

Comunicación

Las preguntas de investigación: generadoras de lineamientos en proyectos de exploración

Varela, María

maria.varela@fadu.uba.ar

Universidad de Buenos Aires. Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Instituto de la Espacialidad Humana, Cátedra Muñoz/ Grupo (Denominación completa). Ciudad de Buenos Aires, Argentina.

Palabras clave

Morfología, Diseño, Tecnología, Bioinspirado, Digital.

Resumen

En el marco del proyecto de investigación UBACyT 20020190100303BA “Morfologías en transformación mediadas por tecnología digital”, exploramos la relación entre la forma y tecnologías digitales de fabricación. En este contexto me encuentro desarrollando la tesis de maestría “Estrategias morfológicas bioinspiradas: modelos de estructuración laminar basadas en patrones foliares” donde se busca un correlato en la generación de plantillas estructurales bidimensionales y su resultante configuración espacial mediante herramientas y tecnologías digitales de producción.

Al analizar el recorrido de mi búsqueda se puede observar cómo, a raíz de los primeros interrogantes formulados para este trabajo, se fueron derivando caminos de investigación nuevos atendiendo a preguntas que surgieron en el avance de la misma. Podríamos considerar como centro las

indagaciones de mi proyecto y comenzar a trazar líneas que se abren y dan pie a vías originales cuya exploración se vuelve particular, pero que al mismo tiempo crea vinculaciones, configurando una trama donde la labor grupal se enriquece y ofrece novedosas oportunidades de desarrollo.

Las preguntas de investigación utilizadas como lineamientos en proyectos exploratorios nos brindan un lugar de recurrencia que marca y direcciona nuestros trabajos, vinculando temáticas, creando y bifurcando caminos. Bajo una misma premisa surgen numerosas líneas de abordaje a la temática que pueden agruparse según lógicas de vinculación. Es así que los cuestionamientos en la exploración marcan el norte, nos ayudan a indagar, enmarcar alcances, crear nexos entre propuestas proyectuales.

Introducción

“Morfologías en transformación mediadas por tecnología digital” es el proyecto de investigación dirigido por la Dra. Patricia Muñoz, donde exploramos la relación entre la forma y tecnologías digitales de fabricación. Dentro de este marco me encuentro elaborando la tesis de maestría “Estrategias morfológicas bioinspiradas: modelos de estructuración laminares basadas en patrones foliares”, cuyo objetivo se centra en la concepción de tácticas de generación formal para el desarrollo de superficies espaciales a partir de plantillas bidimensionales bioinspiradas con la ayuda de herramientas y tecnologías digitales de producción.

La búsqueda tiene como fin la conceptualización, clasificación y sistematización de los conocimientos específicos surgidos para la construcción de instrumentos que permitan nuevos caminos de morfogeneración, así como el uso e incorporación intencional de los mismos. Estas estrategias servirán al diseñador a la hora de proyectar formas con un lenguaje ligado a la naturaleza, aprovechando la capacidad del mundo natural a través del Proyecto.

Desarrollo de la Tesis

Momento 1: la pregunta origen

La maestría de Lógica y Técnica de la Forma, dictada en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad de Buenos Aires, tiene por fundamento el estudio formal por su relevancia y presencia tanto en el mundo natural como artificial. Al transitar los estudios propuestos por la misma, fueron surgiendo inquietudes en alusión al desarrollo de un tema de Tesis. El interés

partía de la conexión del universo natural y el cultural, considerando la Morfología agente articulador de ambos. En un principio las preguntas que formulaba en referencia a la temática planteada eran muy generales, más allá de las respuestas, lo interesante fue lo que generaba la acción de cuestionarse. Las primeras indagaciones tenían por objetivo definir los universos mencionados. Respecto del orbe natural me preguntaba: ¿Qué implica el término natural?, ¿Cuál es el límite con lo cultural/artificial?, ¿Por qué imitar la naturaleza y no continuar desarrollando las tecnologías culturales?, ¿Qué podría aprender de la naturaleza?, ¿Qué me interesa abordar como aprendizaje: mecanismos, procesos, sistemas, etc? En paralelo, del Mundo Cultural: ¿Qué entiendo por cultura, cultural y artificial? ¿Son lo mismo? ¿En qué se diferencian?, ¿Cuál es el punto donde el ser humano deja de ser natural para ser cultural?, ¿Se ha perdido la relación con el mundo natural? ¿En qué momento? ¿Por qué?, ¿La tecnología es antinatural, o es lo que nos hace humanos? Resulta observable cómo al iniciar la investigación se plantea, gráficamente incluso, una dicotomía entre sendos conceptos, pero luego y a partir de las preguntas, las temáticas comienzan a mezclarse, los límites se vuelven difusos. El acto de preguntar comienza a establecer nuevos rumbos y espacios a emprender.

Al indagar las posibles reflexiones a aquellas primeras preguntas surge a modo de vínculo directo el término de Biomimética. El diseño biomimético es nombrado, y por tanto reconocido, gracias a que Janine Benyus fundó el gremio de Biomímesis en EEUU, 1998. A raíz de su enfoque como bióloga e investigadora, propone imitar la naturaleza en sus diferentes niveles (ecosistema-comportamiento-organismo). A escala mundial es reconocida por la ciencia que estudia el mundo natural para dar respuesta a problemáticas actuales del ser humano. Este concepto cumpliría el rol de director en la generación formal a partir de la transferencia de las formas naturales a las culturales. Dentro de esta cápsula en la investigación surgen incipientes preguntas referidas al mundo natural: ¿Para qué genera forma?, ¿Por qué lo hace?, ¿Con qué? y ¿Cuándo? Las mismas pueden entenderse genéricas pero al comenzar a responderlas se establecen otras que comienzan a delimitar el área de estudio y crean lineamientos. ¿Qué beneficios trae que se estudie la morfogeneración en la naturaleza para el área del Proyecto?, ¿Nuestras formas, son naturales?, ¿Qué hacemos cuando observamos las formas en la naturaleza?, ¿El verdadero valor de racionalizar lo natural radica en dilucidar su estructura geométrica?, ¿Qué aspecto de la biomimética podría abordar? Las respuestas a estas cuestiones ayudaron a recortar y reconocer los puntos de anclaje para continuar, sentando las bases del trabajo de investigación.

Las ciencias biológicas y los estudios sociológicos son disciplinas concretas de las cuales no poseo conocimientos específicos, delimitar mi área de entendimiento hizo posible preguntarse cuál podría ser mi aporte desde la morfología, aplicando los conceptos e instrumentos adquiridos en la maestría de Lógica y Técnica de la Forma. Enfocada en la posibilidad de retomar un lenguaje natural en nuestros entornos cotidianos, recuperar la simbiosis con la naturaleza a través del diálogo de las formas en nuestro habitar a partir de la

observación, análisis y conceptualización, seleccioné los aspectos de interés para el desarrollo de la tesis.

En la Figura 1a puede verse un gráfico construido a partir de las decisiones tomadas al responder las primeras preguntas. El enfoque sería trabajar con la biomimética como instrumento para entender y aplicar los principios de la naturaleza. El ámbito cultural aportaría las tecnologías disponibles, y la morfología se centraría en la generación formal para comprender y utilizar los fundamentos naturales. El punto de intersección entre estos temas conformaría el cuerpo de tesis.

El camino a seguir se orientaría a profundizar en cada una de las tres bases sobre las que se construiría la tesis. Retomando a algunos autores como Pechón y Cassirer, estudiados en Estética, y considerando mi campo de actuación, es que he preferido no referirme más a Biomimética sino a Diseño Bioinspirado.

Expresa Pechón respecto a la diferenciación, que el ser humano hace, entre mundo natural y cultural:

“La forma-vida-orgánica se refiere a la necesidad de que el hombre se reconcilie con la naturaleza, con el cosmos, y con sus congéneres (...) En este sentido la vida es una. La vida es una universalidad que se manifiesta en biotipos. El hombre, el perro, la planta son sólo manifestaciones de la vida, biotipos o como los llamo modos-vida. (...) necesidad de recuperar una visión orgánica del mundo; esto es, recuperar los lazos de fraternidad con la naturaleza y la sociedad (...) y para eso debemos sabernos parte...” Cita de Pechón en “El ser, estar y actuar andino y la crisis ambiental” de Efrén Danilo Ariza Ruiz. (Pág.100).

Es necesario tener en cuenta que los seres humanos poseemos algo que no tienen, hasta nuestro entender, los demás componentes del cosmos. Como plantea Ernst Cassirer en Antropología Filosófica, el ser humano vive en un mundo simbólico:

“...en el caso del hombre no encontramos sólo, como entre los animales, una sociedad de acción, sino también una sociedad de pensamiento y sentimiento.
..

El mundo simbólico del que nos habla el autor no es homogéneo, es el cosmos que se crea a partir de las particularidades de cada cultura que, a su vez, dependen del lugar geográfico y del tiempo.

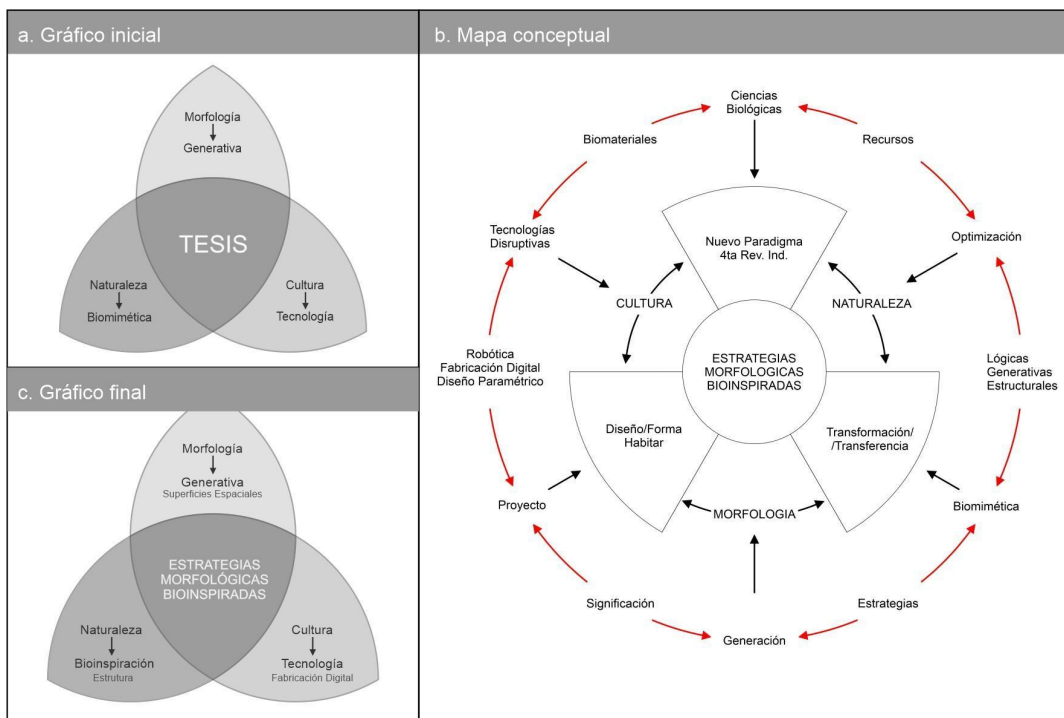
Aquello que sí puede observarse es que “Cada organismo, hasta el más ínfimo, no sólo se halla adaptado en un sentido vago sino enteramente coordinado con su ambiente. A tenor de su estructura anatómica posee un determinado sistema receptor y un determinado sistema efector. El organismo no podría sobrevivir sin la cooperación y equilibrio de estos dos sistemas. El receptor por el cual una especie biológica recibe estímulos externos y el efector por el cual

reacciona ante los mismos se hallan siempre estrechamente entrelazados. " Antropología Filosófica, Ernst Cassirer, pág.3.

Analizando esta cita podemos establecer un paralelismo: si es innata la dependencia y estrecha relación entre los organismos y componentes del cosmos, ¿no sería orgánico que el ser humano se desarrolle de la misma manera? Es cierto que los resultados de las interacciones no serán siempre idénticos (como en el caso de los organismos) pero sí conservarán coherencia intracultural y con el entorno natural.

En ese momento la decisión de referirme a Diseño Bioinspirado contextualizado, descartando la Biomimética, nace respondiendo a la pregunta: ¿Qué puedo aportar desde mi área de conocimiento, desarrollado dentro del Proyecto, al inspirarme en la naturaleza para generar formas que acerquen un lenguaje natural al habitar? Al tener en cuenta que la biomímesis me llevaría a estudiar algún aspecto biológico descontextualizado para imitar su comportamiento, entendí que no se correspondía con mi intención ni con mi formación. En la Figura 1b se muestra un mapa conceptual elaborado en este punto, donde puede verse el desglose de todos los componentes en varios niveles de profundización y en la 1c la síntesis de esta primera parte del devenir de la tesis como gráfico final. En comparación con el esquema inicial, figura 1a, el universo natural aporta la inspiración de acuerdo con sus lógicas de estructuración, del ámbito cultural se tomarían las tecnologías de fabricación digital y la morfología es abordada a partir de la generación de superficies espaciales. Estos tres conjuntos al interactuar entre sí conforman el tema de tesis: Estrategias Morfológicas Bioinspiradas.

Figura 1: Evolución de pregunta origen



María Varela

Momento 2: Recorte

En esta instancia y con la pregunta origen definida, se hace evidente la necesidad de encontrar un recorte mensurable para una tesis de maestría. Decidí retomar el proyecto de investigación propuesto con anterioridad en JIN y establecer una relación directa entre el desarrollo de superficies espaciales a partir de configuraciones de patrones en las dos dimensiones por medio de tecnologías de fabricación digital y el diseño bioinspirado.

El proyecto JIN proponía explorar nuevas estrategias para la morfogénesis de superficies 3D por la generación de estructuras rígidas y/o semi-rígidas sobre materiales elásticos planos por medio de herramientas digitales de fabricación. Dichas configuraciones se relacionan con las propiedades elásticas de los materiales, valiéndose de su capacidad de compresión y expansión dando como resultado variadas situaciones espaciales. El estudio comparativo de los diseños estructurales sobre diferentes materialidades, permite prefigurar a partir de esta estrategia morfogenerativa. A nivel internacional el grupo Design Morphine, se encuentra en pleno desarrollo de la experimentación de materiales híbridos con comportamientos divergentes; sobre un textil elástico aportan con impresión 3D patrones bidimensionales para dar lugar a conformaciones tridimensionales complejas, bajo el concepto tensioactivo. Este último fue el referente directo seleccionado para el devenir del proyecto.

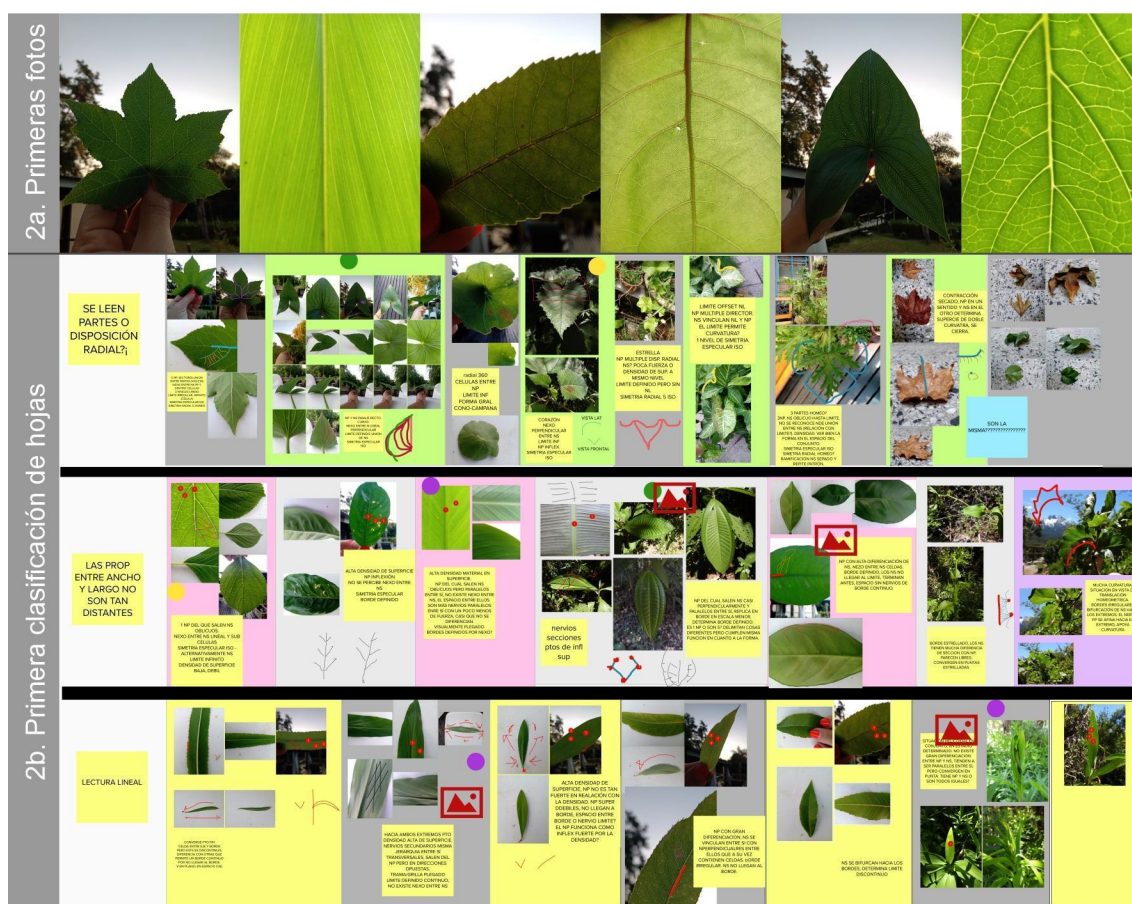
Por otro lado y gracias a la elección de trabajar con la generación de láminas tridimensionales, me pregunté: ¿Qué situaciones que se dan en la naturaleza conforman superficies espaciales? Tras indagar en posibles referentes naturales para inspirar el desarrollo, con la ayuda de sitios web especializados, de fácil acceso para público general y no especializado en las ciencias biológicas, como Asknature, y a partir de lo transitado en el workshop "Diseño digital bioinspirado" dictado en Digital Futures por el diseñador David Andrés Torreblanca Díaz, decidí orientarme al ámbito vegetal, lo que me aseguraba un acercamiento real al tema, los demás reinos naturales poseen complejidades que no me sentía capaz de abordar. La pregunta en esta instancia cobró especificidad: ¿Qué circunstancias del reino vegetal configuran superficies espaciales? La respuesta se hizo simple: las hojas.

Las hojas poseen una lógica de estructuración general que se replica pero asimismo variabilidad de acuerdo con su especie en el modo de generación en relación con su resultante formal. La morfología foliar clasifica según diferentes criterios las hojas, teniendo en cuenta su forma, su venación, su margen, el ápice, entre otros aspectos, lo que permite una sistematización de la información adecuada y disponible. A la par, es observable su desarrollo gestacional, ya que en un tiempo relativamente corto se puede notar la transformación desde su nacimiento hasta su muerte, y también son accesibles físicamente haciendo tangible su percepción.

La siguiente pregunta necesaria y consecuente con la necesidad de recorte fue: ¿Qué hojas y por qué esas y no otras? Al contemplar la inmensa variedad foliar del reino vegetal, opté por alejarme del mundo cultural y adentrarme en el

natural. Sin Google ni Pinterest de por medio, y con la ayuda de mi hijo de 6 años quien bajo instrucciones básicas y sin conocimientos previos específicos pudo brindar una mirada no contaminada de limitantes preconcebidas, recolecté cada una de las distintas hojas que fuimos encontrando durante una tarde en la Isla del Delta. Fotografíé cerca de 20 tipos diferentes, en la figura 2a pueden verse algunas de las primeras fotos. En ese momento aquellas personas que estaban en conocimiento de mi investigación aportaron más material fotográfico obtenido en viajes a lo largo del país, desde Cataratas hasta Tronador.

Figura 2: Relevamiento y análisis de hojas



María Varela

Momento 3: análisis y clasificación

Frente al volumen de ejemplares foliares, poseía cerca de 40 hojas de distintas plantas, comencé a elegir las que se diferenciaban de un modo notorio gracias a la pregunta: ¿Cómo volver mensurable la clasificación de las hojas para obtener, a partir de su análisis, diferentes lógicas de estructuración laminar? El resultado fue la selección de 20 tipos, logrando así disminuir a la mitad el material a observar. En la Figura 2b se muestra el primer acercamiento realizado para la catalogación del muestrario, diferenciando en tres grupos: aquellas dónde se leyeran partes y/o disposición radial, otra en las que las

proporciones de ancho y largo fueran similares y de percepción unitaria y por último las que presentaban una lectura lineal unitaria. Esto me permitió sistematizar el estudio en un comienzo, aún me pregunto si la forma seleccionada de ordenar los casos es la correcta, pero la dinámica iterativa de la investigación proyectual seguramente me hará regresar a esta instancia y reformular más adelante.

Luego me dispuse a observar las recurrencias y particularidades de cada caso dentro de las tres categorías planteadas. En la búsqueda de una lógica estructural, los puntos de análisis se centraron en la morfología, espesor, disposición y recorrido del nervio principal, los secundarios y en algunos casos terciarios y su influencia en la forma tridimensional de la superficie espacial y en los bordes de las hojas. Se observaron situaciones bien diferenciadas donde las venas configuraban las directrices y generatrices de las láminas y por consiguiente determinaban su configuración 3D, pudiendo establecerse tipos de simetría, continuidades y discontinuidades, texturas, espesores variables y/o constantes.

Momento 4: selección y abstracción

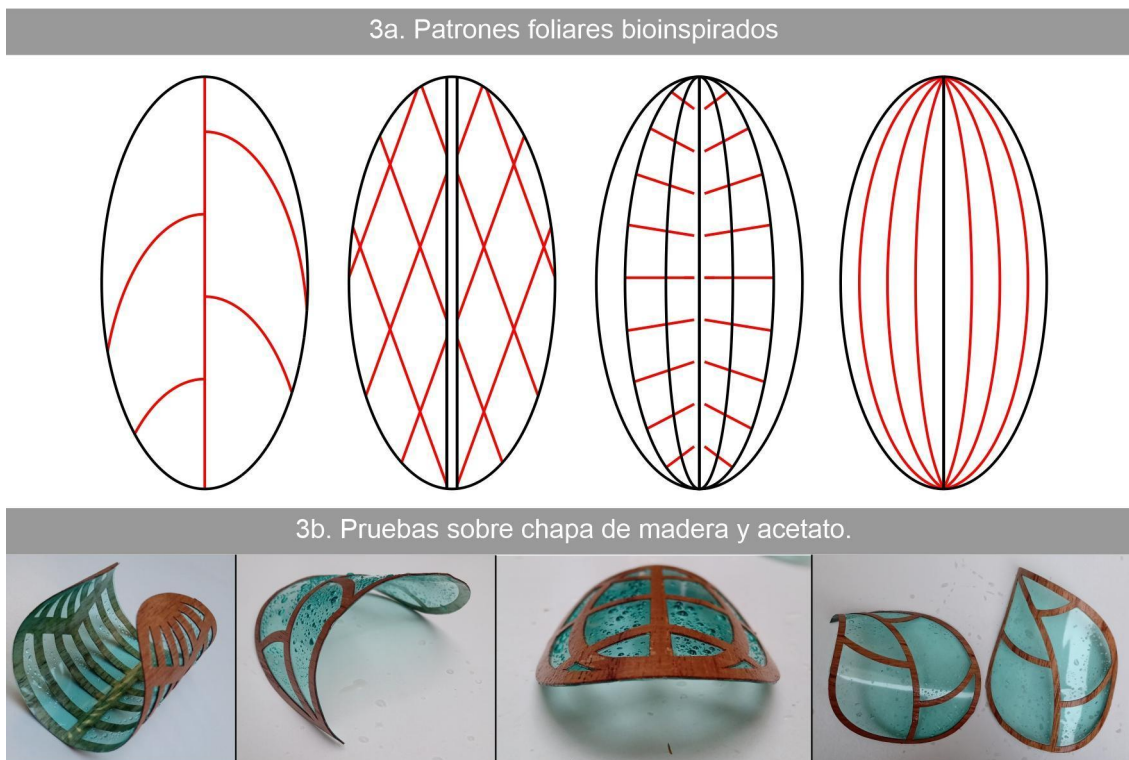
¿Cómo transferir las características observadas a la generación de superficies espaciales a partir de medios y tecnologías de fabricación digital para determinar estrategias morfogenerativas? Nace la necesidad de identificar aquellos casos de observación que, por un lado puedan reproducirse y, por otro, sean lo suficientemente diferentes para obtener resultados heterogéneos y permitir generar lógicas generativas con cierto grado de variabilidad. Lo que llevó a seleccionar cuatro modelos de estudio, sobre los que se profundizará el análisis. Gracias al recorte mensurable de los números de ejemplares, y volviendo a la pregunta anterior, se procede a realizar una abstracción geométrica lo más simple posible para tener de base como referente de cada una.

La simplificación se basó en dibujar en dos dimensiones los rasgos característicos en cuanto a la dirección y posición de los nervios principales, como así también respecto a los secundarios y terciarios, pero al mismo tiempo reducir su cantidad, siendo posible luego multiplicar las venas intermedias conforme la transformación entre los establecidos. En la figura 3a se muestran los cuatro patrones abstractos bioinspirados. Las líneas no poseen espesor, dejando esa variable junto con el número de ramificaciones, para ser adaptadas según la técnica de conformación material de prueba. La limitante se mantiene en una elipse, la idea de dejar fija esta referencia morfológica y observar qué sucedía a partir de la estructuración interna acotaba los parámetros. La intención de, posteriormente, variar la envolvente se encontraba considerada, sin embargo la sistematización necesitaba empezar por un punto de partida común.

En este momento, y gracias a los medios digitales, se contaba con el dibujo vectorial de cuatro lógicas de estructuración de superficies espaciales bioinspiradas en hojas, lo que permitía seleccionar una técnica de materialización y adaptar a los requerimientos de la misma, en cuanto a

espesores, escala, materiales, entre otros. La experimentación material sería el siguiente paso a explorar.

Figura 3: Abstracción geométrica y pruebas materiales



María Varela

Momento 5: vinculación con otras líneas de investigación, experimentación material

El hecho de desarrollar la tesis en el marco del proyecto de investigación “Morfologías en transformación mediadas por tecnología digital” hizo posible establecer vínculos con otras líneas de exploración dentro del mismo y también generar nuevos lineamientos a partir de mi trabajo. A continuación detallo los casos:

La pasante con crédito académico Brenda Pitkowski realizó la investigación “Impresión 3D sobre textiles. Superficies programables, en relación con estructuras bioinspiradas” centrada en el desarrollo de láminas de tela elásticas, estructuradas mediante el uso de impresora 3D. La pregunta que encabezaba su labor era: ¿Cómo replicar la técnica de estructuración con impresión 3D en materiales elásticos? Tomando como punto de partida referente un trabajo realizado por Cathryn Mc Anespy para la universidad de UDK en Berlín, proporcionado por mi investigación, comenzó pruebas físicas con el objeto de entender la lógica de la tecnología y luego poder transferir los requerimientos observados aplicándolos a los patrones foliares resultantes de la abstracción previa que había elaborado.

En la figura 4a se muestran los resultados obtenidos en relación con las pruebas realizadas con esta técnica y los patrones. Si bien puede entenderse como una continuación de una rama de mi tesis, es evidente que al mismo tiempo se abre otra línea exploratoria que es independiente pudiendo ser retomada y desarrollada bajo otros criterios, alejándose de la temática que abordo. Brenda, más allá de las superficies espaciales bioinspiradas que obtuvo, desarrolló las habilidades técnicas, lo que permite su uso y sistematización a partir de nuevos lineamientos de investigación.

De manera paralela el estudiante Bruno Felizzola comenzó a explorar un método para generar superficies espaciales mediante el uso del aire como elemento motor de la estructura resultante. El antecedente directo con el que contaba era un ejercicio, en el grado, de generación para desarrollables inflables que se realiza en la materia Morfología 2 de la cátedra Muñoz en Diseño industrial, FADU, UBA. ¿Cómo replicar la técnica de estructuración con aire a partir de superficies desarrollables bioinspiradas en hojas? En una primera instancia y con la idea de comprender el procedimiento necesario, se dispuso a investigar referentes que luego lo ayudaron frente a las pruebas materiales, tal es el caso del trabajo de MotorSkins que dedica su estudio a la intención de integrar textiles a soft robots para aplicaciones médicas buscando soluciones para condiciones de debilidad muscular y discapacidades motoras, de donde pudo extraer una metodología que resultó fundamental para su desarrollo. En cuanto a la tecnología en sí misma, le fue muy útil el manual de Adriana Cabrera para Fabric Academy, quien brinda tips en la elaboración casera con el uso de elementos accesibles a la hora de reproducir la estrategia de termosellado de las láminas plásticas dejando circuitos libres para el pasaje del aire. Al determinar los requerimientos para la construcción de los inflables en una escala háptica procedió a realizar ensayos con los patrones foliares bioinspirados propuestos por mi tesis.

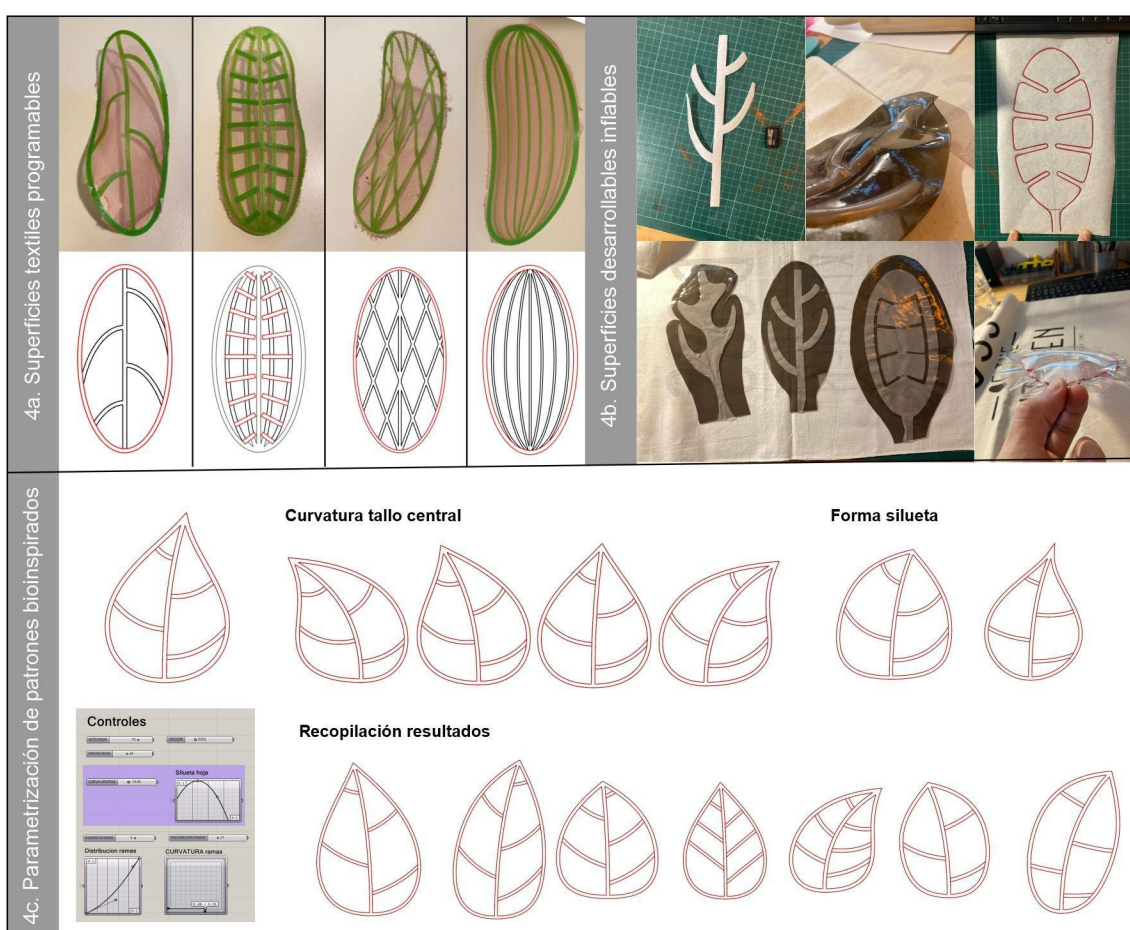
En la figura 4b se muestran los resultados obtenidos, la transferencia a esta técnica demandó otras consideraciones, sobre todo en cuanto a los espesores de las líneas de los nervios que demandaban una escala mayor. Al igual que en el caso de B. Pitkowski, la excusa para la búsqueda nace a partir de mi investigación, sin embargo el desarrollo continúa a modo de lineamiento propio del pasante donde la importancia radica en el análisis de diferentes configuraciones posibles, las técnicas y materiales óptimos para la exploración, así como también la definición de los parámetros a tener en cuenta para potenciar las cualidades del aire y su concordancia con los circuitos. La pregunta que B. Felizzola se encuentra explorando en la actualidad, ¿Cuáles son los procesos y las metodologías para traducir las transformaciones y propiedades físicas de la naturaleza en soluciones del diseño industrial?, tiene de antecedente la relación con mi proyecto pero se desprende y toma un nuevo rumbo.

Por otro lado tenemos el caso del pasante Gabriel Arazi, quien desarrolló algoritmos que hicieron viable parametrizar los patrones bidimensionales foliares bioinspirados. En la figura 4d vemos gráficamente el desarrollo que logró en Grasshopper. Las características que parametriza de cada modelo

hacen que sea posible su rápida visualización, otorgando una contribución muy rica, respondiendo a la pregunta de mi investigación: ¿Cómo obtener variabilidad a partir de un patrón para ajustar de manera sistemática la configuración requerida para diferentes técnicas de materialización?

Posteriormente y a partir del trabajo de Brenda Pitkowski antes explicado, se propuso desarrollar un algoritmo en Grasshopper con la intención de imitar la conducta del textil programable sin la necesidad de realizar la prueba material, optimizando el proceso proyectual. Como puede verse este desarrollo configura una nueva línea de investigación propia del estudiante y responde a la pregunta: ¿Es posible replicar digitalmente el comportamiento de los textiles programables?

Figura 4: Desarrollos de pasantes en proyecto de investigación



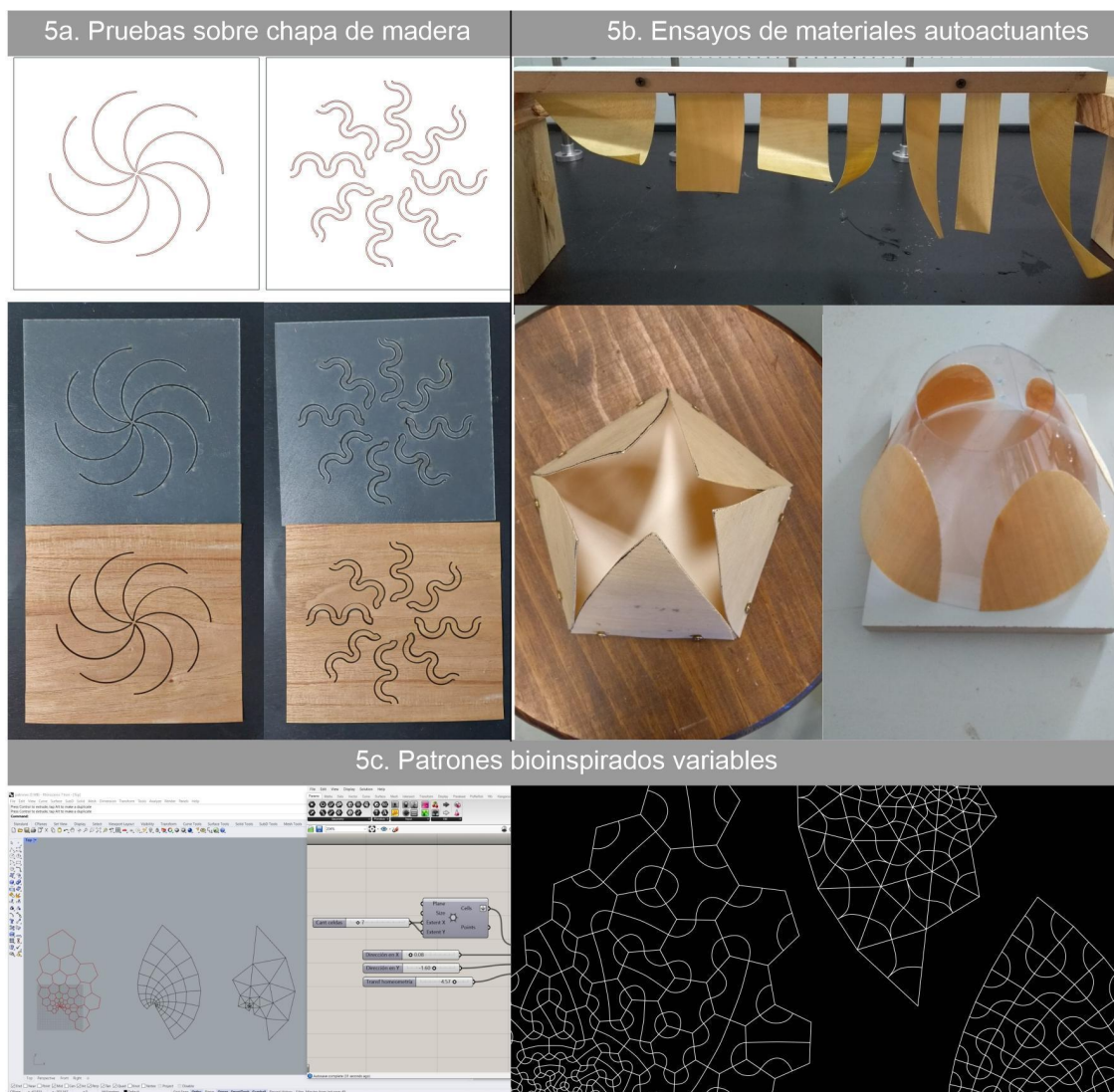
María Varela, Bruno Felizzola, Brenda Pitkowski y Gabriel Arazi

Una línea abordada por el proyecto se corresponde con los materiales autoactuantes y sus posibilidades de transformación por agentes naturales externos. Bajo este lineamiento se encuentra trabajando el D.I. Nicolas Aversente, quien toma de origen para sus pruebas de materialidad el trabajo realizado por Steffen Reichert, Achim Menges y David Correa quienes desarrollan el paper "Meteorosensitive architecture: Biomimetic building skins

based on materially embedded and hygroscopically enabled responsiveness". Nicolás procura replicar el ensayo y definir la técnica necesaria para obtener formas controladas en láminas de madera y determinar su modificación de acuerdo con el grado de humedad que tengan, una muestra de esta experimentación puede apreciarse en la figura 5b. Según su exploración y con los conocimientos generados por él, me pregunté: ¿Cómo generar superficies espaciales con los patrones foliares bioinspirados a partir de materiales autoactuante? Con el cruce de ambos lineamientos de investigación surgió la transferencia de los modelos 2D bioinspirados a la chapa de madera a modo de estructuración, usando acetato de soporte laminar. En la Figura 3b vemos los resultados formales, las conclusiones de esta prueba aportaron tanto al proceso de Nicolás como al mío, por ejemplo al probar los patrones en una escala menor a la que él hasta ahora había utilizado, donde él pudo verificar si situaciones similares o diferentes generadas por el cambio dimensional. Su aporte hizo que mi exploración partiera de consideraciones básicas ya probadas, lo que ayudó a una rápida verificación material.

El entrecruzamiento de ambas líneas indagatorias devino en la exploración del pasante Julián Marinoni que desarrolló su trabajo bajo la pregunta: ¿Cómo es posible obtener las formas deseadas a partir del estudio del comportamiento de la chapa de madera frente a la humedad que posea? En una primera instancia realizó pruebas para comprender la conducta del material y verificar las observaciones obtenidas en la investigación de N. Aversente y mía; para pasar a una segunda etapa donde se enfocó en lograr una forma deseada poniendo en juego lo adquirido. En la figura 5a pueden verse algunos de los ensayos materiales que elaboró para su pasantía con crédito académico.

Existe una vinculación más con la investigación de la D.I. Rocío Nerón Coiro y su tesis de maestría en Diseño Interactivo, FADU, UBA, "Recursos interactivos para el diseño de organizaciones modulares variables". En este caso el contacto es tangencial pero de gran aporte para ambas partes. Dentro de su búsqueda enmarcada en la variabilidad del motivo y mi interés por el desarrollo de superficies espaciales bioinspiradas nace la pregunta ¿Qué similitudes existen entre las características de la lógica natural de estructuración y las del módulo postindustrial? Con un enfoque proyectual bioinspirado y la utilización de principios observados en la naturaleza, como la repetición modular y la autosimilitud a diferentes escalas, de forma conjunta exploramos su aplicación en proyectos de nuestra disciplina, particularmente en la creación de configuraciones reticulares utilizando el software de modelado paramétrico Grasshopper de Rhinoceros. Dicho método permite experimentar con distintas configuraciones y ajustes de parámetros para generar patrones complejos inspirados en la naturaleza. El objetivo fue integrar elementos variables de manera intencional en el Proyecto, facilitando un proceso iterativo que invita explorar diversas posibilidades creativas y crear estructuras que reflejan el lenguaje natural. En la Figura 5c se muestran los resultados formales obtenidos.

Figura 5: Exploraciones vinculadas

María Varela, Rocío Nerón Coiro, Julián Marinoni y Nicolás Aversente

Conclusiones

Al analizar el recorrido de mi exploración se puede observar cómo las preguntas de investigación dirigen los llamados momentos, desencadenando en cuestionamientos cada vez más específicos a medida que avanza el estudio, delimitando los alcances y encauzando la temática de manera intrínseca. De forma análoga, y a partir de la posibilidad de desarrollar la tesis dentro del marco de un proyecto UBACyT se entrecruzan conocimientos enriqueciendo y dando valor a la producción del conjunto. Considerando mi desarrollo, podría tomar como centro mis indagaciones y comenzar a trazar líneas que se abren y dan pie a nuevos caminos cuya exploración se vuelve particular, creando al mismo tiempo vinculaciones y antecedentes, lo que configura una trama donde el trabajo en equipo se nutre y ofrece nuevas oportunidades a ser desarrolladas.

La labor de los otros integrantes y pasantes del proyecto de investigación ha enriquecido la propia de múltiples maneras significativas. La diversidad de perspectivas admite el planteo de varios enfoques a una misma temática; la colaboración activa ha facilitado el intercambio constante de ideas y la discusión de resultados preliminares, lo que fue fundamental para ir refinando la hipótesis, ajustar las metodologías abordadas y evaluar las conclusiones obtenidas; la retroalimentación constructiva recibida durante los encuentros de trabajo en equipo y las revisiones periódicas de los avances ha sido de gran ayuda para identificar aquellas áreas a mejorar y para fortalecer la argumentación teórica de mi hacer proyectual.

En cuanto al enriquecimiento que mi investigación ha proporcionado al trabajo de los demás integrantes y pasantes del proyecto puedo reconocer que ha expandido el alcance originando nuevas líneas de desarrollo; los conocimientos y resultados que he generado han servido como punto de anclaje para validar y/o contrastar los hallazgos obtenidos por los otros miembros del grupo configurando una validación cruzada; la sinergia producida por mi exploración y el resto de los compañeros generó ideas originales y cuestionamientos a investigar, lo que ha propiciado el surgimiento de nuevos lineamientos en exploraciones académicas. De esta manera, las preguntas de investigación marcan el norte, nos ayudan en la indagación, construyendo marcos de referencia, estableciendo alcances y creando nexos entre proyectos.

Bibliografía

Agkathidis, A. (2009). Modular structures in design and architecture. Amsterdam: B/S Publishers.

Bernsen, J. (2004). Bionics in Action. StoryWorks.DK

Cassier, E. (1945). Antropología filosófica. Fondo de cultura Economica.

Carpó, M. (2009). La desaparición de los idénticos. La estandarización arquitectónica en la era de la reproductibilidad digital. La digitalización toma el mando. Barcelona: Gustavo Gili, 59-67.

Doberti, R. (2008). Espacialidades. Buenos Aires: Infinito.

Doberti, R., & Giordiano, L. (2020). Sistemática de las conformaciones. Buenos Aires: Infinito.

Doczi, G. (1996). El poder de los límites. Shambala Publications, Inc.

Escario, María. (2020). Arquitectura y Naturaleza. Escuela técnica superior de arquitectura de Madrid, Ideación gráfica arquitectónica.

Fraile, M. (2011). Morfogénesis digital: la creación de un paradigma sostenible. Universidad de Buenos Aires.

Kolarevic, B. (2001). Digital Fabrication: Manufacturing Architecture in the Information Age. In Proceedings of the twenty-first annual conference of the Association for Computer-Aided Design in Architecture.

Macnab, M. (2012) Design by nature. New Riders

Muñoz, P., & Sequeira, A. (2009). La Morfología en el contexto de las tecnologías de fabricación digital. En VII Congreso Nacional y IV Internacional de SEMA- Sociedad de Estudios Morfológicos de la Argentina, Sema, Tucumán.

Muñoz, P. (comp.) (2010) Líneas Espaciales. Ediciones de la Forma. Buenos Aires

Muñoz, P. (comp.) (2011) La flexibilidad en la generación de formas. Ediciones de la Forma, Bs As.

Muñoz, P. (comp.) (2019) Diálogos entre morfología y fabricación digital. Ediciones de la Forma, Bs As.

Muñoz, P., Sequeira, A. (2009) La Morfología en el contexto de las tecnologías de fabricación digital. Publicado en CD en libro de VII Congreso Nacional y IV Internacional de SEMA- Sociedad de Estudios Morfológicos de la Argentina, Sema, Tucumán.

Papaneck, Victor.(1977) Diseñar para el mundo real. Ecología humana y cambio social. Hermann Blume, Madrid.