizaron dos soportes independientes, y así poder regular las distancias de manera independiente. De esta manera poder aislar alguna variable del proceso que pueda alterar la observación del fenómeno cimático.

- **Emulador de sonido:** Generador de frecuencias sonoras medidas en Hertz . Este tipo de dispositivo puede ser obtenido en plataformas digitales online . En este caso se utilizó un emulador online ondas sonoras en su modalidad **sinusoide** o **senoide**.

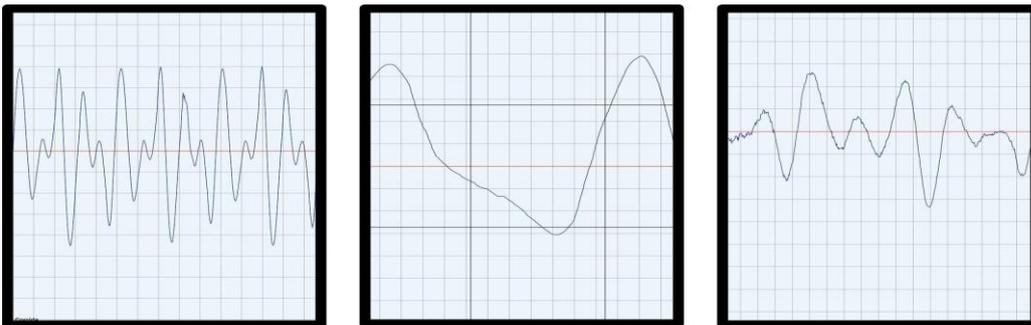


Figura 45 :Muestra Longitud de onda emulador de sonido electrónico open source: 130, Hz, 44, hz, 63,1 hz. ; Fuente propia

5.1.3.-Aspectos de variabilidad

Instrumentos de regulación y dosificación : Es necesario mantener alineación entre los componentes antes mencionados. Para que este objetivo se cumpla se utilizaron instrumentos de nivelación por agua, también conocido como nivel de burbuja e instrumento de medición como escuadras y reglas milimetradas.

Dosificador : gotero para alterar el volumen de agua inicial , como una variable del proceso .

Contexto lumínico o ambiente. Se precisa de una baja o nula iluminación alrededor de la fuente lumínica principal. De esta forma se potencia aún más la observación del fenómeno.

Condiciones del espacio: Humedad , presión atmosférica 17 °C, Humedad relativa: 73%. Presión atmosférica: 1018 hPa. Locación ; Laboratório de Atividades do Amanhã (LAA). Museu da Amanha . Rio de Janeiro. Brasil.



Figura 46: Taxonomía cimática según los experimentos realizados. Fuente Autor.

5.1.4.- Resultados del experimento cimático

Variables a determinar

Se realizaron más de 50 sesiones del experimento, haciendo una serie de ajustes en las siguientes variables.

- A) Frecuencia sonora o rango de hertz.

- B) Distanciamiento entre la fuente lumínica y la superficie del agua.
- C) Volumen y coloración del agua .

Relaciones

- A) A mayor rango de hertz mayor subdivisión geométrica de la superficie del agua.
- B) Mayor distanciamiento entre la fuente lumínica y la superficie, aumento en el nivel de detalles en la geometrías obtenidas .
- C) Existe una relación ciertos patrones geométricos (radianes) y el volumen del agua. La sensibilidad de este factor , hace variar considerablemente el espectro de patrones geométricos detectados.

Observación principal

Capacidad del fluido de auto organizarse obteniendo una serie de patrones geométricos, correspondientes a tres tipologías principales .

A_ Patrones de organización aleatoria. Caos cimático.

B_ Subdivisión geométrica modularizada en pentágonos y hexágonos. Fragmentación modularizada.

C_ Patrones geométricos concéntricos o radianes.

5.2.- Pre Conclusiones de la toma de muestras cimáticas

En los experimentos realizados, se observa claramente la alteración de la tensión superficial de un fluido, pasando desde un estado pasivo a otro cíclicamente activo o en movimiento constante, esto sin alterar el volumen original del agua. Para el desarrollo de los siguiente experimento , hemos aislado un tipo de geometrización para su análisis más detallado y que guarda relación con con una configuración armoniosa tendiente a la esfera, los patrones geométricos concéntricos o radianes. Algunos conceptos que caracterizan la toma de muestra de estos patrones son:

Alternancia estructural

El comportamiento del líquido puede traducir en un lenguaje geométrico muchas de las periodicidades ondulatorias características del sonido, consiguiendo

estructuras sinusoidales físicas en la superficie del agua. La capacidad que posee la materia en estado líquido para autoorganizarse se manifiesta en patrones armónicos debido a que principalmente existe suficiente energía disponible en esta área del espectro de audio para causar desviaciones de la membrana de tensión superficial del agua. En otras palabras, la onda sonora intersecta la superficie del agua, modificando morfológicamente. La alternancia de estos patrones es complementaria, o sea existe una dualidad entre un momento y otro, que muchas veces percibe como si fuese una geometría doblemente compleja, lo que a decir verdad, son dos figuras geométricas que se complementan en una coreografía alternada a las que llamamos nervaduras o brazos cimáticos.

SECUENCIA DE RELACIÓN POLIGONAL CIMÁTICA

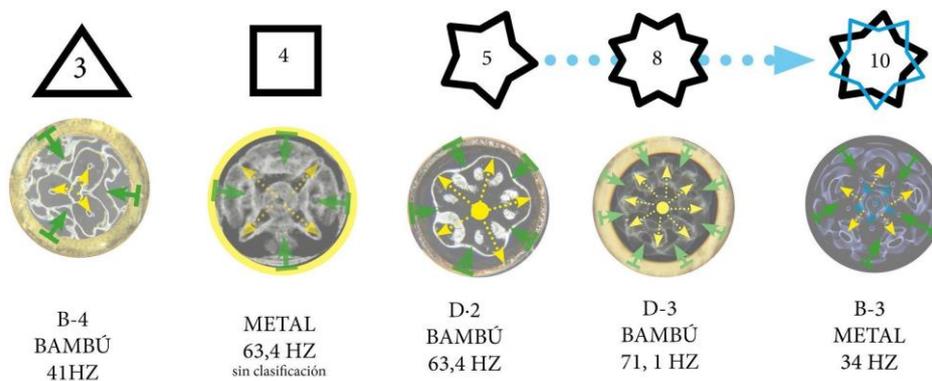


Figura 47: Diagrama de análisis relacional movimiento climático y tipología poligonal

Calibración en ángulo de visión zenit y tendencia a la esfera.

La gran mayoría de los referentes de estudios cimáticos, evidencia este fenómeno desde un punto de vista planta o superior, siendo cualquier alteración del ángulo de visión una modificación en la percepción del fenómeno, alterando además la cantidad de información observada de esta superficie en movimiento. No quiere decir que aquellos patrones detectados desde arriba no existan desde otro ángulo, el fenómeno cimático está presente solo que no se hace tan evidente como la vista superior.

La perspectiva del observador es fundamental para la apreciación del fenómeno completo, no obstante, desde los diferentes ángulos de visión, pudimos confirmar

la tendencia del agua a romper el plano y generar una conformación estructural con un radio en común. Dicho de otro modo, esta nueva organización posee radios o brazos que se originan desde este centro. Características que nos hace pensar que dicha geométrica podría estar circunscrita en una semiesfera. Posiblemente debido a la condición natural que tiene el agua a la esfera, principio conocido en la física como la capacidad de cohesión de los líquidos. (VITE TERAN,2011). Conseguir el balance entre el punto de cohesión del líquido y estimulación sonora, es una tarea difícil pero no imposible de realizar, instrumentos de nivelación en la horizontal son imprescindibles en esta tarea. Registros alternativos del proceso cimático confirman esta teoría.

Fragmentación

Como señalamos más arriba , el aumento de Hertz , hará que esta alternancia sea más rápida. En este sentido , se constata una interesante relación entre el rango de frecuencia en hertz y el tipo de subdivisión geométrica en la superficie. Mientras más baja la frecuencia , más evidente es la autoorganización , distinguiendo fácilmente los patrones y sus características. Fue este el criterio principal en la selección del rango sonoro del experimento, en este caso de 0 a 150 Hertz .

Finalmente, el rompimiento de un estado pasivo de la tensión superficial del agua, da paso a movimientos sinuosos que parecen romper las leyes de la gravedad . Morfología temporal de la tensión superficial del agua , también conocida como *Non-Newtonian fluid*. Fluidos no Newtonianos.Lewis, Stephen (2010).



Figura 48: detalle de registro cimático. Fuente <https://www.delamora.life/cymatics>

Es necesario mencionar que existen ciertas frecuencias sonoras que en cierto rango son imperceptibles para el oído humano. Generalmente el oído humano

está capacitado para oír desde los 20 a los 20.000 hertz . En este aspecto, cabe mencionar que, el estudio también se realizaron comparaciones con estructuras musicales y una gama de sonidos de la naturaleza, optando por ahora con solo las frecuencias en hertz, principalmente debido a la constancia en sus niveles de oscilación sonora.

Experimentación Análoga

Otras formas y materiales .Como parte de proceso metodológico establecido, se realizan una serie de experimentos adicionales para así detectar otras variables que confirmen la etapa anterior o detecten otras variables. En este caso, la alteración de la forma y materialidad de los contenedores también cambia los resultados finales. Piezas de metal, plástico y madera fueron introducidas en el proceso. Del mismo modo, la utilización de secciones cilíndricas de especies bambuseas (**principalmente bambusa vulgaris**), específicamente los colmos de varas de bambú, por su capacidad de contener y transmitir el sonido por medio de sus fibras , fueron parte de esta etapa .

Este input pretende detectar alguna relación del material , por su excelente capacidad de conducir vibraciones sonoras, y al mismo tiempo establecer una conexión con los materiales de bajo impacto ambiental estudiados en el LILD. En este experimento observamos una relación entre los patrones de fragmentación modularizada y la versión caótica . Aún cuando se consigue la simetría de algunos patrones geométricos en la superficie , se requiere de secciones de bambú totalmente regulares en su perímetro y convexidad, concluyendo que la asimetría e irregularidad del contenedor, facilita la autoorganización concéntrica detectada anteriormente.



Figura 49 : Secciones *bambusa vulgaris*; formato físico y virtual escaneado.
Fuente Propia

Movimientos superficiales y sub rotatorios

Como parte de un accidente del experimento, al mezclar dos tipo de densidades, agua y aceite , pudimos observar una serie de movimientos rotatorios bajo la superficie, los cuales tenían el mismo centro en común. Una serie de turbulencias o remolinos sincronizados bajo la superficie , una especie de efecto coriolis simultáneo, movimiento característico de los fluidos en movimiento.

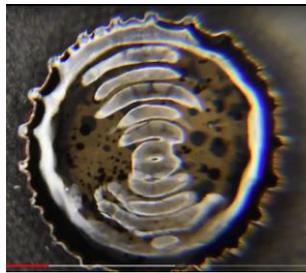


Figura 50 : Registro audiovisual de movimientos sub rotatorios, Fuente Propia.

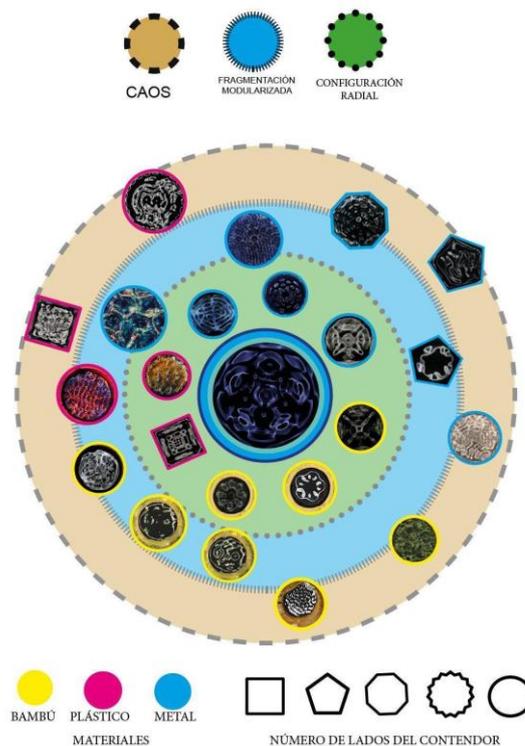


Figura 51 : Organigrama cimático según forma obtenida, material y número de lados contenedor del contenedor . Fuente Propia

Interpretación de la toma de muestras cimáticas

Se registraron una suma de 150 minutos de registro audiovisual. Se consigue apreciar una serie de patrones geométricos de fácil identificación. Se observa que la obtención de patrones concéntricos, son estados o momentos especiales de este fenómeno físico de los fluidos. Pudimos observar una suerte de armonía entre lo líquido y lo sonoro reflejada en la tensión superficial del agua. Sin embargo, como ya lo habíamos inferido en el punto anterior, no es solo la superficie la que se altera con estimulación sonora, es la totalidad del volumen de agua el que propicia esta peculiar morfología. Esto significa que la geometría visualizada en la superficie, es una consecuencia de una organización que acontece bajo la superficie con una ley de movimiento interno.

Pensamos que este tipo de auto organización concéntrica podría “armonizar” con otras estructuras geométrica circunscritas en una esfera. Lo que a la postre podría ser un punto clave en esta etapa de la búsqueda de forma cimática. Son aquellos patrones geométricos radiales, los que estudiaremos en profundidad en la siguiente etapa de este proceso de búsqueda de forma. No obstante, debido a la complejidad de la superficie, se hace necesario una segunda revisión más exhaustiva de este fenómeno, para lo cual precisamos de instrumentos más precisos. La colaboración de soportes digitales para la captura, análisis y aplicación del fenómeno en cuestión, son aspectos que desarrollaremos a continuación.



Figura 52 : Registro análisis geométrico cimático. Fuente propia.

5.3.- Búsqueda de la forma por medio de soporte digitales

Para comprobar este y otros aspectos, caemos en la cuenta de la necesidad de materializar esta “arquitectura temporal líquida”. Si bien el fenómeno cimático es evidente a simple vista bajo, claro si, bajo ciertas condiciones nombradas anteriormente, la condición efímera de esta autoorganización cimática no posibilita un estudio más profundo de otros aspectos. Por ejemplo, rasgos característicos de su morfología. Es así como se plantea el desafío de materializar algunos de los patrones cimáticos registrados anteriormente. Para que eso suceda, necesitamos vincular la etapa pasada de captura cimática, a través de medios más precisos y capaces de “detener el tiempo”. Dicho de otro modo, existen herramientas procedimentales en el mundo del lenguaje **computacional**, más específicamente los de programación de algoritmos que permiten una versión de la captura, análisis y materialización de la forma, de manera precisa y rápida. Programas computacionales de diseño paramétrico tales como Rhinoceros y Grasshopper, y sus plugins asociados a registros sonoros (Firefly), cimática de sólidos (Parekeet) en una parte del proceso, para luego continuar con técnicas de visualización de tensoestructuras por medio de Kangaroo y una serie de componentes de este software paramétrico, constituyendo en una importante herramienta proceso investigativo de búsqueda de la forma asistida por computador.

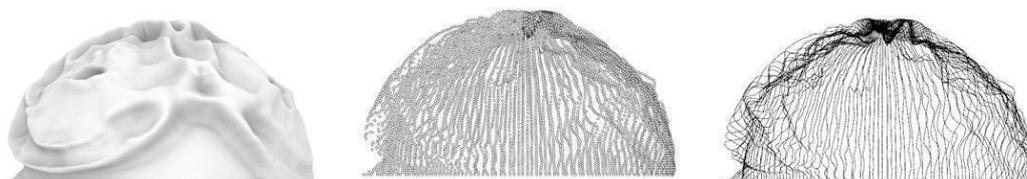


Figura 53: Secuencia de superficie, punto y línea de la forma cimática capturada. Fuente propia

Como ya lo habíamos mencionado, los códigos utilizados de hertz y bit representan unidades de medidas en distintos ambientes, la información visual y de sonido. Tanto la luz como la vibración sonora hacen posible la comprensión de la cimática. Son justamente esos parámetros los que se utilizarán en la etapa de digitalización. Artefactos como la cámara web, capaz de registrar videos de

alta calidad, en un formato comprimido, información optimizada para poder ser incluida en **workflows** de captura y registro audiovisual. En teoría se podría hacer en tiempo real, con la ayuda de un buen procesador y tarjeta de video. La información que conecta el proceso anterior y este, es justamente este material registrado por la cámara fotográfica.

El proceso de programación en sí consta de tres tiempos importantes : (1) el ingreso al sistema virtual en formato **bitmap**, (2) **mapping volumétrico planar**, (3) proyección esférica en la normal de la superficie.

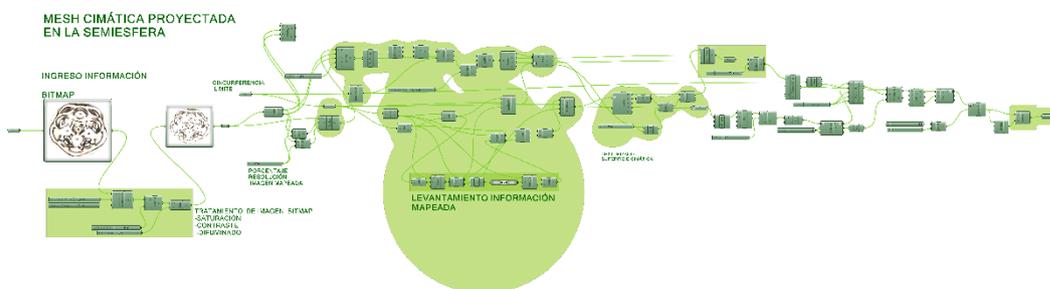


Figura 54: Programación (workflow) para la captura digital de la forma cimática. Rhinoceros, Grasshopper. Fuente Propia.

5.3.1.-Traducción de la información recabada

Es importante mencionar que es el Bitmap, como código binario capaz de traducir la información lumínica detectada en el mundo real y transformada ser visualizada en la pantalla del ordenador, una suerte de topografía virtual del movimiento cimático.

El registro cimático digitalizado se procesa como una superficie compleja donde se constatan claramente los altos y bajos que produce la vibración en el líquido. La característica principal de esta estructura líquida es la capacidad de estabilizar o *congelar* la forma cimática el tiempo y espacio del ordenador. Se observa que las nervaduras que conforman esta superficie cimática, declaran la tendencia a emerger o sumergir alternadamente. Es en este punto donde se elige que tipo de representación se va a analizar, alternancia A, alternancia B, o la suma de ambas. En este caso, la capacidad que tiene el registro fotográfico en términos de obturación y tiempo de exposición.

Otro aspecto importante es el tipo de deformación que queremos representar por medio del software. La clave en este punto es reconocer una topografía que describa correctamente el tipo de deformación en el plano. En primera instancia se consiguen logros parciales de deformación en la coordenada en Z, o sea verticalmente. El desafío aquí surge desde la idea de proyectar equitativamente los códigos obtenidos en una superficie cimática plana en un volumen correspondiente a una semiesfera. Este tipo de modo de proyección ha sido también materia de estudio en la cartografía y astronomía principalmente, también conocida como proyección estereográfica, la que consiste en una proyectar azimutal desde un plano tangente, siendo una versión aumentada al momento de encontrarse con esta bóveda esférica. También conocida como para representar a la bóveda celeste que permite la observación astronómica. Este tipo de recurso geométrico, es recurrente en análisis del movimiento del sol y calcular las horas de sombra y luz en la arquitectura.



Figura 55: Mapping de proyección esférica paramétrica. Fuente, Food4rhino.com.

En este caso, utilizaremos los píxeles del plano xy, y proyectaremos utilizando la normal como punto de referencia alejándose y acercándose a un punto centro, el centro de la semiesfera.

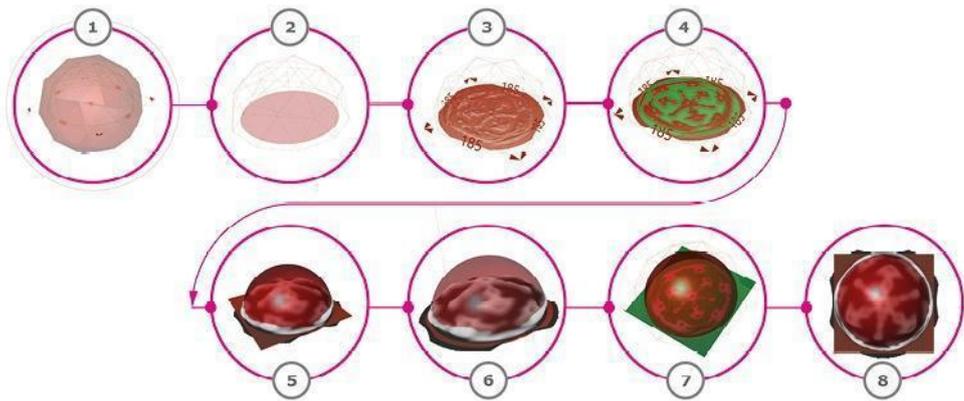


Figura 56::Secuencia de proyección esférica utilizando recursos tecnológicos de programación computacional . Fuente Propia

5.4.-Materialización de la forma por medio de soporte digitales.

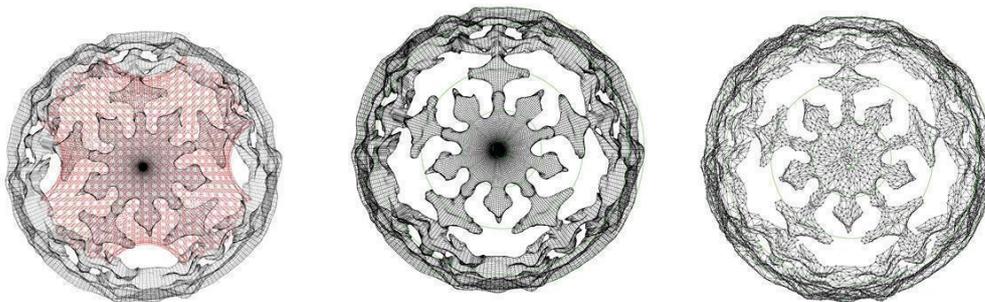


Figura 57 : Modelos cimáticos digitales alterados por sustracción booleana. Fuente Propia.

Las posibilidades en el medio digital son enormes, tanto para analizar cómo materializar formas. El primer experimento virtual consiste en separar aquellas áreas de la superficie según direccionalidad. Se divide la superficie cimática por medio de una operación booleana de resta, la que consiste en sustraer a un volumen uno o más sólidos, posibilitando un nuevo objeto con la geometría resultante. La

idea consiste en analizar aisladamente qué formas son las que estructuran o levantan la superficie cimática. En este punto se recurre a un organigrama booleano, basado en frecuencias sonoras determinadas por la escala musical afinada en 440 vibraciones por segundo. Organización Internacional de Estandarización (1955). Posteriormente, se realiza una serie de modelos digitales para imprimir en 3D en ácido poliláctico PLA, experimentando alguna dificultad en el proceso constructivo de impresión digital. Se diseñan una serie de soportes (columnas) para finalmente conseguir imprimir la estructura aislada con técnica booleana de la superficie cimática. Adicionalmente, se imprimen otros modelos cimáticos sin esta operación booleana los que fueron utilizados para la generación de réplicas exactas por medio de la técnica vaciado y moldes de silicona, los que fueron utilizado para otro experimento también considerando el agua como insumo principal para el análisis, experimento que trataremos en el siguiente punto.

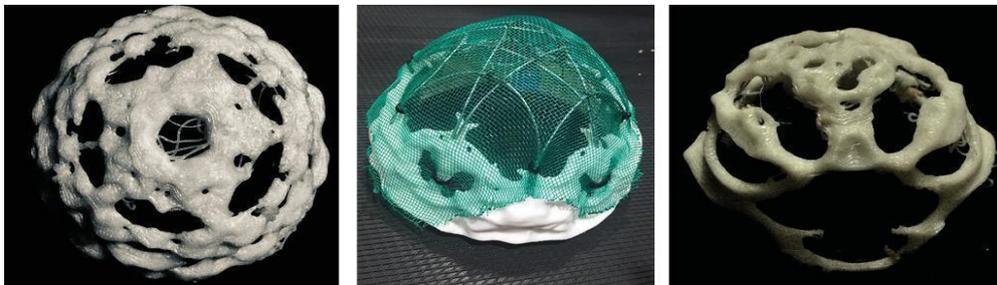


Figura 58 : Modelos cimáticos digitales alterados por sustracción booleana. Fuente Propia. Modelos cimáticos impresos en PLA. Fuente Propia.

5.4.1.-Modelo temporal de hielo

Se utiliza uno de los modelos cimáticos impresos de geometría pentagonal con el objetivo de realizar un modelo efímero. La idea es analizar la estructura cimática congelada, en este caso a través del proceso inverso, su descongelamiento. Para que esto ocurra, se utiliza una técnica similar al plástico rotomoldeado. El molde de silicona se va girando cada 8 minutos en un congelador convencional y así evitar congelar el centro, obteniendo una estructura de hielo vacía por dentro. Durante el tiempo de descongelamiento de la pieza se consiguió observar las distintas etapas y la composición estructural del modelo efímero.



Figura 59: Modelo temporal de hielo utilizando molde de silicona. Fuente Propia

5.4.2.- Mapping tensionado

Con la idea de ir complementando y paralelamente al proceso virtual de FF cimático. Se construye un artefacto para la proyección de imagen lumínica (datashow 200 ANSILumen). La materialidad de esta carcasa de acrílico y una sucesión de extracciones de pentagonales realizados en cortadora laser para su posterior te podría ser el formato de aplicación de este FF cimático final, una tensoestructura. Se comparan las versiones las versiones digitales y las proyectas . De manera más intuitiva que precisa, se ajustan una serie de tensores que coinciden con los puntos más altos determinados por la abundancia de luz en la imagen.



Figura 60 : Mapping lumínico de la frecuencia cimática en membrana elástica tensada en semiesfera de acrílico. Fuente Propia

5.4.3.-Modelo abstracción geométrica reticulada cuadriculada

El segundo modelo de origen digital pero construido manualmente, con una escala bastante mayor en relación al primero, consistió en una abstracción de las forma cimática en costillas de MDF ensambladas, sistema también conocido com waffle, y que permite conseguir modelos de mayor resistencia estructural, permitiendo ser utilizado como molde para un tercer modelo de análisis. Una un cáscara cimática construida por una secuencia de capas de tejido natural (algodón) y que tiene como función analizar la resistencia de esta cáscara.



Figura 61 : Modelo abstracción geométrica reticulada cuadriculada, fuente propia .

5.4.4.-Modelo burbuja cimática

Uno de los experimentos que ayudó a confirmar que el tipo de deformación no solo ocurría no sólo en sentido horizontal , sino que también en sentido vertical y oblicuo , ósea en relación al eje de coordenada determinado por la normal. . Para poder comprobar esta deformación cimática en la esfera , generamos una sesión de grabación audiovisual , generando un ambiente de contraste de luz , en el exterior e interior de la burbuja. Las frecuencias utilizadas fueron desde un rango de 10 a 100 hertz. Concluyendo que el tipo de deformación se torna evidente a medida que aumenta el tamaño de la burbuja sobre todo en frecuencia menores (05- 75 Hertz). Se comprueba además que el sector de la superior, (la corona cimática) existe una deformación que se desplaza en el zénit de la burbuja.

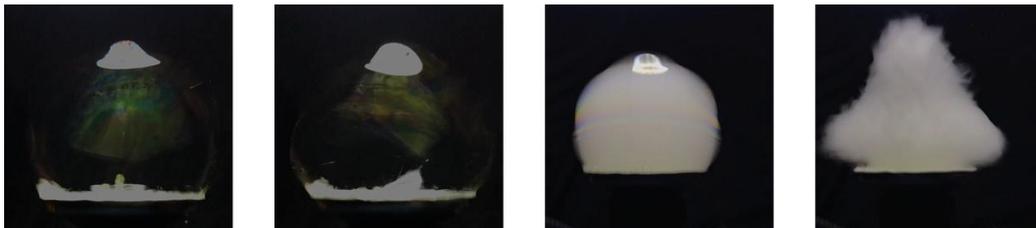


Figura 62: Secuencia burbuja cimática estimulada por 25 Hertz con humo blanco.Fuente propia

5.4.5.-Modelo usinado y réplicas de fibro resina

En primer lugar se consigue aislar un sub patrón reiterativo dentro de lo que es la auto organización cimática correspondiente a la frecuencia de 38 hertz . Lo que mencionamos en el punto 3,2 , que hace referencia a radios o brazos que se originan desde este centro fue determinante para conseguir realizar una subdivisión del patrón cimático. la sección aislada corresponde a un 25 % del total de la esfera cimática,dejando un borde de sacrificio (excedente) y se posiciona este modelo virtual en pos de un desmolde expedito . Posteriormente se construye un modelo virtual de 300 x 300 x 150 mm. (Esc; 10 :1) el que fue usinado en poliestireno de alta densidad por medio de Centro de Control Numérico CNC. Como resultado de este modelo , se propone la construcción de un molde cimático para la replicar piezas exactas y complementarias. Utilizando tejido natural de algodón y resina de poliéster, obteniendo como objeto resultante un volumen total constituido 5 cascos complementarios en sus bordes. La alta resistencia de cada

casco, es consecuencia de las nervaduras o brazos observadas en los procesos anteriores. Es necesario argumentar que la complejidad de la foam, también influye en el proceso de desmolde de las piezas .



Figura 63: Modelo usinado en poliestireno y posteriormente vaciado en yeso.

5.5.- Pre conclusiones de los experimentos

Pudimos realizar una serie de técnicas de materialización asistida por ordenador y otras de forma análoga. Como lo mencionado en los capítulos anteriores, la combinación metodológica de modelos virtuales y físicos, es capaz de generar nuevos estados de comprensión del fenómeno estudiado. Otro detalle importante y que es uno de los resultados importantes de mencionar de esta etapa de la investigación , esta superficie cimática involucra dos direcciones o sentidos de fuerza fundamentales:

- A.- Vectores que va en dirección de la normal alejándose del punto centro, hacia afuera. Las que llamaremos de fuerzas positivas (+)
- B.- Vectores que van en dirección de la normal acercándose al punto centro, hacia adentro. Las que llamaremos de fuerzas positivas (-)
- C.- El tipo de deformación se puede proyectar de manera esférica concordando con la manera en que mueve el sonido.

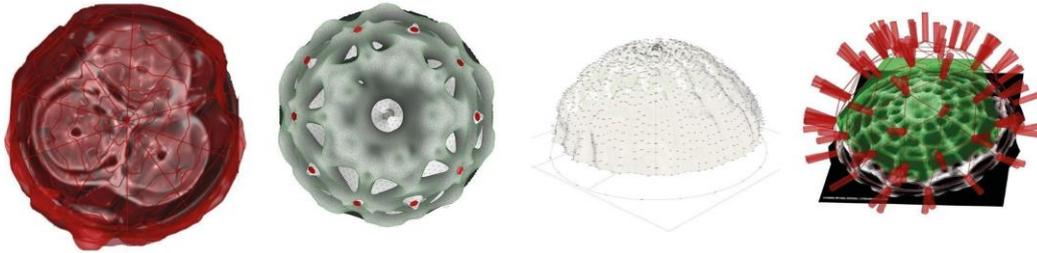
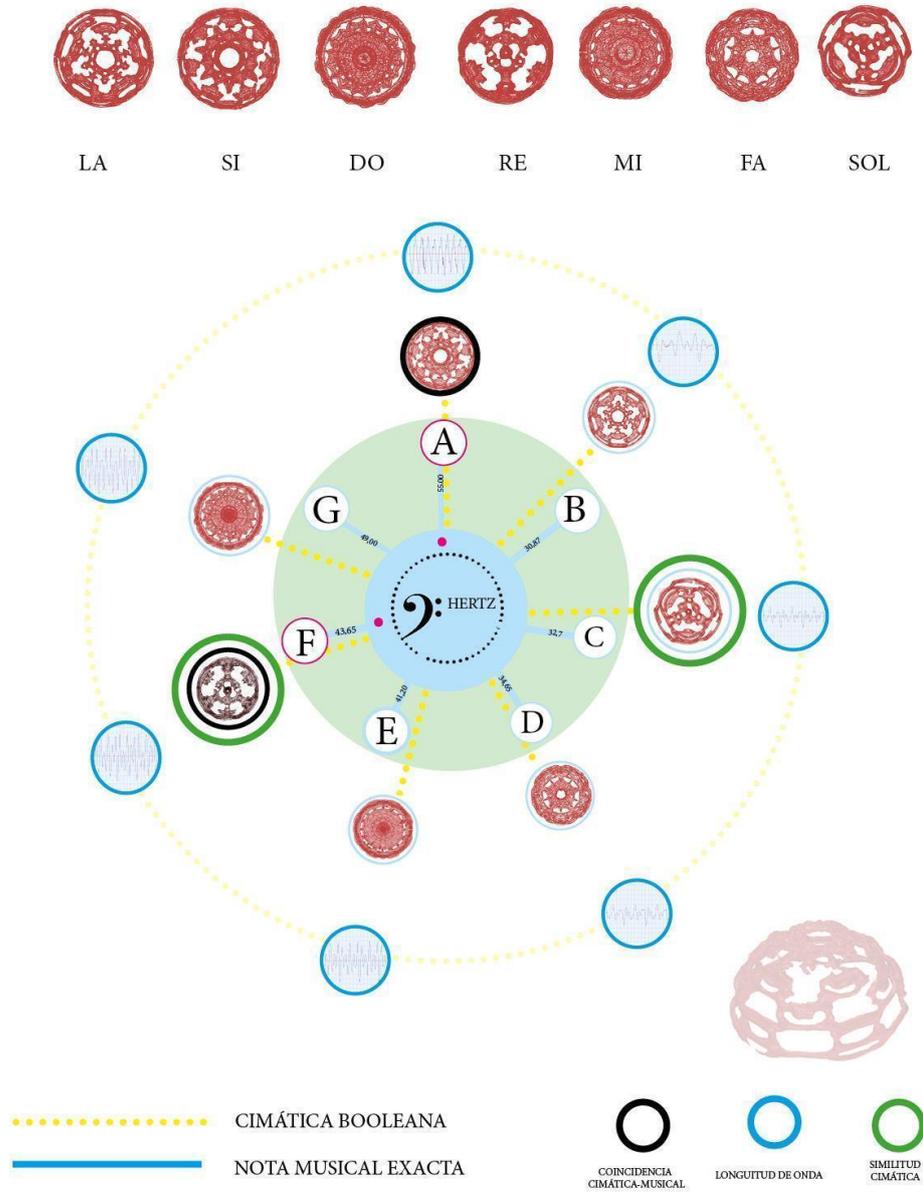


Figura 64 : desde Izq a Der: visualización en tiempo real, operación booleana, detección y análisis del número en la superficie y correlación de distancia entre semiesfera y espacio cimático. Fuente propia.

Para finalizar la etapa experimental y de análisis cimático , a continuación expondremos, un diagrama relacional entre las formas cimáticas analizadas e intervenida por operación booleana de resta, intentando encontrar otro punto de comparación , en este caso parámetros de tonos musicales ordenado por una escala tonal de 7 notas.

TAXONOMÍA CIMÁTICA MUSICAL



PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1512166/CA

Figura 65: Taxonomía comparativa cimática musical . Fuente propia

5.6.- Propuesta de FF basada en modelos de “termoformado”

El cruce de información es crucial para poder obtener una versión que interprete, por medio de una versión más abstracta, la complejidad de esta superficie cimática. En este caso, la interpretación de una superficie cimática, de una complejidad demandante con materiales y técnicas desarrolladas por el LILD. Este cruce de información determina la relación entre ciertas frecuencias que coinciden con otras estructuras altamente desarrolladas por el LILD, nos referimos a la frecuencia de Domo geodésico. En este caso, la concordancia de un domo geodésico V 2 con una frecuencia cimática 34 Hertz.

Por un lado, la geometría del domo geodésico V2, nos hace pensar en un camino más fácil, al relacionar los giros del domo como punto de tensión de una membrana circunscrita en una semi esfera geodésica. Cada uno de estos encuentros, podría ser regulado a voluntad por una serie de tensores de ajuste individual (+). Ahora, en el caso de tensiones que van hacia abajo (-), se requiere de un elemento estructural o de anclaje central que permita la tensión inversa o esfuerzo contrario. Es así como se vuelve a la versión híbrida de modelo digital análogo que considere esta dos fuerzas (+) y (-). La idea surge como una suerte de *tersoformado*, es inventada para nombrar el principio que rige los esfuerzos de este manto cimático. En el caso del modelo físico, se requiere de una estructura central que permita anclar ciertos comandos de tensión negativa y así ajustarlos a voluntad, según parámetros de longitud indicados por el modelo virtual. En el caso de este último, el FF virtual se realiza por medio de plugins paramétricos que permiten el ajuste en los dos sentidos de tensión de esta superficie cimática. Weaverbird y Kangaroo son los dos plugins principales que podrían dar luces de cómo funcionará este nuevo concepto de termoformado cimático. En síntesis se propone un proceso de búsqueda de forma determinado fundamentalmente por dos factores:

- A) Por un lado la armonía de a frecuencias cimáticas -geodésicas
- B) Por otro lado bi dirección de esfuerzos expresadas en las tensiones, hacia afuera y hacia adentro. (+) y (-)

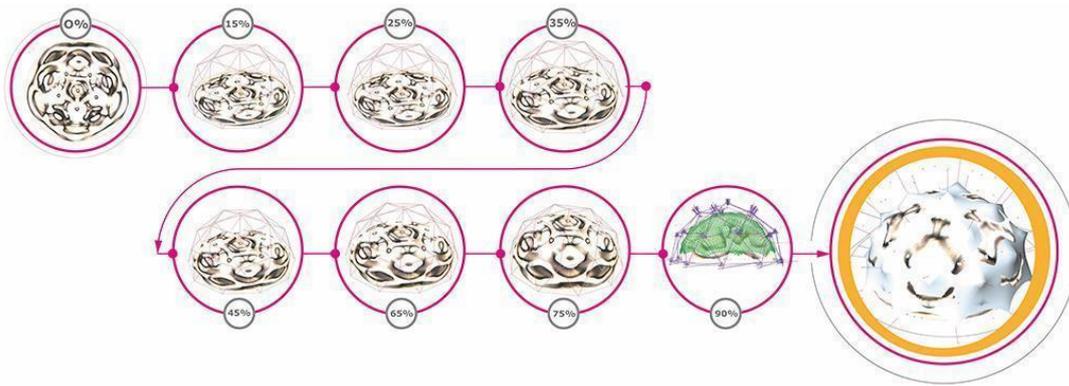


Figura 66 : Secuencia de adaptación de frecuencia cimática 34 Hertz a Domo geodésico V2

5.6.1.- Desarrollo digital-análogo de FF Cimático

Como lo comentamos anteriormente, la sincronización de estas estructura cimáticas en algunas frecuencias guarda relación con estructuras geodésicas. Es así como se propone también producir un modelo virtual de domos geodésicos de giros colaborantes, donde pudimos desarrollar no solo algunos criterios de control de esta estructura colaborante, tan representativa de las estructura realizadas en el LILD. Del mismo modo, se desarrollaron una serie piezas conectoras interiores que cumplen la tarea de regular las tensiones de los giros o encuentros del domo. Dicha pieza sufrió una serie de modificaciones en relación a la función mencionada anteriormente, como así también de pensamos que puede ser un elemento bifuncional, tanto para la tensión del manto cimático, como también para evitar un contacto directo entre el toldo exterior y la secciones de bambú en los extremos de los giros. El uso de esferas neumaticas ha sido un elemento recurrente en el trabajo los investigadores del LILD, siendo un elemento para el análisis geométrico geodésico como también para la construcción de modelos a escala. En el caso de esta investigación, la esfera neumática ya había considerada en la construcción del parlante cimático que utilizamos en la exposición del museo. En este etapa prospectiva, utilizaremos las esferas con un fin netamente práctico y de mantención de los materiales a utilizar. Siendo una especie de amortiguador que impide el contacto directo con aristas de las secciones de bambú en el giro de la estructura colaborante, al mismo tiempo es un recurso útil para generar una deformación de la membrana cimática de manera sinuosa y menos abrupta. El uso de argollas también es un recurso ya ocupado por otros investigados y que guarda relación con el acervo técnico que le LILD posee.

En los siguiente líneas , expondremos gráficamente este tipo de soluciones técnicas para una posible implementación de este y otros aspectos de la técnica en la construcción de espacio

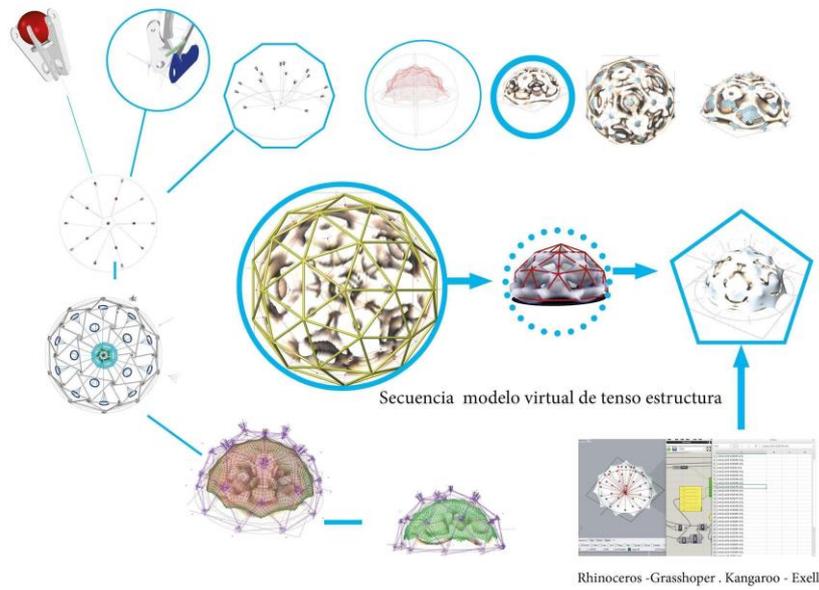


Figura 67 :Secuencia sistema digital búsqueda de forma por medio del plugin Kangaroo

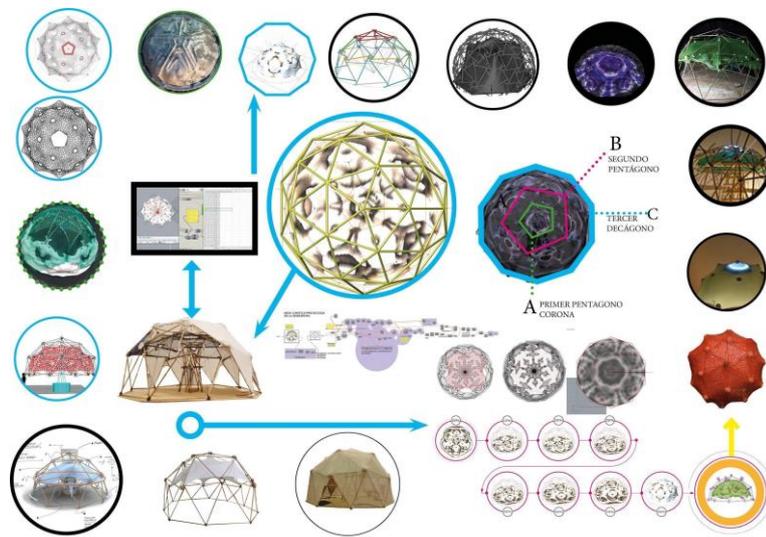
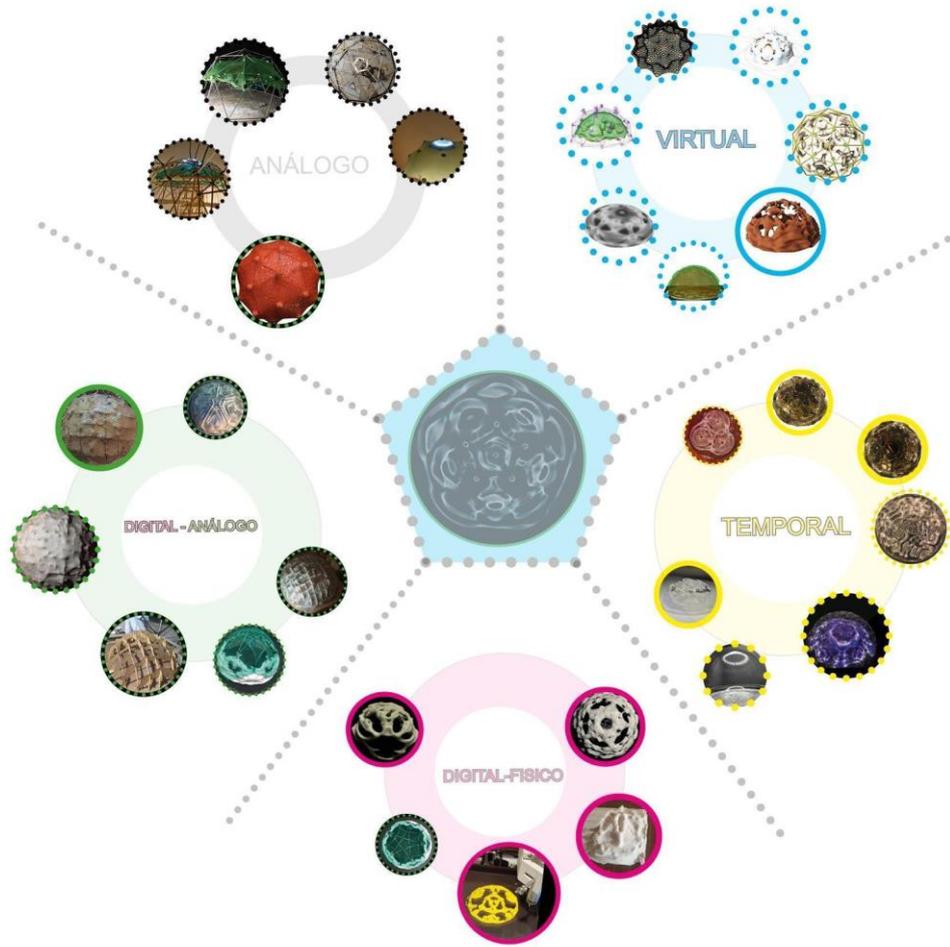


Figura 68: Secuencia de tensiones positivas y negativas usando estructura geodésica V2 y plugin Kangaroo. GH.

MAPA PENTAGONAL DE MODELOS CIMÁTICOS UTILIZADOS DURANTE EL PROCESO DE DISEÑO



PROGRAMACIÓN ALGORÍTMICA PARA EL ANÁLISIS CIMÁTICO

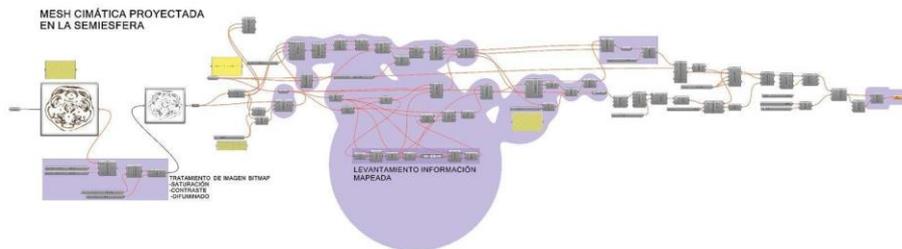


Figura 69 : Resumen de los experimento desarrollados para el estudio cimático

5.7.- Pre conclusiones del FF cimático

Podemos advertir en esta libertad de escoger o libre albedrío de métodos digitales o análogos, va a traer consigo una serie de variables que repercute directamente en aspectos cualitativos y cuantitativos de los procesos de investigación. Esto nos hace pensar en un campo fructífero para una conversación entre ambas maneras. En el caso del FFC , por medio de un proceso de pensamiento no lineal, hemos podido implementar distintas técnicas para la captura , procesamiento y materialización de una superficie compleja, tanto por su nivel de detalles como también por su condición efímera. Las etapas antes mencionadas no hace pensar en distintas maneras de “solidificar lo líquido”. Ya sea por medio tecnológicos para su construcción o para su visualización digital y construcción análoga. De acuerdo a temas abordados en los capítulos anteriores, nos comprometemos a desarrollar una técnica en sintonía con las desarrolladas por el LILD armonizada con tecnologías que asistan su materialización . Es el último experimento de *tensoformado* el que se ciñe de mejor forma a los objetivos de estudio de FFC.

La siguiente etapa de esta investigación, abordará el desarrollo de habilidades cognitivas procedimentales y actitudinales en un caso de diseño relacionado con las temáticas nombradas anteriormente.

5.8.-Repercusiones

El espacio situacional (CORREIA DE MELO, 2027), proporcionado por el LILD, es una suerte de punto de encuentro de distintas iniciativas relacionadas con el desarrollo de proyectos de diseño, arquitectura, geografía y aquellas disciplinas relacionados con la bioconstrucción. Es así como se coincide en una capacitación de proyectos de diseño asistido por computador perteneciente al AA Summer School de Londres , (Hyper Threads anexo de este documento), la PUC Río y el Museu do Amanhã. Siendo una instancia de construcción de modelos para los objetivos del curso, realicé una pequeña capacitación a compañeros de curso en torno a construcción de modelos análogos con un a técnica en el uso de yeso en malla metálicas no tejidas. El tipo de resultado fue bastante acogido por el resto del grupo sobre todo por los “cuello de botella” generados en la máquina de corte

láser del “cantero experimental” de la Escuela de Arquitectura, PUC- Rio. Fue en ese momento en el que fui contactado por personal del museo que formaba parte de la organización del curso, específicamente del Laboratorio de Actividades da Manhã. La invitación del LAA consistía en la participación de un proyecto relacionado con la producción de alimentos basados en principios de acuaponía, proyecto llamado Smart Horta. El equipo multidisciplinario donde convergen una serie de disciplinas en torno a escenarios críticos relacionados en sistemas de economía circular. Posteriormente, se ofrece la oportunidad de realizar una residencia artística consistente en la escalabilidad del proyecto de aquel sistema acuapónico, hacia un sistema más complejo y alto grado de innovación en términos de diseño social y sustentabilidad. Otras fuentes alimenticias proteicas no convencionales, como lo son los insectos, además de plantas y peces endógenos del ecosistema de la mata atlántica brasileña, son algunos de los propósitos del proyecto, otorgándole un carácter local a la temática de la producción de alimentos.

El aporte de conocimientos en torno a técnicas vernáculas de construcción en bambú y el uso de medios tecnológicos para procesos de diseño son aspectos.

Es así como nace la iniciativa de vincular el LILD con el Museu da Manhã, formalizando este vínculo estratégico a través del diseño de un espacio de uso temporario, adaptable a distintas condiciones geográficas y que tuviese además como eje temático el agua.

Dicho espacio, tiene como función la optimización de recursos hídricos y la producción de alimentos a escala domiciliaria, basado principalmente en sistemas acuapónicos. Cabe mencionar que este eje temático se desprende de las acciones que tiene el Museu do Amanhã, a través de su Laboratorio de Actividades del Mañana (LAA), quien viene desarrollando una serie de actividades relacionadas con la innovación y la experimentación, principalmente en prospección de escenarios críticos o de emergencia en lo que concierne a la alimentación del futuro.

5.8.1.-Caso de estudio: Sistemas Circulares de Alimentação ("What's on Your Plate - Circular Food Systems")

En síntesis, se propone un sistema de cultivo que combina la acuicultura y la hidroponía, donde animales acuáticos y plantas coexisten en una relación simbiótica. Dentro de este espacio se alberga un acuario de peces en cautiverio, y plantas con fines ornamentales y medicinales. Dicho volumen de agua es

proporcional a la cantidad de plantas y peces. Para que este balance ocurra, es de vital importancia la creación de espacios con características idóneas para mantener el equilibrio entre los ambientes. Como por ejemplo los factores climáticos y biológicos externos que podrían afectar el bienestar de las especies en el interior. El concepto de acuaponía (Hidroponía-Piscicultura), representa una revolución en lo que concierne a la aplicación de las tecnologías modernas de información y comunicación (TIC) en la agricultura, no sólo como respuesta a las grandes explotaciones agrícolas más convencionales, sino que también por representar nuevas tendencias a nivel mundial e innovación social en contextos de agricultura y piscicultura colaborativa.

El tema de este caso, aborda tópicos en relación a los nuevos desafíos en temas de sustentabilidad y diseño digital, haciendo énfasis en la optimización de recursos hídricos en futuros escenarios críticos, tales como escasez de agua y el autocultivo de alimentos en espacios comunitarios.

Esta experiencia profesional fue traída al LILD, asumiendo la investigación en el diseño de espacios de uso temporario con fines de producción de alimentos a baja escala, haciendo coincidir los objetivos de ambas instancias de la investigación de carácter proyectual. Se emprende así 18 meses de trabajo, resultando los últimos 8 una residencia artística, la que finalizó con una exposición temporal en la dependencia del museo durante el último semestre del año 2019. Prato do Que o- Sistemas Circulares de Alimentação ("What's on Your Plate - Circular Food Systems), fue el nombre de la exposición y contó con la asesoría del Instituto Nacional de Tecnología en la investigación de la espirulina (un componente modular de proteínas alternativas al sistema), representantes de ASBRACI - Asociación Brasileña de Agricultores de Insectos, AquaRio, y obviamente con el la ayuda del LILD y el LAA. El proceso creativo y gestión de la muestra fue desarrollado en paralelo con otros residentes, los que desarrollaron una serie gastronómica de platos basados en mezclas de insectos procesados e impresos en máquina de impresión 3d adaptadas. Uno de los platos se inspiró en una frecuencia cimática de 44,5 hrtz, correspondiente a una nota DO mayor.



Figura 70 : Invitación inauguración de la muestra. Fuente : Página web de Museu do Amanhã. Recuperada en marzo 2020 : Archivo prensa local , día de la inauguración Septiembre , 2019.

Complementario a esto, se dispuso una serie de infografías relacionadas con los temas de exposición, teniendo en cuenta la diversidad de público visitante. Formas cimáticas impresas en 3D (PLA) colocadas en puntos estratégicos de la sala ,sirvieron para comunicar de mejor manera los patrones cimáticos en personas no videntes.

PUC-Rio - Certificação Digital Nº 1512166/CA

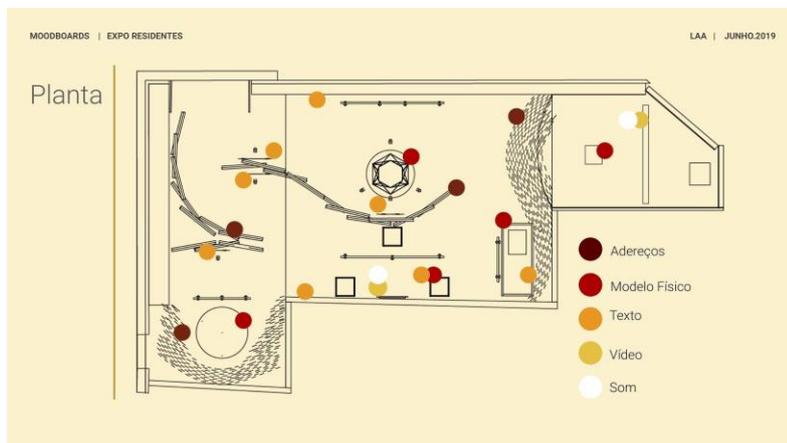


Figura 71: Planta de Exposición Prato do Que? : Fuente . Joyce Fernandez.

Dicha experiencia fue muy enriquecedora para el proyecto ,convirtiéndose en uno de los insumos principales para colocar en práctica los conocimientos adquiridos en meses y experiencias anteriores. Constituyéndose en el proyecto representativo tanto en la usabilidad de una parte del proyecto (Módulo multiespecie o Torre central), el tipo de

configuración general dentro del proyecto Biomed Smart Farm (Modelo a escala 1:10) y finalmente demostración del proceso de obtención de la forma cimática (Sala Cimática), constituyéndose en una exhibición temática con estas tres partes fundamentales:



Figura 72 : Espacio de experimentación Cimática. Fuente: Guilherme Leporace.

5.8.2.-Espacio Cimático

Espacio destinado a la comprensión del fenómeno cimático en condiciones de luz y sonido óptimas para la observaciones de patrones cimáticos donde cada visitante podía experimentar a través de estimulación de un recipiente cilíndrico estimulado por un emulador de onda sonora y proyectado en una pared, aumentado en un 400 %. La caja de resonancia, fue resultado del trabajo encomendado por el profesor Luiz Ripper, en torno a los modelos físicos a escala que acompañaban el proyecto “Bola del Silencio”, mismo proyecto que dio origen a esta investigación. Eka se constituye de una serie de capas de telas estructuradas internamente por secciones de MDF cortadas en láser, listones flexibles de bambú, cubierto por tela, reforzado con barro y resina de mamona. Se utilizó un molde neumáticos para la obtención de una esfera perfecta interna, evitando textura y rugosidades en su interior. El volumen, forma y densidad de esta semiesfera construidas con técnicas aprendidas en el LILD, nos hizo otorgarle un uso de excelente caja de resonancia que amplifica aún más

el rango de frecuencia tectónica de los experimentos cimáticos. Como resultado una suerte de SUBwoofer esférico construido con materiales de bajo impacto ambiental.



Figura 73: Espacio domo frecuencia V2 y Manto cimático. Fuente Propia LAA.

5.8.3.-Modelo reducido Biome Smart Farm

La palabra Biome proviene del área de la biología, y describe climatológica y geográficamente condiciones aptas para la coexistencia de organismos de diferentes especies. Quisimos utilizar la misma palabra para reflejar la capacidad que albergar distintas especies en un espacio confinado y capaz de interactuar con el medio. En primera instancia, el modelo reducido contó con una domo geodesico V2, en listones de bambú macizo, su correlación con el tótem multiespecie y dos escaños que componen en gran medida los que era la abstracción de una forma cimática obtenida de una frecuencia de 44,5 hertz. En su punto más alto, la estructura colaborante consta de una caja hexagonal que representaba la opción de contar con un colector solar de abastecimiento energético. Posteriormente, se incluyó en el desarrollo de un manto cimático con una frecuencia diferente. Esto obedece un replanteo en la correlación de las frecuencias, determinado una nueva forma del manto cimático y su manera de relacionarse con la estructura matriz, la del domo V2 y la frecuencia 34 hertz. Dicho modelo de estudio,

servió para determinar nuevas relación del sistema de teso formado , la estrecha relación entre el domo y el tótem multiespecie y la organización del espacio interior.

La complejidad del sistema y la naturaleza funcional de este objeto sistémico demandó una considerable suma de horas de trabajo y recursos. Sin embargo, fue fundamental para poner en práctica conocimientos y técnicas de trabajo en bambú, siendo el LILD crucial en este aspecto. Para su análisis utilizaremos los principios de las dimensiones de un objeto descrito por Moreira y Ripper , (2016).



Figura 74 . Detalle modulo multi acuapónico. Sistema tensil en Bambú. Fuente propia

5.8.4.-Análisis sintáctico:

Es un prototipo funcional, constituido por una Tótem de estructura pantográficamente tensada por cuerda de 1/4". Su configuración fue el resultado de una búsqueda de forma que consideró factores de resistencia, liviandad y una versatilidad estructural capaz de adaptarse a las distintas configuraciones y tamaño. La idea de proponer un tótem , está basada en el concepto de cultivo vertical para la optimización del suelo.

Nuevamente el método híbrido de desarrollo formal constituido por modelos virtuales y modelos físicos, consideró la adaptación de estructuras desarrolladas en el LILD. La pantográfica neutralizada por tensores lineales fue utilizada para la disposición y regulación de canales de bambú. Para generar la circulación de agua se ideó un sistema de trasvase por capilaridad, en este caso la capilaridad de la cuerda, descendiendo en forma zigzagueante hasta su base y desembocando en un cubo de vidrio de 100 litros de agua. 25 unidades de dos tipos de peces compatibles en el acuario componían la parte del sistema acuapónico. Tanto los sistemas de distribución, limpieza, organización como las de iluminación del tótem fueron íntegramente realizados con bambú *phyllostachys aurea*, en un rango de 1" hasta 2,5",. Las especies fueron proveídas por cultivadores locales de la región de Itaipava. RJ. Brasil. Al bambú semi tratado con una solución de boro, posteriormente se le realizó un encapsulamiento con resina natural de Mamona.

Partes y piezas del sistema acuapónico:

- 1.- La cantidad brazos de la estructura de bambú, coincide con el cubo o acuario, otorgándole protección a la pieza de vidrio y cuatro caras para el crecimiento de las mudas.
- 2.- Estructura altamente resistente capaz de soportar 20 canales de bambú, posibilitando la producción de más de 140 mudas de especies nativas brasileñas, organizadas en comestibles, ornamentales y medicinales. Para la regulación de cada canal, se diseñó un sistema de micro-torniquete fijado al cable guía.
- 3.- El sistema hidráulico fue resuelto en el interior por medio de 4 cabezales neumáticos de fácil regulación del flujo de agua. El mismo espacio sirvió para disponer dos lámparas LED Tape, piezas reutilizadas de los descartes de bambú, obtenidas del proceso anterior de la canales.

5.8.5.-Análisis semántico

El mini ecosistema creado para la exhibición representaba la única pieza en el museo que tenía vida, o por lo menos intentaba retratar un ciclo de dependencia de mutuo beneficio. La delicadeza del sistema, sobre todo el uso del concepto de capilaridad para traspaso del agua por medio del cordón, fue una analogía que reflejada en lo delicado del balance ecosistémico y una provocación para generar conciencia del uso racional del agua. El público objetivo del Museo considera una faja etaria amplia, siendo niños de etapa escolar y personas de la tercera edad a quienes más les llamó la atención. La iniciativa de fotografiarse con el modelo multiespecie fue un retrato de lo que aconteció durante la muestra.

5.8.6.-Análisis de uso.

La exposición Prato do que?, fue un momento clave en la investigación, fundamentalmente para prototipar y testear aspectos relacionados con la compatibilidad de todos los factores que determinan una relación simbiótica entre plantas y peces del tótem multiespecie. Por un lado, el estado de cautiverio en que estuvieron por más de 4 meses, siendo sometidos a todo lo que conlleva una situación de exhibición museal, tales como ambientación de temperatura artificial generada por el aire acondicionado y ausencia de luz apropiada del lugar, sumado a ciertas situaciones de estrés observadas en el comportamiento de los peces demostraron que el solo modulo multi- especie necesitaba de algún otro tipo de ambiente controlado. Después de un periodo aproximado de tres días, se comenzó a observar cierto grado adaptabilidad de los peces reflejado en el grado de interacción y movimiento del grupo. No obstante, después de 5 semanas, las plantas comenzaron a mostrar evidencia de debilidad en el follaje, su condición de turgencia y color, no así en su crecimiento radicular. Claramente el frío ambiental, algo característico de los espacios museales, estaba provocando estragos en algunas especies más delicadas las que comenzaron a morir.

Fue en aquel instante que se experimentó una plan alternativo, consistente terapia periódica de frecuencia sonora para testear el impacto de vibración

en la recuperación de follaje de las plantas debilitadas. El experimento improvisado consistía en conectar un parlante pequeño emitiendo la frecuencia de 100 hertz según los estudios realizados proponiendo una relación entre sonido y bienestar , incentivando su capacidad de resiliencia de las plantas en condiciones desfavorables. Primeramente se observa la capacidad de transmisión de la estructura al estar compuesta de bambú interconectado por medio del sistema tensil de cuerdas , las que vibraban al momento de activar el sonido. Este experimento se repitió durante una semana entera en sesiones de 10 minutos al abrir la exposición y 10 minutos antes de cerrar. Aún cuando, observamos una leve recuperación en el follaje de las plantas , debemos decir que esta experiencia piloto no contó con un rigor científico apropiado como para analizar y teorizar en base a ese parte de la exposición. No obstante , este aspecto servirá más adelante para las mejoras continuas del proceso de diseño y la experiencia de uso del sistema objetual propuesto.

Una vez acabada la exposición , el tótem multiespecie fue trasladado a otra área del museo, con mayor temperatura y luminosidad, pudiéndose observar inmediatamente los cambios en la robustez del follaje, crecimiento radicular y movimiento en el comportamiento de los peces. Cabe mencionar que la interdependencia entre ambas especies es un balance que necesita ser monitoreado constantemente , siendo la temperatura , PH , y transparencia del agua, las primeras evidencias de algún problema en el sistema. La mantención de este pequeño ecosistema vertical , se desarrolló en dos ocasiones, siendo una tarea fácil de desarrollar en un tiempo aproximado de 3 horas. Finalmente , después de de 6 meses de uso , o sea luego de que el agua pasó y se purificó continuamente por un periodo cercano a las 4.380 horas de uso , el objeto se desarma , dejando en evidencia la compatibilidad del sistema con los componentes empleados, específicamente la relación entre el bambú, los microorganismos producidos por el sistema y el agua. Algunos residuos encontrados de formación vegetal en el interior de las canales de bambú, se dejaron en observación para su posterior análisis en laboratorios especializados.

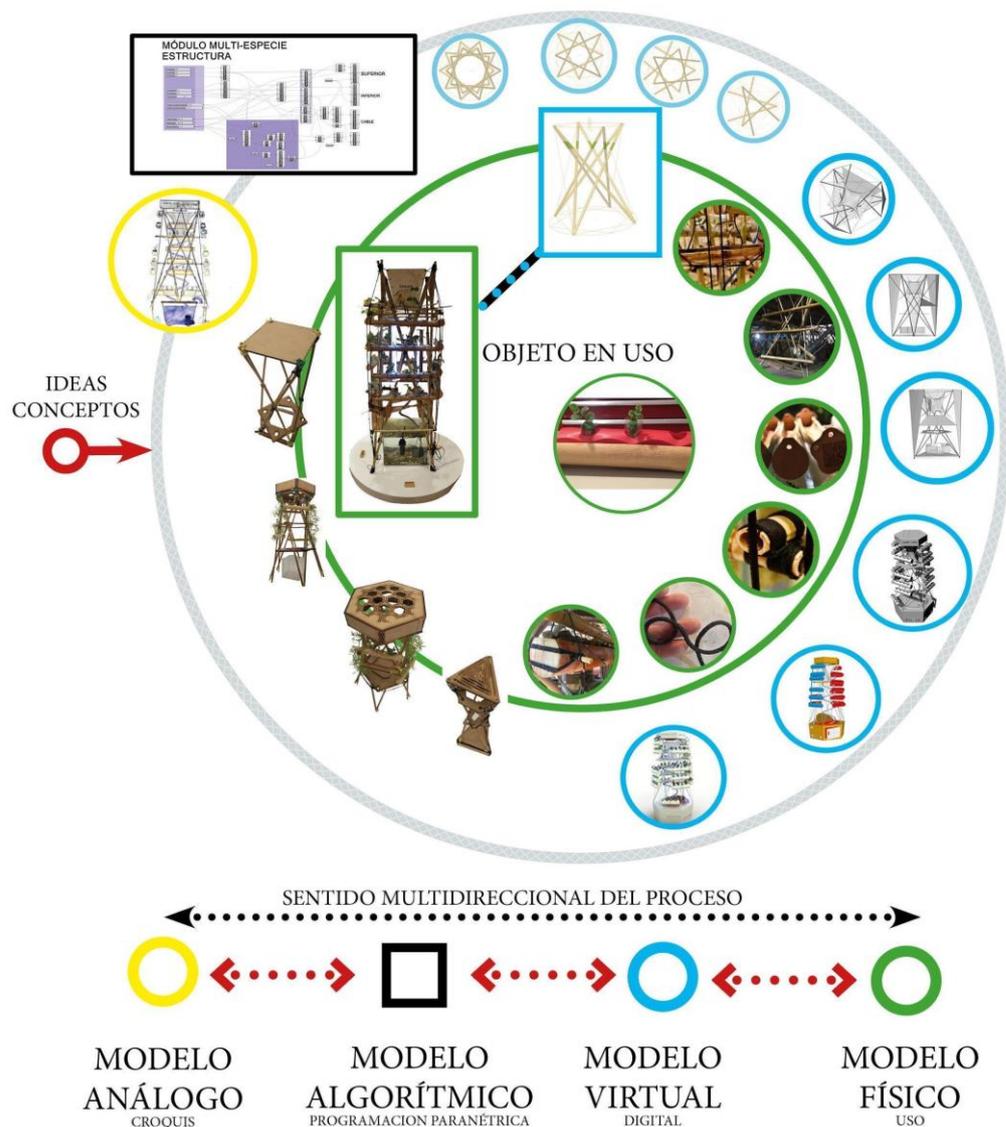


Figura 75: Esquema de análisis de objeto en uso , proceso análogo digital de diseño

5.8.7.-Aplicación de la superficie cimática

Es necesario declarar que el eje temático de este espacio proyectado, tiene como protagonista el agua , tanto para el proceso de FFC , como también en la usabilidad más directa o evidente, un sistema acuapónico.

En términos esquemáticos, el diseño se basa en la fusión de los materiales y técnicas constructivas locales y los nuevos métodos para la creación y análisis estructural del diseño de espacios, considerando los distintos elementos que inciden en el buen funcionamiento.

El sistema de tenso-formado ideado consta de puntos sometidos a tensión bidireccionalmente en torno a centro imaginario de un domo geodésico frecuencia V2. Los puntos determinados que se controlan en dirección excéntrica se regulan por medio de los giros de la geodésica. En su interior, se encuentra la estructura pantografica (módulo multiespecie) el que se conecta y retiene la superficie cimática en sus punto en depresión dirección concéntrica.

Tal como se observó en la experiencia de la Exposición Prato do Que?, el objeto sistémico módulo multiespecie con la función albergar sistemas de circulación de agua de manera vertical para fines de regadío y oxigenación del sistema acuapónico practicadas anteriormente.

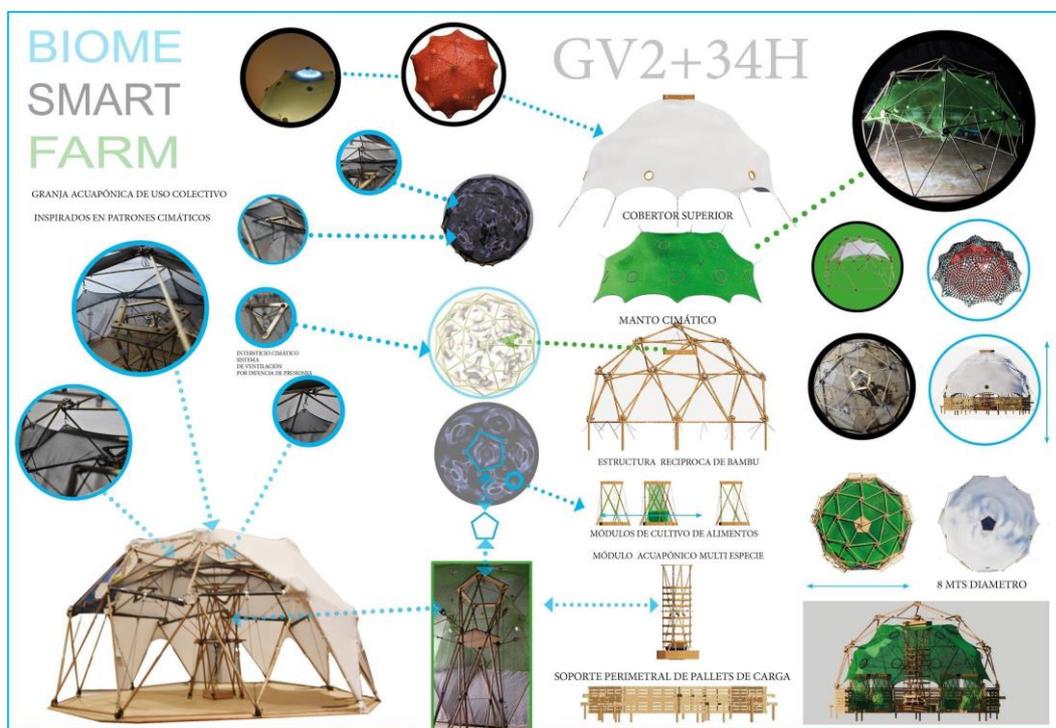


Figura 76: Diagrama de desarrollo de frecuencia geodésica V2 y frecuencia Cimática 34 Hertz.
Fuente propia

5.8.8.-Intersticio cimático

Como factor diferenciador de este proceso científico-creativo, haciendo hincapié en la fase de “búsqueda de la forma” (form finding) para su posterior aplicación en el diseño estructural recíproco, modularización, y el diseño de una segunda piel interna, la que coincide con un estructura geodésica en bambú, contribuyendo a la resistencia del objeto, en primera instancia, además de generar un espacio determinado por las dos membranas, la externa y la cimática. Dicho intersticio o

colchón de aire que aumentaría la comodidad del espacio por conceptos de temperatura, propiciando el principio de circulación de aire, también conocido como efecto Stack.

En segunda instancia, pensamos que es una buena opción de uso, principalmente habilitación de este intersticio cimático para el crecimiento del follaje de las plantas por medio de sistemas de tensiones proyectada del centro hacia afuera.



Figura 77. Prospección de crecimiento de vegetación en el manto cimático. Fuente propia

5.9.-Otras Repercusiones

Como lo mencionado en el capítulo 1, el proyecto propone recoger aspectos de la economía circular, estudiando su implementación en sectores vulnerables de la sociedad, tales como comunidades de riesgo social, zonas rurales con problemas de suministro de agua, áreas comunitarias dentro de la ciudad, sectores comunitarios entre otras posibilidades. Los sistemas construcción de armado fácil está basado en técnicas vernáculas de autoconstrucción, sumado a la reutilización de materiales con criterio eco ambiental. Ambos conceptos se encuentran dentro de lo que son los aspectos desarrollados por la economía circular. Una de las posibilidades que surgió durante el proyecto fue la alternativa de ofrecer la autoconstrucción de este espacio por medio de códigos abiertos. Planimetrías, sistemas constructivos, ejemplos y otros contenidos de interés pueden ser compartidos en el ciberespacio.

Para eso se diseña un software climático. Video explicativo de los principios que rigen este proyecto relacionado con el cultivo de alimentos técnicas vernáculas e construcción de espacio y la cimática.



Situación de uso .

Uso de sistema cimático de vibración por cuerdas
Gráfica sonora, 34 hertz

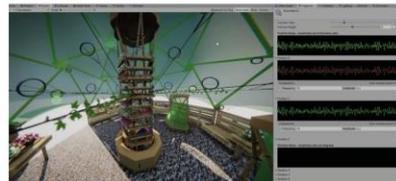


Figura 78, 79, 80: Fotografía del funcionamiento virtual de la propuesta desarrollada. Prospección de la situación de uso del espacio comunitario. Sin toldo exterior. Fotomontaje A. Alves. Fuente propia



LOCAL CHALLENGE PROJECT 2020

BIOME SMART FARM: AQUAPONIC SHELTER FOR TOMORROW, RIO DE JANEIRO, BRAZIL

PROJECT: PROFESIONAL
STATUS: IN PROCESS

SDGs CONSIDERED:
2-11-12-15-17

1/1

SHelter GENERAL VIEWS

AQUAPONIC SYSTEM TOWER

PROJECT OVERVIEW
This project is a response to the challenge of providing a sustainable and resilient food system for the future. It is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future. It is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future.

PROJECT PROCESS
The project is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future. It is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future.

PROJECT IMPACT
The project is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future. It is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future.

PROJECT OUTCOMES
The project is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future. It is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future.

PROJECT TAKEAWAY
The project is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future. It is a multi-layered system of aquaponics and hydroponics that will provide a sustainable and resilient food system for the future.

SPONSORS
PARTNERS
PROJECT TEAM

Figura 81 : Ilustración para el concurso Project Challenge Development 2019: Fuente <https://localprojectchallenge.org/biome-smart-farm-aquaponic-shelter-for-tomorrow/>

6.-Consideraciones finales

Tal como lo expusimos al comienzo, esta investigación considera 3 las dimensiones del conocimiento, las se desarrollaron paralelamente con la idea de generar un sustento teórico práctico a través de estas cinco vigas o capítulos. Ahora es el momento de afiatar las conclusiones generadas por esta estructura. Las amarras practicadas a lo largo de este proyecto fueron en gran medida soluciones aprendidas en el LILD, técnicas de enlace proveniente del mundo de las construcciones tradicionales, tanto en los objetos como en la creación de espacios. Una cuerda es una unidad lineal estructural que se puede expresar de distintas maneras, por medio de nudos, a través de su capacidad de comprimir y por medio de la generación de tensiones entre dos o más puntos. La capacidad de interactuar con otros elementos y sistemas estructurales, como por ejemplo una estructura colaborante, mencionada en un capítulo anterior, es lo que utilizaremos para sintetizar las siguientes consideraciones finales de este documento.

1.- El nudo como parámetro y punto de inflexión en la investigación.

“La onda no es el agua. El agua simplemente nos dijo la forma en qué onda se movía”.

Richard Buckminster Fuller

La cimática se puede entender como la energía del sonido en movimiento manifestada a través de un medio, en este caso el líquido. Su inestabilidad y complejidad geométrica representaron un gran desafío para su representación, análisis y aplicación, siendo uno de los momentos claves en la investigación, sobre todo en la etapa detección y materialización de esta coreografía líquida de carácter efímero, donde se destaca la geometrización de patrones concéntricos gracias a la capacidad de autoorganización que posee la materia al momento de ser estimulada por el sonido.

La cimática en sí es un conjunto de conocimientos que reúne áreas de experticia que van desde la física y mecánica de los fluidos, pasando por la biología hasta

los estudios del comportamiento de la luz sobre la materia, por mencionar solo algunas de las áreas del conocimiento que participan en este fenómeno de la naturaleza. Lo que se representó en primer lugar como un problema técnico, se resolvió a la manera de parámetros medibles. El rango de frecuencias escogidas (10 - 150 hertz), permitió el análisis de una serie de geometrías concéntricas más detalladas. Pudimos observar que a medida que la frecuencia disminuye, el tipo de patrón se torna más identificable, con la información necesaria para entender la cantidad de elementos que condicionan esta coreografía radial. Como resultado de los experimentos realizados, se determina una potencial correlación entre la frecuencia cimática de 34 hertz y una estructura geodésica frecuencia v2. Esto permitió un cruce geométrico de ambas frecuencias desde un punto de vista (azimut), lo que fue proyectado dentro de una geometría esférica y regulado por medio de un sistema de tensiones que permite la simulación de la superficie cimática. Este sistema diseñado se basa en parámetros de longitud de cuerda en una asociación direccionalidad positiva y negativa (+, -) según a la normal. Conceptualmente, el sistema puede variar en ambas frecuencias; a medida que la complejidad de la superficie cimática aumenta, también aumenta la frecuencia del domo, incrementando de este modo la cantidad de puntos de tensión positiva o negativa, en relación a la normal o punto central. Siendo este aspecto uno de los aportes conseguidos durante el desarrollo de esta investigación, el cual fue llevado desde un volumen de agua acotado y condicionado principalmente por estímulos sonoros y lumínicos, extrapolado a un sistema objetual basado en cargas de energías positivas y negativas reguladas bidireccionalmente a través de una estructura tensil ubicada en el centro de una estructura mayor.

Sin bien el nudo se puede entender como una complicación o algo por desanudar, creemos que también es un parámetro que funciona aisladamente o como parte de dentro (interna) de una trama; el primer nudo o parámetro aquí encontrado es el de correlación cimática-geodésica a la que llamamos GFV2-C34 hertz (Geodésica Frecuencia V2, Cimática 34 hertz).

Considerando la gran complejidad de la superficie cimática, en términos de materialización, creemos haber conseguido en gran medida la imitación de la forma. Esta imitación dependerá de la técnica constructiva que se escoja; en el caso de la impresión 3d se obtendrá mayor fidelidad que en el caso de la tenso estructura. No obstante, la segunda versión tensada, posee un sistema que

posibilita un grado de factibilidad y viabilidad mayor de su aplicación. La obtención de la forma cimática en el caso de estudio fue determinada por puntos de tensión, lo que consiguió establecer una reducción de la complejidad de la superficie a través de criterios de máximas y mínimas en torno a la normal. Es aquí donde se cae en cuenta de la importancia de encontrar un sistema que sirva como punto ancla y otorgue una funcionalidad al contexto de uso del espacio diseñado. En este caso, la torre central o módulo multiespecie, en su versión de objeto en uso como sistema acuapónico, es también parte importante para la regulación del manto cimático, sistema que posibilita el control hacia adentro y afuera del domo, de manera similar a como es la coreografía alternada observada en los patrones cimáticos en movimiento. El cabo por atar aquí pretende amarrar una co relación de puntos estratégicos que regulan este manto cimático con un grado de abstracción de la forma obtenida, o sea bajo criterios de máxima y mínimas, supeditados a un punto centro hacia la normal, de esta manera , la interpretación de la frecuencia cimática observada, es el resultado de criterios de tensiones negativas y positivas.

La interpretación y aplicación de este patrón cimático a través de modelos virtuales y físicos que dan cuenta de la creación de un espacio que posee una dualidad superficial entre el cobertor externo y la membrana cimática interna es lo que generó un intersticio entre ambas membranas. La posibilidad de incrementar la resistencia estructural, aumentar en confort térmico por medio de la circulación de aire entre membranas, son algunas de las consideraciones iniciales al momento de visualizar este trabajo teórico práctico en una situación real y de uso. Por otro lado, creemos que este intersticio cimático también puede ser utilizado para el crecimiento de organismos y plantas, optimizando aún más su usabilidad. Esta membrana cimática es un subproducto dentro del sistema colaborante de técnicas vernáculas en bambú, el cual se origina como parte del proceso de observación, tanto en el comportamiento de la materia como en el actuar de las personas. Dicho de otro modo, la aplicación y comportamiento de una trama cimática repercute no solo en la morfología, sino también en el funcionamiento sistémico diseñado.2.- Amarras: procedimientos híbridos análogo-digital.

Una de las técnicas de unión o sistema de vinculación practicadas durante la investigación fue el torniquete. La capacidad de unir y regular la compresión

entre secciones de bambú y al mismo tiempo permitir un grado de articulación en un espacio tridimensional, es un saber aquilatado por años que el LILD posee como parte de su acervo técnico vernáculo. Uno de los objetivos planteados en esta investigación fue aunar dos tipos de saberes, el tradicional de sabiduría popular y el de conocimiento de corte más científico y universal. Tanto el material utilizado, como su respectiva técnica de recolección, tratado y construcción en bambú, fueron insumos fundamentales para otorgar funcionalidad al espacio creado durante este proceso. Una de las dimensiones que conforman el espacio geográfico descrito por Milton Santos, coloca en valor el saber popular (cognitivo y procedimental) en el desarrollo de la técnica aplicada sobre materias primas disponibles en el lugar, lo que a la postre beneficia al ecosistema local. La observación sobre el material (Moreira y Ripper, 2014), corroboró aspectos relacionados con la resistencia, liviandad, capacidad de contener y de transmitir las vibraciones, características del bambú que potencian aún más los conceptos definidos en esta investigación. Creemos que el diálogo establecido entre la técnica vernácula sobre el material, sumado a nuevos medios y tecnologías emergentes para procesos de diseño, fue un encuentro fructífero y recíproco. La combinación de métodos de desarrollo para la obtención de la forma, sea análoga o digital, posibilitó el equilibrio necesario, el que además de respaldar las certezas y disminuir las posibilidades de error, también generó un espacio de diálogo entre ambas versiones. Por un lado, el uso de medios tecnológicos para el registro y análisis cimático fue un recurso que habilitó ir más allá de una mera contemplación del fenómeno en cuestión, dicho de otro modo hubiese sido extremadamente complejo para ciertas etapas claves del proceso no contar con la ayuda de la tecnología. El diseño paramétrico en este punto fue una de las tecnologías que más ayudó a aliviar tanto la captura, análisis y materialización de una geometría compleja inestable y efímera. Si bien los modelos virtuales ofrecen una economía en tiempo, espacio y precisión en la obtención de resultados, el mantener un símil análogo posibilita además encontrar un tercer estado como resultado de ambos modelos; el método o procedimiento constructivo. La utilización de conocimiento geométrico en ambas versiones obligó al desarrollo de un método que pudiese atender tanto la construcción virtual como también la versión físico-mecánico. El concepto de termoformado, acuñado en esta tesis, es el resultado de un cruce de información virtual - análoga, lo que refleja la conversación establecida entre dos estructuras; la geodésica V2 y la estructura interna o sistema acuapónico.

Esta última, al igual que la membrana cimática, tuvo un desarrollo formal en virtud de los objetivos trazados de funcionalidad y estructura de apoyo al sistema de tensión cimática. Es ahí que se genera una relación recíproca de dependencia, un factor distintivo en esta investigación. La incorporación de tecnologías de prototipado rápido, corte láser, scanning, sumado a la utilización de fuentes sonoras, y registro audiovisual en procesos de observación, se articularon criteriosamente con materiales rústicos y poco intervenidos, como en el caso del bambú en su estado semiprocesado, frecuentemente usado en el LILD. Esto refuerza la idea de un estado de hibridez del sistema propuesto, en sus distintas etapas del proceso, desde la génesis, al desarrollo de ensayos, partes, piezas y lo que finalmente es proyectado como un espacio creado con fines alimentarios, el cual considera el agua como elemento protagónico.

3- La tensión

La capacidad que tiene una cuerda para sonar depende de varios factores, pero principalmente del grado de tensión que ésta tenga, su longitud y el tipo de amplificación o caja de resonancia. Por otro lado, la tensión también es sinónimo de conflicto. En este sentido, la importancia del agua para el propósito de subsistencia de nuestro organismo y del planeta Tierra es vital. Para mí no fue solo una cuestión de escoger en procesos cimáticos de sólidos o líquidos, agua o tierra, la intención de enfocar y hacer más preciso el campo de investigación obedece a lo que ha sido una bandera de lucha en torno al rol que tiene el diseño y su impacto en un mundo más sustentable, en este caso el uso racional del recurso hídrico. Creemos que existe un gran desafío pendiente en este aspecto, sin embargo tenemos la convicción que el diseño es también un acto de provocación. Surge aquí un potencial escenario para una producción a escala discreta, colectiva y solidaria. Este tipo de iniciativa que vincula los saberes tradicionales de la gente y la tecnología también es una crítica a los actuales sistemas de sobreproducción de productos y servicios, especialmente a aquellos que guardan relación con lo esencial para nuestra existencia, el agua. Mi país, Chile, es el único en el mundo que tiene legalmente privatizada el agua. Como habitantes temporales de este hermoso territorio, hemos tenido que presenciar el deterioro de nuestro ecosistema y su gente. Como dice el dicho popular “El hilo siempre se corta por lo más delgado”, es por eso que esta consideración final no pretende cerrar ni concluir un tema que necesita ser atendido con urgencia,

siendo este punto el cabo de la cuerda sin atar, esperando por conexiones en pos de la conformación de un tejido social, donde el diseño pueda actuar como agente catalizador en ayuda de la sociedad y especialmente a aquella parte más vulnerable del sistema.

Este documento fue escrito en su mayoría durante el periodo de pandemia que afectó profundamente nuestra manera de vivir en todo el planeta. Creemos que la crisis en este sentido es sinónimo de oportunidad, una posibilidad para cambiar aquellas conductas y modos de utilizar los recursos de manera más consciente, estratégica y respetuosa con el medio ambiente.

7 Referencias bibliográficas

ADRIAENSSENS,S, RHODE- BARBARIGOS,L., KILIAN, A., BAVEREL, O.,

CHARPENTIER, V , HORNER , M, BAZATU.D. (2014) **Dialectic Form Finding of Passive and Adaptive Shading**

ALISTE , H. DÍAZ , A,& THER, **Transformaciones territoriales y discursos del desarrollo en el Área Metropolitana de Concepción** (Chile), 1960-2010.Aproximaciones desde la perspectiva de los imaginarios al estudio de la valoración ambiental del territorio

ALLESINA.I, & LUPTON,E. 2010.“**Creative designing for everyday objects**”

ALARCÓN , J. , DURÁN, E. , LEAL, I. et al.. “**Herramientas creativas para procesos de innovación interdisciplinaria**” . Ediciones Universidad del Bio-Bio, 2014. v. 1. 17-28.

ALARCÓN, J. , ROGNOLI ,V , LLORENS, A. (2020). **Diseñar para un escenario social incierto. el valor del enfoque materiales do-it-yourself y economía circular.**

ALARCÓN,J., DI BARTOLO, C. , (2013) **Metodología biónica e ingeniería afectiva aplicadas al diseño de texturas para tableros en base a Pinus radiata.** Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América, ISSN 0378-1844, Vol. 38, Nº. 9, 2013, págs. 664-668

BERNARD, C (1947) “**De la Observación y la Experiencia**”. **El método Experimental** , citado en Understanding NatureDecember 2007 . Hub Zwart

BLESSING,L. (2004). “**DRM: A Design Research Methodology**”- BLESSING. L., A.J. QURESHI, GERICKE, K. (2013). **Design process commonalities in transdisciplinary design .**

BRAJOVIC, M, “**In nature we trust**”. ISBN 9788592822002. Brasil, 2016:18-39.

BROWN, T., “**Change by Design**”. Design Thinking”. 2009.

CAMPOS BAEZA, A. **“De la Cueva a la Cabaña. Sobre lo Estereotómico y lo Tectónico en Arquitectura”**. Recuperado de [:http://issole.blogspot.com/2009/02/de-la-cueva-la-cabana-sobre-lo.html](http://issole.blogspot.com/2009/02/de-la-cueva-la-cabana-sobre-lo.html)

CASTRO, G, PÁSSARO,A.(2017) . **Tentáculos: Recriando criaturas híbridas, analógico-digitais”**.

CARDOSO,R.(2016) **“Design para um mundo complexo”** .São Paulo Ubu ISBN 978 85 92886 01 0 .Editorial.Brasil 2016.

CARDOSO,R.(2005) **As Dimensões do Design Gráfico Vernacular: uma introdução ao universo dos letrados pintados à mão**. In: Textos Escolhidos de Cultura e Arte Populares, vol. 2, n.02,, p 7-26.

CHIARELLA & PASTOR 2015). **Pensamiento Gráfico y Desarrollo Colaborativo . Geometrías desarrollables en composiciones plegadas Arquitectónicas** ”SIGRADI , 2015-:702-720

CHLADNI, E (1787). **Descubrimientos en la teoría del sonido**, revisado el 20 de Mayo del 2019
en:https://www.researchgate.net/profile/Mikel_Arce/publication/303547983_Cimatica_la_s_formas_e_imagenes_del_sonido_una_aproximacion_desde_la_experiencia_personal/links/5747d86408ae707fe21e441f/Cimatica-las-formas-e-imagenes-del-sonido-una-aproximacion-desde-la-experiencia-personal.pdf

CHICANO, A. (2019) **El acto de la observación , experiencia de la transmisión de un ethos subyacente**.Tesis de doctorado. PUC-Rio. Brasil

Consejo Nacional de la Cultura y las Artes. (2020)
<https://www.cultura.gob.cl/institucional/consejo-de-cultura-presenta-area-de-nuevos-medios/>. revisado el <https://www.cultura.gob.cl/>

CONICYT , **Informe balance de gestión integral año (2013)**, Recuperado de <https://www.conicyt.cl/wp-content/uploads/2012/07/Balance-de-Gesti%C3%B3n-Integral-2013.pdf>

CORREIA DE MELO y DURÁN , E. (2020).**Procesos de diseño generativo a través de registros cimáticos: etapa de form finding en el diseño de huerta urbanas basadas en principio de acuaponia**.

CORREIA DE MELO, J, **Modelos em linguagem eletrônica e modelos em linguagem mecânica: as interações na pesquisa em design de objetos.** 2011: 12-135 3.-

CORREIA DE MELO, J., MATTEONI R, (2020) **O designer projeta o espaço.O espaço projeta o designer.**

CORREIA DE MELO , J. **“Processo de obtenção de formas para baseadas em superfícies mínimas e formações naturais”** Rio de Janeiro: Tese de Doutorado - Pontificia Universidade Catolica do Rio de Janeiro, 2017

CORREIA DE MELO J., RIPPER , J., & MOREIRA ,L. **Development of Bamboo Structures Based on Minimal Surfaces and Natural Formations.** IASS Symposium 2013 Beyond Limits of Man, (p. 8). Wroclaw, 2013 .

CORREIA DE MELO Y RIPPER (2016). **Modelos em linguagem eletrônica e modelos em linguagem mecânica: as interações na pesquisa em design de objetos**

COSTA . I, (2019), **Principios en el Timeo de Platón (48a7-e1).** Nova tellus vol.27 no.1 México.

CUČAKOVIĆ, B., KOMNENOV, M., JOVIC,B., (2016). **Biomimetic Geometry Approach to Generative Design.**

CROSS, N, (2005). **Designerly Ways of Knowing** .Design Studies 3

CRUZ,F. (1993) **“Sobre la Observación, Coleccion Oficio Contel. Ciudad Abierta,** Valparaíso . Chile.

DAVID; R, (2000)**Rapid Ethnography: Time Deepening Strategies for HCI Field Research** . Disponível em: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=347763>

DELLE, S. MONACHE, ROCCHESO. (2014). **Bauhaus Legacy in Research through Design:The Case of Basic Sonic Interaction Design**

DONOSO , S.(2019). **Investigación cualitativa y cuantitativa para el diseño y las artes .**

DURÁN , E. & VERGHESE, G. . **“Vernacular design: moving towards a symbiotic relationship between local and global commoditization.** Design Ed Asia Conference 2010. Asia Culture: preserve the past create the future, 2010, Hong Kong. 2010.v. 5.

DURÁN E. ; BRAVO, A. . **Creative social responsibility: applying PVC waste in new contexts of sustainable design.** In: International Symposium on Sustainable Design, 2014,Porto Alegre. Creative social responsibility: applying PVC waste in new contexts of sustainable design, 2014: 1-11.

EDERSON ,T., LESLIE D., MILLINTONG, S.& RANTISI ,, N. , (2010), **Spaces of Vernacular Creativity.** USA-Canada.

FAO , Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación **The fourth annual Global Report on Food Crises (GRFC 2020)**

FARBIARZ & RIPPER,(2011). **Design em Parceria: visitando a metodologia sob a perspectiva do Laboratório de Investigação em Living Design da PUC-Rio.**

FERNANDO,R,DROGEMULLER,R (2012) **Parametric and generative methods with building information modelling: Connecting BIM with exploratory design modelling.**

FERRIGNI, F (ed.). *LORENZELLO,S.* (1987). **A la recherche des anomalies qui protègent.**

FINDELI, A. (2008). **“Research Through Design and Transdisciplinarity: A Tentative Contribution to the Methodology of Design Research”.**

FOSTER, S. y FOWLER, J ed. 2003 **Report on the transitional settlement sector, Presented at the third peer.** Disponible en:<http://www.sheltercentre.org/library/report-transitional-settlement-sector>

FRAMPTON , K.(1983).**Towards a Critical Regionalism: Six Points for an Architecture of Resistance.** recuperado de The Anti-Aesthetic: Essays on Postmodern Culture. edited by Hal Foster, Bay Press, Port Townsend

FORTY , A.(2007) **“Objetos de Desejo, design e sociedade desde 1750”**.

FRANZ, E. (1999) **Biome**. In: **Environmental Geology**. Encyclopedia of Earth Science. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/1-4020-4494-1_37

FRAYLING C. (1993). **“Research into Art & Design”**. Volume 1 , numero 1
London: Royal College of Art.

FREITAS y VIEIRA (2018), **Fundamentos da Biônica e da Biomimética e Exemplos Aplicados no Laboratório de Biodesign na UFPE**.

FULLERTON Y MORENO (2017) **Saberes arquitectónicos, las formas vernáculas del altiplano** . RIL Editores .

FERNANDES , S, BONSIPE , G, (2008), **Historia del Diseño en América Latina y el Caribe**.

GALÁN. B, RODRÍGUEZ, T. MARTÍN M F, NOVIK ,L , BLANCH, ROSSI,A. NARANJO, E, TOQUICA ,C. Diseño & Territorio, 2007. - **Diseño & Territorio**.pág. 123.

GUSMÃO , G. (2002).**Rua dos Inventos**, Recuperado de
file:///Users/elvertduranvivanco/Desktop/rua-dos-inventos--livro%20(1).pdf.
Versão online , revisado

GOLDSMITH,S., FAIA, L (2014) **Shape Finding or Form Finding?**.

GUT. B . (2017). **Árboles nativos e introducidos en patagonia**. 1a. edición bilingüe - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Vázquez Mazzini Editores,. 416 p. ; 24 x 17 cm. ISBN 978-987-9132-54-8<https://sib.gob.ar/especies/chusquea-culeou>.

HERBERT . R . (1943), **Education Through Art**.

HERRERA . B, (2010). **Investigación y diseño: reflexiones y consideraciones con respecto al estado de la investigación actual en diseño**.

HOEKSTRA AND MESFIN, **“The water footprint of humanity”**. PNAS February 28, 2012.

HORNING , J . (2009)“**Simple Shelter , Tends , Tipis, Yurts, Domes, and others anciens homes**”

HUEVER, V. (2014), “**Paulo Freire, un pedagogo para América Latina**, Definición de Escuela . Recuoerado de https://www.hueber.de/media/36/eneb11_01_latin.pdf

INAPI, **Instituto de Propiedad intelectual en Chile** (2014). Edición Gobierno Chileno .

JENNY , H (1967) **Cymatics ;A Study of Wave Phenomena and Vibration. The structure and dynamics of waves and vibrations.** (V1)

JENNY , H (1974) **Wave phenomena, vibrational effects and harmonic oscillations with their structure, kinetics and dynamics.**Volume 2

JORQUERA, N. (2013) **Culturas sísmicas: Estrategias vernaculares de sismorresistencia del patrimonio arquitectónico chileno**” .

LOGAN, , B (1989) . **Conceptualizing design knowledge.**

LOPES, J., AZEVEDO, S., BRANCAGLION Junior, A., & WERNER Jr, H.(2013). **Tecnologias 3D: Desvendando o passado, modelando o futuro.** Rio de Janeiro: Lexikon.

LLOP. R. **Etnografía aplicada. Una herramienta para diseñar mejor.**, Disponible em: <http://www.rosallop.com/blog/la-etnografia-aplicada-una-herramienta-para-disenarmejor/#sthash.lkkgXPU8.dpbs>

MANOVICH,L. (1994) **The Language of New Media.**

MANZO, S.(2004). **Francis Bacon y la concepción aristotélica del movimiento en los siglos XVI y XVII.** Recuperado de : https://www.researchgate.net/publication/27578633_Francis_Bacon_y_la_concepcion_aristotelica_del_movimiento_en_los_siglos_XVI_y_XVII

MERRICK: R., (2010) .**The Harmonically Guided Evolution.** recuperado <https://pdfs.semanticscholar.org/fc28/a084ad5ca081cf5ac00c82c77d5857795745.pdf>

MOREIRA & RIPPER, J. M. **Jogo das Formas - Lógica do Objeto Natural**. Rio de Janeiro: 2014: 19-37 9-

MALAGUTI , D. (2013). **Aplicação e ensino de tecnologias apropriadas para a construção coletiva de estruturas de cobertura feitas de bambus amarrados e terra crua**. Tese de Doutorado .

MORRIS ,N (2002), **The myth of unadulterated culture meets the threat of imported media”** Media, Culture & Society, USA Vol. 24: 278-289.

MURILLO. J , 2017 **Métodos de investigación de enfoque experimental**.
Recueprado de ;<http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/10.pdf>

NIETO MORENO, R. (2016), **Efectos de la musicoterapia sobre el nivel de ansiedad del adulto cardíopata sometido a resonancia magnética**.

NORMAN , D. (2004)**The Design of Everyday Things** .

ONU The Sustainable Development Goals report 2020. Producción y Consumo Responsable,recuperado de
<https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

PAPANEEK . V. (1983),**Design for human scale**, USA , pp. 1-13,45-56,90-94.

PIEROTTI,D. y ULIVIERI (2001), P. . **Culture sismiche locali**. Pisa: Edizioni Plus,EAN: 9788884920850

POTTMANN, H.; SCHIFFNER, A.; WALLNER, J. “**Geometry of architectural freeform structure**”, disponible en <http://www.geometrie.tugraz.at/wallner/archimn.pdf>. Revisado el 10/12/2018.

KAPSALI , V, (2016) **Biomimetics for Designers** .

KEYSON . V. (2009). **Empirical Research Through Design**. Disponível em:
<http://www.iasdr2009.org/ap/Papers/>.

KEIJO SIPILÄ,(2016). **Teaching Children Coding and the Challenges Faced**.Report in <https://www.lifewire.com/kids-progra>

KAHN, L. Y EASTON ,B . **“Shelter”**, ISBN 978-0-936070-11-7, 1973.

KYUNG-WOO , M. & BUYUNG-SOO,E. (2001). **The Vernacular Mirror, Twenty Century Design** , Korea.

LEMOS, M, (2018) ,**Resiliência Urbana na Mudança Climática, a construção de uma nova “cultura urbana” resiliente**. 81a Reunião do CTPD - Comitê Técnico de Acompanhamento do Plano Diretor “Áreas Frágeis de Encosta e Baixada e o Uso do Solo”Oficina Interativa | 28 de novembro de 2018

LLUL, V (2017)¿**De qué se ocupa la arqueología?**

MCDONOUGH , W AND BRAUNGART, **“Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things”**. 2002,

RAE ,Definición de Concepto , recuperado de <https://dle.rae.es/concepto?m=form>

RAE ,Definición de Territorio, recuperado de <https://dle.rae.es/territorio?m=form> - RAE ,
 Definición de Vernáculo , recuperado de <https://dle.rae.es/vern%C3%A1culo>

RED CROSS , **SHELTER** , recuperado de <https://www.redcross.org/get-help/disaster-relief-and-recovery-services/find-an-open-shelter.html>

RUDOFISKY, B. (1964). **Architecture without Architects: An Introduction to Non pedigree Architecture**. New York: Museum of Modern Art.

SANSÃO, ADRIANA .2011.“**Intervenções temporárias marcas permanentes a amabilidade nos espaços coletivos de nossas cidades**” Tesis doctoral 2011. Doutorado em Urbanismo | PROURB – FAU / UFRJ . Brasil.

SANTOS , M. (2009). **Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção**.

SANTOS , M. (2011). **Por uma outra globalização**.

SANTOS , M. 1988).”**Metamorfoses do Espaço Habitado. Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Geografia**”.

SEIXAS , M, **Inserção social de arquiteturas temporárias de bambus e lonas têxteis utilizando tecnologias não-convencionais.** Tese de Mestrado PUC.- Rio . Brasil 2009

SPERLING, D .HERRERA , P , SCHEEREN , R,OLIVEIRA , R, (2015),**Homo Faber: Digital Fabrication in Latin America.**

SEIXAS. M. , GHAVAMI, K, , RIPPER,J.(2016) **Prefabricated Bamboo Structure and Textile Canvas Pavilions.**

SHELDRAKE,M & SHELDRAKE, R.(2017).**Determinants of Faraday Wave-Patterns in Water Samples Oscillated Vertically at a Range of Frequencies from 50-200 Hz**

SPITZ, R. **O papel da computação gráfica no ensino de desenho industrial: a percepção de dirigentes, docentes e alunos.** Rio de janeiro: Tese (Doutorado em Artes e Design) Orientadora: Nícia Maria Bessa - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 1993. 29-39

STEVEN, P. (1974) **Patterns in nature .**

STERN, S. , BUDSON. A. (2010),**Music as a memory enhancer in patients with Alzheimer's disease. Neuropsychologia.**

UNESCO (2013). **Informe de Economía Creativa Local,**
United Nations Human Settlements Programme. (2013).**Cities and Climate Change. GLOBAL REPORT ON HUMAN SETTLEMENTS.**

VALESSE, A, “**Design Vernacular Urbano: a produção de artefatos populares em São Paulo como estratégia de comunicação e inserção social**” pag 11-13

TAHKOKALLIO, P & VILHMA, S. (1994), **Design- Pleasure or Responsibility?** Conference on Design at the University of Art and Design of Helsinki, Finland pp. 25-27,66-81