

PROYECTO DE GRADUACIÓN

TRABAJO FINAL DE GRADO

CUERPO

B

Diseño Interdisciplinar

La biofabricación como una alternativa textil
sustentable

Florencia Mara

95570

Diseño de Indumentaria

Creación y Expresión

**Diseño y Producción de Objetos, Espacios e
Imágenes**

17/09/20



Facultad de Diseño
y Comunicación

Índice

Introducción	3
Capítulo 1: Diseño urgente	12
1.1. Contexto histórico	12
1.1.1. El Antropoceno y la cultura del descarte	15
1.2. Biomímesis y Economía circular	18
1.3. Moda vs. Diseño sostenible	20
Capítulo 2: Materiales contemporáneos	23
2.1. Materiales de la industria textil, fibras renovables y el consumo de agua	23
2.1.1. El uso de productos químicos y energía	25
2.2. Activismo Material	27
2.2.1. Materiales DIY y Alquimia Material	29
2.3. Biofabricación y biomateriales	31
2.4. Experiencia Material	33
Capítulo 3: Desarrollo biomaterial: una alternativa posible	36
3.1. Taller biomaterial	36
3.2. Bioplásticos	38
3.3. Biocompuestos	42
3.4. Biotextiles	47
Capítulo 4: Posibilidades materiales: celulosa bacteriana y micelios	52
4.1. Celulosa bacteriana, origen y fabricación	52
4.2. Bioaglomerado de micelio, origen y fabricación	55
4.3. Propiedades y características materiales	59
4.3.1. Teñido natural: posibilidades cromáticas	64
Capítulo 5: UTOPIA: colección de Diseño	67
5.1. Partida conceptual, usuario e intención de diseño	67
5.2. Causa material: biocuero bacterial y biocompuestos como alternativa textil	69
5.2.1. Bioaglomerado de Girgola como sustituto de los avíos plásticos y metálicos	73
5.3. Causa estructural y funcional	75
5.4. Causa sintáctica y estética	76
5.5. Causa pragmática: procesos de diseño	79
5.5.1. Representación visual y gráfica	81
Conclusiones	84
Lista de Referencias bibliográficas	90
Bibliografía	93

Introducción

El presente Proyecto de Grado titulado *Diseño Interdisciplinar: La biofabricación como una alternativa textil sustentable* se encuentra dentro de la categoría Creación y Expresión y bajo la línea temática Diseño y Producción de Objetos, Espacios e Imágenes. Por un lado, se ubica dentro de esta categoría al buscar la creación prendas de características novedosas como resultado de un proceso de investigación. Se toma la línea temática mencionada ya que luego del necesario análisis, se procederá al desarrollo de textiles y avíos biofabricados para el diseño de una colección de indumentaria.

El Proyecto de Grado surge del interés de investigar nuevos paradigmas de producción en el contexto de la industria textil como la segunda más contaminante del planeta. La sobreproducción, de la mano de procesos de producción sumamente nocivos y el sobreconsumo resultan ser los ejes de las problemáticas medioambientales. Por ello se ha considerado importante repensar maneras de producir y consumir para dejar atrás la cultura del descarte. De tal forma, la pregunta problema se formula de la siguiente manera: ¿Cómo se puede crear una colección de prendas utilizando materiales biofabricados que beneficien al campo de la indumentaria?

Se entiende que en este contexto el desafío de los diseñadores actuales se encuentra en generar una industria más diversa, que se comprometa y aproveche mejor sus recursos. Es en este sentido que se encuentra a la fusión de disciplinas como respuesta. La biofabricación intersecta la biología, la ingeniería y el diseño para proponer una solución sustentable y de bajo costo a la producción de nuevos materiales. Se plantea cultivar y hacer crecer los objetos en lugar de manufacturarlos. Esto crea un cambio de paradigma en la economía lineal establecida desde la Revolución Industrial que consiste en tomar, fabricar y tirar para dar paso a una economía circular en donde el descarte y la basura no existen: los materiales al ser biodegradables vuelven a su lugar de origen. De tal forma el objetivo principal es desarrollar una colección de indumentaria experimental que contribuya a la concientización y al cuidado medioambiental al utilizar

biocuero bacterial y biocompuestos como alternativas textiles y bioaglomerado fúngico como alternativa de avío. Se busca, por un lado, comprobar si conjugando distintas disciplinas se puede promover un cambio en la industria de la moda, teniendo como enfoque la naturaleza y la biología para la creación de materiales. Por otro lado, comprender cómo estos materiales se pueden aplicar a la creación de una prenda y cuáles son sus posibilidades y desafíos en relación a un textil convencional.

Del objetivo principal se desprenden algunos objetivos secundarios en relación con la investigación y profundización de la temática planteada. Por un lado y en el sentido de contextualizar la problemática, se busca analizar la era del antropoceno y la cultura del descarte para así comprender el consumo actual y la crisis ambiental. Luego, al vincular la problemática con la industria textil, indagar acerca del surgimiento de nuevos métodos de producción en el concepto de la indumentaria. De tal forma, enunciar las diferencias entre la moda de tipo *fast fashion* y la moda sostenible para así analizar la importancia de la fusión de disciplinas como forma de acceder a innovaciones sustentables, buscando desarrollar las posibilidades materiales que brinda la biofabricación.

Se considera que el Proyecto de Grado conjuga las siguientes materias: Técnicas de Producción 1 y 2 junto con Diseño de Accesorios 2. En Técnicas de Producción 1 se aborda el proceso que exigen las diferentes materias primas para la creación de un textil. En Técnicas de Producción 2 se analiza el proceso de producción y los recursos disponibles, desde la moldería hasta el corte y la confección. Por último, en Diseño de Accesorios 1 se recorre el proceso de producción para el diseño de autor y el desarrollo del discurso visual, plasmando la mirada autoral en el diseño. Se entiende que las materias Técnicas de Producción 1 y 2 brindan las herramientas para comprender qué procesos contribuyen negativamente al planeta y desde dónde buscar alternativas, mientras que la materia Diseño de Accesorios 1 se vincula con la forma en la que se puede expresar coherentemente este proceso en una creación.

Para la realización del presente Proyecto de Grado se utilizaron los antecedentes institucionales que se mencionan a continuación. Éstos en su mayoría comprenden

proyectos realizados por estudiantes de la Universidad de Palermo. Si bien se encuentran en distintas disciplinas, todos tienen como eje la búsqueda de respuestas sustentables a las problemáticas medioambientales.

En primer lugar, se cita el Proyecto de Grado de Marini (2013) que se titula *El diseñador de modas como eco-revelador: La comunicación como principal propulsora de la expansión ecológica de la industria textil*, el cual se encuentra dentro de la categoría de Ensayo y en donde se realiza un análisis sobre el concepto de sustentabilidad en relación con la moda. La autora aborda las diferentes alternativas sustentables que existen en la actualidad en la industria de la indumentaria y textil, haciendo énfasis en las diferentes fibras y sus procesos de producción y reflexiona sobre el rol del diseñador como el principal comunicador para incentivar la producción y consumo de este tipo de indumentaria. Para Marini, el diseñador eco-revelador es aquél que busca aplicar la ecología a la indumentaria y modificar los métodos de producción convencionales.

Otros Proyectos de Grado que se encuentran dentro de la categoría de Investigación indagan sobre los problemas que abarcan los procesos de producción textil buscando comprender la necesidad de nuevas alternativas. Por un lado, en el Proyecto de Grado de Monteserin (2013) titulado *Diseño sustentable de Indumentaria y textil: Alternativas para su desarrollo en Argentina* se elabora una investigación cualitativa y cuantitativa que busca mostrar el creciente deterioro del medioambiente en relación con la industria textil, categorizando los distintos tipos de fibras, su obtención, cadena productiva y procesos de acabado. Se exponen allí alternativas sustentables en el Diseño y en las empresas y diseñadores pioneros, para dar lugar a ciertas propuestas viables de Diseño sustentable en Argentina, a saber: la utilización de algodón orgánico como materia prima, la adquisición y reutilización como materia prima de prendas de segunda mano y la revalorización de las técnicas artesanales a través de la utilización de la mano de obra autóctona. Asimismo, el Proyecto de Grado de Suárez (2010) titulado *Producción textil sustentable y diseño renovable* abarca la problemática del desabastecimiento de recursos naturales y la degradación del medioambiente generados en la industria de la

indumentaria con el fin de generar consciencia y de formular un textil sustentable para el diseño de una colección de características renovables. Luego de realizar una extensa categorización de los recursos necesarios para producir y sus dificultades, muestra alternativas para generar un mejor aprovechamiento de éstos, proponiendo los siguientes ejes: la energía, las fibras naturales y químicas, los colorantes y el agua. A partir de ellos, propone una colección de indumentaria que busca provocar el menor daño ambiental posible. Para ello se fusionaron fibras amigables con el ambiente con materiales reutilizados y se utilizaron colorantes de origen natural.

Entre los Proyectos de Graduación que se ubican en la categoría Creación y Expresión y pueden considerarse relevantes para el presente proyecto, se destaca Desio (2017) con su Proyecto de Grado titulado *Tejidos poliméricos: Repensando en diseño textil en la era de la sustentabilidad* analiza y cuestiona el sistema de consumo actual y como éste afecta al ecosistema. El eje se centra en el exceso de residuos generados en la vida cotidiana de un individuo inmerso en el modelo económico actual y en como este fenómeno se traslada a la indumentaria. Fusionando los residuos cotidianos con las problemáticas que suponen los procesos textiles, propone la realización de un textil sustentable a partir de desechos de bolsas plásticas. Para ello se realiza una investigación sobre los materiales (polímeros) que componen a las bolsas plásticas y cuales pueden ser utilizados para desarrollar un tejido. A su vez, se clasifican los distintos métodos de hilandería y tejeduría existentes para así seleccionar los más adecuados, describiendo los resultados a través de un catálogo de propuestas textiles realizadas con bolsas plásticas.

También fueron considerados Proyectos de Graduación con un enfoque interdisciplinar vinculando la Biología con el Diseño. McGuire (2013) presenta un Proyecto de Graduación titulado *Discípulos de la naturaleza: Biomimética e indumentaria infantil*. Si bien su desarrollo no se enfoca en lo textil, comparte el punto de partida y el interés por buscar soluciones sustentables que partan de la naturaleza. La autora indaga sobre los principios de la Biomimética como solución a problemáticas ambientales. Busca crear y

fomentar prácticas que tengan como base la Biomimética en relación con la industria de la indumentaria. Es decir, busca ideas y soluciones en procesos de la naturaleza y la biología que tengan en cuenta el cuidado de los recursos naturales y el medioambiente. En el trabajo se contextualizó la necesidad de soluciones sustentables en indumentaria, se desarrolló el concepto de diseño textil sustentable y se categorizaron los distintos elementos que constituyen la creación de una prenda. Articulando estos elementos, se llegó a la creación de una colección de prendas para niños que buscó imitar la naturaleza desde un punto de vista visual y funcional.

Mariño (2017) en su Proyecto de Grado titulado *Diseño consciente: Aplicación del cuero de champiñón Muskin en el calzado* aborda la crisis medioambiental desde el punto de vista del diseño de calzado. Éste explica como el cuero en su proceso de producción resulta nocivo para el ambiente y como también lo son las alternativas sintéticas existentes, llegando incluso a afectar la salud del usuario. Propone entonces la creación de una colección de calzado realizada con cuero Muskin, un tipo de cuero biodegradable producido a partir de un hongo que por sus propiedades y proceso de producción resulta amigable tanto para el ambiente como para el usuario. Para ello hace énfasis en combinar lo sustentable con lo funcional y realiza un extenso análisis acerca de cómo incorporar este nuevo material en la horma y el proceso de moldería, la cual busca ser de bajos residuos.

A partir del interés de crear un material de características biomiméticas y, al mismo tiempo, relacionado al Diseño Industrial, se analizaron los Proyectos de Graduación de Tarquini (2012), Cornejo (2018) y Peralta (2019). En primer lugar, Tarquini (2012) presenta en su Proyecto de Grado titulado *Modelo naturaleza: ¿Es posible la simbiosis tecnosfera-biósfera? Reinserción de los sistemas naturaleza* un profundo análisis sobre la relación entre la biósfera y la tecnosfera. Éste reflexiona sobre el ciclo de productos y materiales de acuerdo al sistema actual, cuestionando sus fallas y mostrando la necesidad de un cambio de paradigma a través de la Biomimética. A su vez, se investiga la estructura actual de utilización de recursos de la tecnosfera y se cuestionan sus

procesos lineales — así como también se cuestionó el comportamiento del hombre industrializado — para concluir que ésta (la tecnosfera) no encaja en la ecosfera que lo contiene. Así pues, el eje del proyecto se ubica en la relación del hombre con el medio ambiente y la naturaleza, analizando si es posible su simbiosis. Para ello se investiga la aplicación de la Biomímesis como estrategia viable para alcanzar el equilibrio y se exploran distintas alternativas para la realización de un producto masivo que no repercuta negativamente en la biosfera, rediseñándolo para detentar un aprovechamiento cíclico. Se toma como punto de partida a la botella de plástico de 500 ml para proponer tres alternativas: una biodegradable, una reutilizable y otra cuyo diseño permite acelerar el proceso de reciclado.

El Proyecto de Grado de Cornejo (2018), titulado *Materiales verdes: aplicación industrial y comercial de bioplásticos en la industria de objetos descartables*, explora y analiza la capacidad de la industria regional para desarrollar productos con bajo impacto ambiental a partir de la biomasa, generando plásticos biodegradables. Para ello, en primer lugar se muestran los peligros que supone el uso desmedido de productos descartables realizados a partir de materiales no biodegradables, enfocándose en el modelo de *take-away* y *delivery* que utilizan los negocios de comida. Asimismo, realiza un extenso análisis del desarrollo sustentable existente y los ejes a tener en cuenta para el rediseño de un envase. Entre ellos el impacto ambiental, el ciclo de vida y la huella de carbono de un producto. Finalmente, se muestran distintas alternativas de materiales existentes centradas en la biodegradabilidad, sustentabilidad y su realidad proyectual, dando lugar a su propuesta de diseño: una bandeja descartable realizada con poliláctico, un material que se obtiene a través del almidón de distintos vegetales que tiene bajo impacto ambiental y se degrada con rapidez. De manera similar, el Proyecto de Grado de Peralta (2019) titulado *Cultivando objetos: embalaje biofabricado para el Mercado Ecommerce* sugiere alternativas materiales para la industria del *ecommerce*, otra área que requiere del uso de embalajes descartables que son comúnmente realizados a partir de materiales contaminantes y difícilmente degradables. Luego de medir el impacto

ambiental de estos materiales, analiza la industria del *packaging* para desarrollar cómo podría aplicarse la biofabricación en la creación material de estos productos. Finalmente expresa como propuesta la creación de una línea de *packaging* que consiste en una caja realizada a partir aglomerado de micelio y foil realizado con kombucha.

Por último, se toma como referencia el ensayo de Baima (2018) que se expone en el Cuaderno n° 70 de la Universidad de Palermo, el cual se titula: *El proceso de diseño desde la génesis de materiales*. Este ensayo analiza al diseño como objeto de co-creación en el marco de un cambio de paradigma en las tecnologías y modos de producción, en donde se les demanda a las industrias manufactureras una creciente diferenciación de sus productos. Asimismo, se expone la existencia de una vinculación creciente entre los productos y valores de sustentabilidad social, ecológica y cultural, así como la relevancia de las actividades de base tecnológica. Es en este sentido que se busca promover el desarrollo de nuevos materiales que sean generadores de nuevas oportunidades partiendo de la co-creación e incorporando lógicas sustentables a partir de materiales que sean eficientes, sensibles, dinámicos y como resultado de un proceso de creación consciente. Desde este enfoque se toman a la ciencia, la tecnología y al diseño como ejes, siendo este último una herramienta colaborativa para vehicular y dar soluciones factibles. Se exponen tres ejemplos de materiales realizados en Argentina que buscaron, mediante la co-creación, romper el paradigma de los sistemas de producción lineales para dar lugar a sistemas cíclicos e interactivos. Desde esta lógica se hace visible como el diseño puede ampliar sus posibilidades proyectuales a través de la co-creación de nuevos materiales que se dirigen hacia el nuevo paradigma de la sostenibilidad.

En cuanto al estado del arte del presente Proyecto de Grado, se toma a Suzanne Lee como la precursora de la creación de un material biofabricado en relación con la indumentaria. Su estudio constituye la base de este Proyecto ya que se investigan las diferentes posibilidades materiales que se desprenden de esta óptica. En la conferencia Ted que realizó Lee (16 de junio, 2012) se expone el origen del material y su proceso

de producción. En la búsqueda de encontrar textiles que vistan al futuro para su libro *Fashioning the Future: Tomorrow's Wardrobe*, Lee se puso en contacto con un biólogo que le permitió pensar la creación material desde otra óptica: a través de microorganismos y bacterias. Utilizando una receta a base de kombucha — un té producido por una simbiosis de bacterias, levaduras y otros microorganismos — genera un textil parecido al cuero mediante la producción de celulosa en un proceso de fermentación. En la conferencia detalla la realización del material, demostrando que se puede hacer fácilmente en un hogar. Este puede ser cosido convencionalmente o, mediante una horma, tomar la forma deseada sin necesidad de costuras. Asimismo, destaca sus propiedades sustentables: se cultiva sólo lo que se necesita por lo que no hay desperdicio, se puede realizar reutilizando desechos de azúcar y es biodegradable. Por otra parte, el material no es impermeable lo cual da lugar a que se continúe la investigación sobre este material. De acuerdo con la autora, mediante la biología sintética se podría manipular la bacteria para lograrlo.

El presente Proyecto de Grado se estructura a partir de cinco capítulos. El primero, titulado *Diseño urgente* busca reconocer el compromiso que tiene el diseñador como motor del cambio. Se expone la crisis ambiental actual, su contexto sociológico y el vínculo con la indumentaria para dar lugar a los conceptos de economía circular y diseño sostenible.

El segundo capítulo, titulado *Materiales contemporáneos*, detalla el funcionamiento de la industria textil actual y sus falencias a los efectos de entender la necesidad de un cambio de paradigma en la creación de materiales. Se resalta la importancia de la fusión de disciplinas para llegar a innovaciones sustentables y se define el concepto de activismo material y biofabricación.

El tercer capítulo, titulado *Desarrollo biomaterial: una alternativa posible*, se centra en el trabajo de campo. Se dan a conocer los distintos tipos materiales biofabricados que se pueden utilizar para la creación de una prenda y se expone su desarrollo, clasificación y posibilidades materiales.

En el cuarto capítulo, titulado *Posibilidades materiales: celulosa bacteriana y micelios*, se profundiza acerca de las posibilidades de los biomateriales de origen biológico, así como sus alternativas cromáticas.

El quinto y último capítulo, titulado *UTOPIA: colección de Diseño*, describe aspectos y conceptos vinculados con la colección cápsula experimental titulada *UTOPIA*. Los materiales a utilizar para la colección se eligen a partir de la muestra de un catálogo biomaterial. En este catálogo se presentan los distintos tipos de materiales desarrollados a lo largo del PG, detallándose sus propiedades, características y posibilidades de aplicación en el campo de la indumentaria. Se describe asimismo la partida conceptual, el usuario y la intención de diseño para así tomar las decisiones de diseño aplicadas a este Proyecto de Grado. Estas decisiones se definen a partir de causas: material, estructural, funcional, sintáctica, estética y pragmática. Finalmente, se mencionan en forma específica las decisiones visuales y gráficas para la representación de Cuerpo C.

Capítulo 1: Diseño urgente

Tal como fuese indicado previamente, en este capítulo se busca reconocer el compromiso que tiene el diseñador como motor de cambio. Se expone la crisis ambiental actual, su contexto sociológico y el vínculo con la indumentaria para dar lugar a los conceptos de economía circular y diseño sostenible.

1.1. Contexto histórico

Se considera al diseño como una disciplina pensada como “forma de ajuste al contexto” (Alexander, 2019, p.131). El contexto puede entenderse como todo aquello que está por fuera de la forma, ya sea el ambiente, la temperatura o la luz pero también como el mundo social, económico y cultural que lo rodea. En indumentaria, el contexto se vincula con la relación entre el cuerpo y el objeto y en tal dirección cabe entender a los diseñadores como los mediadores entre el objeto y el sujeto. El objeto funciona como un símbolo cultural, social e ideológico en donde — sea intencional o no — se comunica una mirada o postura en relación con el entorno y las circunstancias. Diseñar es una acción responsable y simbólica que puede, por un lado, expresar el contexto de una época por mimesis u oposición o, por otro, ofrecer soluciones o respuestas a las problemáticas existentes, reinterpretando y recodificando los símbolos existentes. En este sentido, se entiende indispensable a la comprensión del mundo actual desde una óptica multifocal para así deducir la necesidad de nuevos paradigmas.

El mundo se ve atravesado por diversos factores que afectan su funcionamiento y se cuestiona constantemente el rumbo que está transitando la humanidad. En términos generales, la era actual se caracteriza por ser vertiginosamente instantánea y por anclarse al presente, existiendo variadas denominaciones para describirla: la era del consumo rápido, de la ligereza, de lo efímero, de la convergencia mediática. Todos estos términos, de una u otra manera, describen un mayor flujo de información transmitiéndose a también mayor velocidad, por lo que la manera en que esta información se codifica y decodifica ha cambiado significativamente. Resulta entonces

importante detenerse a comprender los orígenes de este fenómeno y la forma en que éste afecta al mundo.

Según Lipovetsky (2003), la sociedad actual se encuentra situada en la denominada era del vacío, formando a su vez parte de la era posmoderna la cual se define a partir del hombre posmoderno y su comportamiento. El hombre posmoderno tiene nuevas actitudes que se caracterizan por la apatía, indiferencia, deserción, narcisismo, nuevas modalidades de relación social y reducción de la violencia. El autor atribuye el conjunto de estos fenómenos a un mismo factor: el individualismo hedonista como el nuevo estado histórico propio de las sociedades democráticas avanzadas.

A su vez, el individualismo se vincula directamente con la aparición del consumo en masa en los años veinte que convirtió al hedonismo en el comportamiento corriente. Según el autor esta fue la gran revolución cultural de las sociedades modernas, en donde se da un gran movimiento individualista en el que — por primera vez en la historia — el ser individual es percibido y se percibe como fin último. El consumo en masa se generó a partir de la difusión a gran escala de los objetos, el surgimiento de la publicidad, la moda, los medios en masa y el crédito como medio de pago. El consumo comenzó a transformar la vida de la clase media y la sociedad comenzó a dirigirse hacia el culto al consumo y a la innovación, el tiempo libre y el placer.

En este sentido, el posmodernismo aparece como la democratización del hedonismo y la consagración generalizada de lo nuevo. El problema radica, según expresa el autor, en la consecuente desubstancialización del individuo. Con el surgimiento de la sociedad de consumo, la oferta abismal de objetos generó que se consuma a elevadas dosis y a modo de flash. Es así como la comunicación comenzó a estar al mismo nivel que la abundancia de mercancías y bajo la búsqueda constante de transformar deseos en necesidades, se abrió el paso a la propagación de los medios en masa y el universo de los objetos.

Con el universo de los objetos la publicidad, de la *mass media*, la vida cotidiana y el individuo ya no tienen peso propio, han sido incorporados al proceso de la moda

y de la obsolescencia acelerada: la realización definitiva del individuo coincide con su desubstancialización, con la emergencia de individuos aislados y vacilantes, vacíos y reciclables ante la continua variación de los modelos.

(Lipovetsky, 2003, p.107)

Los medios en masa y el constante flujo de información dieron a su vez lugar a los siguientes fenómenos: la obsesión por la información y la expresión y su inherente infoxicación. Por un lado, la obsesión por la información y la expresión genera que el acto de comunicación en sí mismo sea más importante que lo comunicado, lo que ocasiona un gradual vacío de contenidos, así como una pérdida de interés en el objetivo y en el público. Como expresa Lipovetsky (2003), existe una necesidad de expresarse en sí, aunque sea para sí mismo, comunicar por comunicar, expresar solo por el hecho de expresar, es decir, la lógica del vacío.

Por otro lado, la infoxicación hace referencia al exceso o sobrecarga de información que genera que los contenidos mostrados no sean propiamente registrados y procesados. La plétora de información y su velocidad impiden una correcta profundización de las temáticas planteadas y han cambiado la forma en la que los seres humanos procesan la información. A su vez, esto implica que cuando se logra profundizar en un contenido, éste es rápidamente reemplazado por otro.

Ambos fenómenos han logrado una consecuente apatía ante el otro y el mundo. Lo cual, llevado a cuestiones públicas, sociales o políticas, supone sus riesgos. De esta forma “las cuestiones públicas, incluida la ecología, se vuelven ambiente, movilizan durante un tiempo y desaparecen tan deprisa como aparecieron” (Lipovetsky, 2003, p.41).

Resulta importante mencionar que el constante flujo de información también logró una generación de individuos hiper-conscientes ante las problemáticas del mundo actual. Estos individuos buscan ir en contra de la indiferencia total generada por los fenómenos anteriormente mencionados y proponen una visión empática que contrarreste la era del vacío.

1.1.1. El Antropoceno y la cultura del descarte

Se considera que el modelo de consumo actual se remite directamente a la Revolución Industrial. La misma dio lugar a nuevos modelos tanto económicos como socioculturales que resultaron en la concepción geológica denominada por Paul Crutzen como *Antropoceno*, en donde las actividades humanas comenzaron a tener un impacto global significativo en el clima y los ecosistemas de la Tierra.

El sistema industrial trajo consigo la intensificación de ritmos de vida y trabajo — o rapidación — de la mano del hiperdesarrollo tecnológico en tanto la velocidad de las acciones humanas comenzó a contrastar con el ritmo de la evolución biológica. Así se comenzó a perder gradualmente la conexión del ser humano con la naturaleza y el sentido de ser parte de ella. Bajo este modelo, surge la concepción que existe una cantidad infinita de energía y recursos utilizables, cuya regeneración inmediata es posible y cuyos efectos negativos pueden ser fácilmente absorbidos por la naturaleza.

El ser humano y las cosas han dejado de tenderse amigablemente la mano para pasar a estar enfrentados. De aquí se pasa fácilmente a la idea de un crecimiento infinito o ilimitado, que ha entusiasmado tanto a economistas, financistas y tecnólogos. Supone la mentira de la disponibilidad infinita de los bienes del planeta, que lleva a estrujarlo hasta el límite y más allá del límite.

(Santo Padre Francisco, 2015, p.83)

El problema parecería encontrarse en que los objetivos del desarrollo tecnológico no se han orientado necesariamente al bien común o carecen de una óptica sostenible e integral. Es así como ciertas innovaciones tecnológicas de los últimos tiempos han implicado un consecuente deterioro de las condiciones del mundo y de la calidad de vida de la humanidad. Se analizan entonces a la industrialización y sus consecuencias en relación con la cultura del descarte como forma de comprender posibles alternativas y soluciones.

La industrialización trajo consigo a la economía lineal que consiste en tomar, fabricar y tirar y está enfocada en hacer un producto y venderlo al consumidor de manera rápida y económica. Los recursos son extraídos, toman forma como producto, se venden y son

eventualmente descartados para terminar en un basurero o incinerador. Este modelo cambió considerablemente la manera de consumir de los seres humanos y en general los productos están diseñados para que una vez finalizados o utilizados, sean descartados. A medida que la fugacidad y el cortoplacismo fueron ganando terreno, las relaciones humanas comenzaron a verse afectadas reduciéndose a canjes de uso y de utilidad, en donde todo puede tener precio y pocas cosas poseen valor. Esto da lugar a conceptos como obsolescencia programada y percibida, determinándose o programándose el fin de la vida útil de un producto ya sea porque éste se torna obsoleto o bien porque se lo percibe como tal. La obsolescencia se entiende como resultado directo de la sobreproducción y el sobreconsumo, fenómenos que en conjunto han generado que se produzcan cientos de millones de toneladas de residuos por año de los cuales como indica el Santo Padre Francisco (2015), en su gran mayoría no son biodegradables y se conforman de residuos domiciliarios y comerciales, de demolición, clínicos, electrónicos e industriales, existiendo también residuos altamente tóxicos y radioactivos.

El modelo actual de consumo y descarte desenfrenados junto con el aumento en la demanda de energía, tierra y agua parecerían ser los motores detrás de los cambios sin precedentes que se están presenciando. De acuerdo con las estadísticas que se presentan en el informe publicado en el 2018 por el Fondo Mundial para la Naturaleza se necesitarían 1,7 planetas para mantener el nivel de consumo actual y se estima que para 2050 serán necesario cinco mundos. El calentamiento global es otro factor alarmante: en los últimos cincuenta años la temperatura global se incrementó 170 veces más rápido que el ritmo natural. Entre varios otros visibles problemas, este factor genera que los ecosistemas marinos y de agua dulce estén enfrentando grandes presiones y que por ejemplo los arrecifes de coral — que ocupan menos de 1% de los océanos pero sirven de hábitat a un cuarto de los peces del planeta — desde el 2016 hayan sido declarados en estado terminal. A su vez, el calentamiento global tiene efectos sobre el ciclo de carbono y puede afectar la disponibilidad de recursos indispensables como el

agua potable, la energía y la producción agrícola de las zonas más cálidas y puede generar la extinción de gran parte de la biodiversidad del planeta (Santo Padre Francisco, 2015).

Lo que se cuestiona es como en un contexto contemporáneo, contando con un entendimiento claro de la naturaleza y sus limitantes y en donde se comprenden las devastantes consecuencias que se han heredado, tanto las industrias como los consumidores siguen operando de acuerdo a paradigmas que fueron desarrollados cuando los humanos tenían una comprensión muy diferente del mundo. Parecería que, como Luhmann afirma, “el problema es tratado, por tanto, como problema a largo plazo, con la idea de que la catástrofe es posible en todo momento, pero muy probablemente no mañana mismo” (1997, p.133).

Estas cuestiones están vinculadas con la cultura del descarte según denominación del Santo Padre Francisco. El autor vincula las problemáticas medioambientales con el sobreconsumo y por consiguiente sobre-descarte y como esto no solo afecta directamente al planeta sino también a los sectores más vulnerables de la población, quienes viven las consecuencias de primera mano.

En contraposición, se infiere la alternativa de trabajar en sinergia con la naturaleza para así poder enfocarse en un desarrollo que promueva soluciones sostenibles. En tal sentido cabe reconocer el funcionamiento ejemplar de los ecosistemas naturales, los cuales son completamente circulares. A modo de ejemplo, las plantas sintetizan los nutrientes que alimentan a los herbívoros; éstos a su vez alimentan a los seres carnívoros que proporcionan grandes cantidades de residuos orgánicos, lo cuales dan lugar a una nueva generación de vegetales.

Por el contrario y tal como fuese mencionado anteriormente, el sistema industrial actual es completamente lineal y, luego de finalizar el ciclo de producción y de consumo, no desarrolla la capacidad de absorber y reutilizar sus residuos y desechos. Lograr adaptar a este sistema un modelo circular de producción sería un modo de contrarrestar la cultura del descarte. El modelo circular supone limitar al máximo el uso de los recursos

no renovables y fomentar la moderación del consumo, maximizando así la eficiencia del aprovechamiento o la reutilización. De esta forma, se propende hacia un mayor compromiso con los recursos a los efectos que éstos puedan ser accesibles para todos y fundamentalmente para las generaciones futuras.

1.2. Biomímesis y Economía circular

En el contexto de una crisis ambiental, en la cual los recursos materiales son cada vez más escasos, la naturaleza ofrece su sabiduría. La biomimética o biomímesis es la práctica que consiste en emular el comportamiento y las estrategias de la naturaleza. Sus procesos y políticas de productos se inspiran en el mundo de los seres vivos (Benyus, 1997) teniendo como objetivo encontrar soluciones en la naturaleza y su auto-sustentabilidad. Asimismo, cabe tomar en cuenta la prevalencia de lo natural como el único modelo que ha perdurado por millones de años, planteándose el estudio de la naturaleza como forma de validar las transformaciones y procesos en lugar de frenarlos. La biomimética no es biología aplicada, sino que a través de la tecnología se replican procesos de la naturaleza. El fin no es utilizarla en forma directa para el beneficio propio, sino que se busca readaptar su sabiduría para los seres humanos. Esta sabiduría, como menciona Fletcher (2012), sostiene y alimenta a la economía y la sociedad, por lo que cuidar de la naturaleza no se entiende tan solo como un acto de altruismo. La biomímesis resalta la necesidad de aprender y apropiarse de los procesos que conforman a la naturaleza para frenar el desarrollo ininterrumpido de contaminación y residuos. Como explica Jalkh (2019), los procesos convencionales de construcción y fabricación de objetos se producen por lo general en líneas de ensamblaje, los cuales componen el imaginario de un mundo hecho de partes que requieren un uso excesivo de recursos. De forma opuesta, la naturaleza forma materiales orgánicos e inorgánicos con una cantidad limitada de elementos que toman distintas propiedades. Esta manera de operar se puede dirigir hacia el desarrollo de nuevos materiales para alcanzar una fusión entre forma y comportamiento, utilizando así la menor cantidad de recursos

necesarios y trabajando en sinergia con los materiales. Esta lógica es posible a través de la toma de conciencia que los recursos del planeta son limitados. Así pues, en el diseño se está comenzando a migrar desde una visión fragmentada focalizada en los objetos, dando paso a la experimentación con materiales interactivos.

A la consciencia del uso material se le suma el concepto de la economía circular, la cual, como fue mencionado previamente, propone un cambio de paradigma a la economía lineal establecida desde la Revolución Industrial. Promueve asimismo un cambio en el modelo de consumo verde de las 3R que se fomenta actualmente — el cual sugiere reducir, reutilizar y reciclar —, considerándolo insuficiente. El concepto de economía circular implica una transformación de mayor impacto que posibilita disminuir los efectos negativos generados por las actividades humanas sobre el medio ambiente. Como expresa Lett (2014), este modelo le da al residuo un papel dominante y su eje es la reutilización inteligente del desperdicio, ya sea de origen orgánico o tecnológico. La economía circular incorpora al desperdicio en un modelo cíclico que busca imitar a la naturaleza para conectarse con ella. De tal forma, el desperdicio es restaurativo y regenerativo. Bajo esta óptica, el residuo pierde su condición de tal para convertirse en la materia prima alimentaria de los ciclos naturales. Para ello toma un rol importante la biodegradación que implica que los microorganismos, la luz, el aire o el agua descomponen un material en sustancias más simples en un proceso no tóxico que se completa en un período de tiempo relativamente corto (Fletcher, 2012).

De manera resumida, a continuación se describen los principios de la economía circular. En primer lugar: preservar y mejorar los recursos naturales. Para ello se deben controlar, reservar y equilibrar los flujos de recursos renovables. En segundo lugar: optimizar el rendimiento de los recursos para, de esta forma, distribuir productos y materiales cuya utilidad resulte máxima tanto en ciclos técnicos como biológicos. Por último: promover la eficacia de los sistemas, detectando y eliminando los factores que puedan impedir su circularidad.

1.3. Moda vs. Diseño sostenible

Actualmente se compra un 400% más de ropa en el mundo que hace sólo dos décadas: 80 mil millones de prendas anuales. La moda ha cambiado debido al fenómeno de la indumentaria desechable: el *fast-fashion*. Este fenómeno genera un modelo que consiste en la producción constante de prendas de baja calidad, que responden a tendencias de consumo globales a precios accesibles. En las grandes multinacionales, como Zara o H&M, se pasó de tener cuatro temporadas de líneas de prendas para cada estación a tener dos mini temporadas por semana (Morgan, 2015). Este modelo comenzó en las culturas occidentales, pero actualmente se replica en todo el mundo. Las prendas se han convertido en un bien desechable que permanece en el ropero por una temporada antes de ser desvalorizado: ya sea porque ya no responde a las tendencias estéticas del momento o porque se encuentra en mal estado.

Se considera que se ha perdido el vínculo entre el cuerpo y la vestimenta y por consiguiente el valor que tiene una prenda. Como expresa Saltzman, el vestido:

(...) crea una nueva piel, que así como califica al cuerpo, lo habilita o inhabilita para adaptarse a las diferentes condiciones del medio ambiente. Por todo esto, el vestido puede ser experimentado como lastre o teatralidad, como protección, impedimento, armadura o levedad.
(2004, p. 10)

A su vez la indumentaria se adhiere a la unidad que establecen los elementos expresivos de la imagen. A través de ella se puede manifestar identidad, gustos, valores, el rol en la sociedad, grupos de pertenencia, el grado de aceptación o rechazo de lo establecido, la sensibilidad y la personalidad de un individuo. Con la indumentaria se conjugan los elementos privados y públicos de la vida cotidiana, las convenciones sociales y culturales y la forma en que cada sujeto se posiciona en ese contexto. Se considera que vestirse es un acto político y que funciona como conector de distintos grupos demográficos y socioeconómicos, y como imán hacia ciertos movimientos (Saltzman, 2004).

De esta forma, el diseño sostenible surge como un llamado a tomar consciencia y ofrece una manera de pensar distinta sobre la práctica del diseño y sus procesos. Como expresa Fletcher (2012), los diseñadores dan forma al mundo material e influyen en él. Gran parte del trabajo de diseño está ligado a objetivos comerciales basados en convertir materia y energía en productos, y productos en desechos. En cuanto a la indumentaria, no todas las fibras de las que están compuestas las prendas se biodegradan. Por un lado, las fibras sintéticas están elaboradas con elementos químicos con base de carbono y no se consideran biodegradables porque los microorganismos no disponen de las enzimas necesarias para descomponerlas. Por tal motivo, éstas se acumulan y permanecen en el medio ambiente. Por el contrario, las fibras realizadas a partir de animales o plantas se degradan en partículas más sencillas. Sin embargo, actualmente no es usual encontrar prendas realizadas con fibras 100% animales o vegetales y, aún si así lo fuesen, pueden ser producidas a partir de procesos de producción sumamente nocivos, como por ejemplo ocurre con la curtiembre del cuero o con el cultivo de algodón. Comúnmente las prendas están realizadas a partir de mezclas de fibras y al combinar fibras naturales con sintéticas se inhibe la descomposición. Además, las prendas se componen de más elementos como ser la forrería — que incluye adhesivo de fijación —, los hilos con los cuales se arma la prenda, los botones y los cierres que suelen tener componentes plásticos.

Todos estos elementos — si se descomponen — lo hacen en distintas velocidades, con variadas condiciones y efectos. Por ejemplo, en el momento que se decide utilizar hilo de poliéster para la fabricación de una prenda y se utilizan etiquetas o forros con fijación sintética en una camisa de algodón se ralentiza la descomposición de la prenda (Fletcher, 2012). La biodegradación solo es posible cuando se piensan, y por consecuente se diseñan, estos elementos antes de realizar la prenda. De tal forma, diseñar indumentaria amigable con la naturaleza y el ambiente, cuyos elementos se piensen en conjunto y puedan biodegradarse de manera inofensiva una vez que lleguen al fin de su vida útil, representa una respuesta proactiva y ecológica en contraposición

al aumento de residuos procedentes de la industria textil que inundan los basureros. Más específicamente, datos tomados en el año 2019 estiman que el consumidor promedio descarta 32 kilogramos de prendas por año, lo que implica 13 millones de toneladas de residuos globales por año, de los cuales el 95% podría ser reutilizado o reciclado.

Capítulo 2: Materiales contemporáneos

Según fuese expresado en el capítulo 1, cabe pensar al diseño como una “forma de ajuste al contexto” (Alexander, 2019, p.131). En tal dirección, los materiales se adaptan a las necesidades del contexto, ya sea en cuanto a la temperatura y condiciones del ambiente como al contexto histórico, social y cultural. Se observa asimismo una creciente exigencia que los productos se anclen en valores de sustentabilidad social, ecológica y cultural. Inherentemente, esto implica un cambio de paradigma en las tecnologías y modos de producción. Este cambio ha producido un conjunto de nuevos enfoques productivos bajo la óptica de la innovación abierta y la co-creación. En el presente capítulo se detalla el funcionamiento de la industria textil actual y sus falencias, como punto de partida para entender la necesidad de un cambio de paradigma en la creación de materiales. Por consiguiente, buscando alcanzar innovaciones sustentables se resalta la importancia de la fusión de disciplinas y se definen los conceptos de activismo y experiencia material.

2.1. Materiales de la industria textil, fibras renovables y el consumo de agua

Los materiales conforman un elemento fundamental en la indumentaria, ya que hacen que la producción simbólica se convierta en tangible, proporcionando medios físicos para desempeñarse como seres sociales e individuos (Fletcher, 2012).

Estos materiales se componen, principalmente, de fibras. Como indica Hollen (2002, p.10), “las fibras son las unidades fundamentales que se utilizan en la fabricación de hilos textiles y telas y son filamentos plegables cuyo diámetro es más pequeño que su longitud”. Contribuyen al tacto, textura y aspecto de las telas, así como influyen en el funcionamiento de éstas.

El material con el que se fabrica una prenda influye directamente en el ambiente, al ejercer cierta forma de impacto — negativo o positivo — en los sistemas ecológicos y sociales. En los últimos años, ciertos materiales han sido vinculados con su influencia sobre el cambio climático, así como con sus efectos negativos sobre el agua y sus ciclos,

la pérdida de biodiversidad, la contaminación química, el uso y abuso indebido de recursos no renovables, la sobreproducción de residuos, el impacto negativo en la salud humana y la repercusión social negativa en las comunidades productoras (Fletcher, 2012). Las problemáticas que abarcan estos materiales se pueden categorizar en cuatro ejes: la renovabilidad o no renovabilidad de la fibra, el consumo de agua, la utilización de productos químicos y el consumo de energía.

En primer lugar, las fibras se pueden clasificar por su grado de renovabilidad de acuerdo a si son obtenidas de polímeros, de plantas y de animales — como ser el algodón, la lana o la viscosa — o si provienen de materiales sintéticos no renovables como el poliéster, el nylon o el acrílico. Esta categorización tiene en cuenta el equilibrio entre la velocidad de cultivo y la de recuperación de la tierra. Las fibras obtenidas a partir de minerales y del petróleo presentan un significativo desequilibrio entre su ritmo de extracción y la velocidad de regeneración y es por ello que se las considera no renovables. A modo de ejemplo, para que el petróleo se regenere tienen que pasar alrededor de un millón de años. En cambio, este equilibrio puede alcanzarse a partir de cultivos de fibras naturales tales como el algodón, el cáñamo o de fibras obtenidas de la celulosa de los árboles. Este equilibrio no garantiza necesariamente su sostenibilidad en tanto el hecho que la materia prima sea o no sea renovable no expresa sus condiciones de producción, así como la energía, el agua y los químicos que fueron utilizados o el impacto en el ecosistema, sus productores y su vida útil (Fletcher, 2012).

En cuanto al agua, datos tomados en el año 2019 muestran que el 90% de los desastres naturales mundiales están vinculados con fenómenos del agua y dos millones de personas viven en países expuestos a grandes presiones en el agua (Lupton, 2019). En indumentaria, es alta la demanda de este recurso — limitado — en los procesos de elaboración de fibras, ya sea para la producción del material en crudo como en los procesos de manufacturación que incluyen el teñido, el curtido, el estampado y el lavado. Sin embargo, la cantidad de agua que resulta necesaria varía enormemente según la fibra y también según la región de cultivo. En el caso del algodón, que

constituye uno de los materiales más utilizados en indumentaria al tener el 33% de la producción textil global, se necesitan por kilogramo un estimado de 10 mil litros de agua (Lupton, 2019). Pero ésta no es la única fibra que necesita una gran cantidad de agua para su producción. La viscosa, por ejemplo, requiere unos 500 litros de agua por kilogramo de fibra. Por el contrario, muchas fibras de producción sintética necesitan de cantidades de agua relativamente menores, especialmente el poliéster, pero presentan otras desventajas — además de su previamente mencionada no renovabilidad — que se abordan más adelante. Es también importante mencionar que como el agua mundial se mueve en un ciclo cerrado, denominado ciclo hidrológico, la utilización de agua en los cultivos contaminados por fertilizantes y pesticidas repercute negativamente en su uso para otros propósitos. En virtud de estas problemáticas, se considera muy importante encontrar maneras de reducir significativamente el consumo de agua en la producción de fibras.

2.1.1. El uso de productos químicos y energía

En lo que refiere al uso de productos químicos, cifras obtenidas en 2012 indican que mundialmente se gastan al año dos mil millones de dólares en productos químicos para fumigar cultivos de fibras, la mitad de los cuales se consideran peligrosos por parte de la Organización Mundial de la Salud. Los campos de algodón reciben un 16% de los insecticidas que se consumen globalmente y representan el cultivo que más utiliza estos productos. Esto no solo implica un gran daño para el ambiente sino que también expone a los trabajadores a pesticidas de alto grado de toxicidad. Es así que la Organización Mundial de la Salud afirma que cada año se observan aproximadamente tres millones de intoxicaciones por pesticidas, a consecuencia de las cuales mueren veinte mil personas provenientes principalmente de zonas rurales de países en vías de desarrollo (Fletcher, 2012). Reducir — sino eliminar — la cantidad de químicos utilizados tanto para los cultivos como para los procesos posteriores de acabado de la fibra, supondría un gran beneficio tanto para el suelo y el agua como para la salud de los trabajadores.

El consumo de energía es otro factor importante y está directamente relacionado con las problemáticas medioambientales, tales como el cambio climático y las emisiones de carbono. El uso de combustibles fósiles para producir energía consume el carbono almacenado de la tierra bajo la forma de carbón, gas natural o petróleo y lo libera al ambiente como dióxido de carbono, uno de los gases generadores del efecto invernadero. Resulta entonces necesario, tanto por razones medioambientales como económicas, consumir una menor cantidad de energía proveniente de combustibles fósiles. El petróleo, sustancia a partir de la cual se fabrica el plástico — material que se encuentra en el 50% de las prendas producidas actualmente (Somers, 2020) — está en su punto de máxima producción, denominado pico del petróleo. Esto hace que extraerlo sea más riesgoso, difícil y costoso, ya que los pozos se están haciendo cada vez menos productivos.

En indumentaria, el plástico se encuentra principalmente en las fibras elaboradas de manera sintética. Estas fibras, una vez lavadas, desprenden microfibras. Las microfibras son pequeños pedazos de plástico de menos de 5 milímetros que constituyen el 35% de la polución global generada por microplásticos. Tal como fue descrito anteriormente, aproximadamente el 50% de la indumentaria está realizada a partir del plástico, lo cual constituye un gran riesgo ambiental considerando que aproximadamente 700 mil microfibras pueden desprenderse de una prenda en un lavado convencional. Como resultado, si la industria textil sigue operando bajo este modelo de producción, se estima que entre los años 2015 y 2050, 22 millones de toneladas de microfibras terminarán en los océanos (Ellen MacArthur Foundation, 2017). A su vez, las microfibras suelen tener aditivos químicos provenientes del proceso de manufacturación del material: desde plasticidas — sustancia agregada a la fibra para mejorar su flexibilidad —, retardantes de llama y agentes antimicrobiales. Los agentes antimicrobiales son químicos que eliminan o detienen el crecimiento de microorganismos tales como las bacterias. Estas microfibras con peligrosos químicos terminan efectivamente en los océanos y, consecuentemente, son ingeridos por los animales marinos, lo cual genera graves

consecuencias que afectan el funcionamiento de los ecosistemas y también de la cadena alimenticia: se utiliza y se consume plástico. Se demostró en un estudio realizado en el 2014 que las personas que comen bivalvos de origen europeo, como almejas, ostras y mejillones, ingieren casi 11 mil microplásticos por año (Cauwenberghe y Janssen, 2014).

Por estos motivos, se considera importante pensar en producir y utilizar materiales que mejoren — sino eliminen — su impacto ambiental y social y que a su vez tengan en cuenta el fin de su vida útil y su potencial reutilización. En este sentido, como expresa Bayer (2010), la biología representa la tecnología más importante del mundo. Bajo este enfoque, se tiene en cuenta que los objetos pueden ser pensados desde una perspectiva metabólica de la misma forma que los elementos naturales se transforman o son aprovechados por el mismo sistema y, en consecuencia, dirigir este concepto hacia el diseño de materiales.

2.2. Activismo Material

Según las autoras Rognoli y Ayala (2018), en los últimos quince años existieron dos ejes principales que condujeron al desarrollo de nuevos materiales: por un lado, la búsqueda de soluciones en el campo de lo técnico — como ser la medicina — y por otro, la investigación de soluciones materiales que sean más económicas y puedan ser fácilmente producidas a gran escala para cumplir con las demandas de la industria.

Por otro lado, un factor que también ha conducido al desarrollo material industrial es el subyacente al concepto de materiales sustitutos. Este concepto establece que a lo largo de la historia todos los materiales, en diferentes grados, fueron reemplazados por otros materiales que en el principio de su desarrollo y aplicación fueron considerados como sustitutos: las piedras preciosas fueron reemplazadas por el vidrio, la porcelana por la terracota, el marfil por el plástico, y así sucesivamente. Esto se debe a diversos factores, principalmente económicos, al buscar alternativas materiales que fuesen más aplicables a una escala industrial. En este sentido, las alternativas desarrolladas deben ser

aplicables con las tecnologías y procesos disponibles para que ingresen de una manera más eficiente al sistema industrial.

Bajo estos enfoques el diseñador es dependiente de lo que existe en la industria y debe trabajar con los materiales y procesos disponibles, lo cual deja poco lugar a innovaciones materiales al dejar de lado el aporte que puede brindar el diseñador en este rubro. Se entiende que los diseñadores comprenden no solo las propiedades de los materiales sino también que son capaces de extraer las cualidades expresivas y sensoriales de un material y, por tanto, tienen cualidades para comprender sus posibles aplicaciones. Esta habilidad se denomina dominio CMA, abreviado que refiere a: colores, materiales y acabados; dominio por el cual los diseñadores son capaces de abordar los atributos sensoriales de los materiales y sus acabados para respaldar los atributos tanto funcionales como emocionales de los productos (Becerra, 2016).

Como respuesta a la necesidad del diseñador de involucrarse en el proceso de producción de materiales, sumado a que a la aparición de una nueva categorización en relación con el desarrollo de materiales de base biológica como alternativa para las problemáticas ambientales (Rognoli, Ayala, 2018) es que surge el concepto de activismo material.

El término activismo material, utilizado por primera vez por Miriam Ribul, surge ante la necesidad de identificar una forma de democratizar la producción y el desarrollo de materiales. Ribul publicó un libro de código abierto en el web titulado *Recetas para el activismo material* en el cual propone una categorización de recetas de textiles desarrollados por diseñadores, químicos y biólogos, en donde se adaptan las herramientas e ingredientes para que sean fácilmente accesibles y puedan potencialmente realizarse desde una casa. Se busca, por un lado, demostrar que es posible desarrollar modelos alternativos que reemplacen a los tradicionales industriales, que generen nuevas estéticas e innovaciones mediante lenguajes materiales contemporáneos y, por otro, en el contexto de una creciente escasez de materiales y obsolescencia incorporada a los bienes de consumo, este movimiento se expresa como

una invitación a los diseñadores para que protesten en contra del sistema cerrado del desarrollo material.

Es así como se comienza a impulsar al diseñador a tener en cuenta otras disciplinas para el desarrollo de nuevos materiales, desprendiéndose entonces dos concepciones dentro de este movimiento: aquella concepción que contempla al diseñador y su experimentación de manera individual con el conocimiento brindado por las fuentes de código abierto y otra que busca la intercomunicación activa entre disciplinas.

2.2.1 Materiales DIY y Alquimia Material

El concepto de los *materiales DIY* parte del fenómeno del *DIY*, cuya sigla en español significa: hágalo usted mismo. Este fenómeno o movimiento tiene una amplia gama de aplicaciones y es una aproximación que tiene su origen en los años setenta, como contracultura respecto a los crecientes procesos de industrialización. Actualmente el movimiento *DIY* se ha expandido más allá de la fabricación de productos para dar lugar a la fabricación de los materiales con los que se realizan tales productos. De tal forma, su concepción en torno a los materiales se define por Rognoli y Ayala (2016) como: aquellos materiales creados a través de prácticas de autoproducción individuales o colectivas que parten usualmente de técnicas y procesos creados por el propio diseñador. Pueden ser materiales completamente nuevos o una versión modificada o más desarrollada de materiales ya existentes. Este concepto parte de la necesidad de los diseñadores de crear, combinar, modificar y desarrollar sus propios materiales, la cual a su vez surge del interés por desarrollar alternativas sostenibles y por generar lenguajes únicos de expresión material.

Buscando entonces desarrollar sus propios procesos, los diseñadores comenzaron a inspirarse creativamente en metodologías y técnicas de otras disciplinas, como las ciencias culinarias y las artes. Las características comunes de estos materiales son su escasa utilización de tecnología y una apariencia más bien rústica o imperfecta. De todas formas y según lo expresan Rognoli y García (2018, p.8): “el importante

crecimiento de este fenómeno ha requerido la concentración y profundización de estudios, que ayuden a comprender y analizar dicho fenómeno posteriormente”.

Es así como surge el movimiento de activismo material, a partir del cual se inicia la publicación de información de código abierto para la creación de nuevos materiales. De este movimiento surgen los diseñadores autodenominados *Biohackers* que ponen herramientas y recursos del ámbito científico a disposición de los no científicos, cultivando así una plataforma interdisciplinaria entre investigadores, científicos y diseñadores (Lee, 2014).

De igual forma, los materiales desarrollados mediante técnicas de autoproducción con poco uso de tecnologías detentan un lenguaje estético inherente que evoca la imperfección y lo rústico de su producción. En este mismo sentido, Lee en su libro *Material Alchemy* aborda la siguiente concepción: los diseñadores no deberían trabajar en nuevos materiales solos. Además de tener un enfoque *biohacker* de código abierto, la autora expresa la noción de pensar los materiales desde el punto de vista de la alquimia para redefinir la materialidad del siglo 21. La alquimia es una práctica de la Edad Media y el Renacimiento que combina la química y la filosofía especulativa y se centra en la búsqueda de distintas metodologías que permitan transformar la materia. Así pues, un alquimista material, busca transformar la materia en un objetivo propuesto, para no solo generar un artefacto, sino estudiar la relación entre el artefacto y el usuario, el medioambiente, su ciclo de vida y vida futura (Lee, 2014). Es por ello que la autora promueve la colaboración con otras áreas del conocimiento, partiendo de un enfoque inter y transdisciplinar. En su libro describe ejemplos en donde se combinaron la biología con nuevas tecnologías y en donde diseñadores y científicos se involucraron de manera conjunta como socios colaborativos para buscar alternativas materiales. Se fomenta el uso de los laboratorios como una plataforma de experimentación científica para la generación de materiales y procesos creativos que ofrezcan un acercamiento distintivo a la generación de materiales DIY (Lee, 2014).

Los resultados obtenidos contienen un lenguaje estético artesanal, al tratarse de materiales que no se han hecho de manera industrial. Pero al mismo tiempo, la colaboración activa con otras disciplinas permite que sea más accesible alcanzar objetivos materiales que persigan resultados personalizados y de rendimiento.

El incremento en el desarrollo de laboratorios y herramientas de fabricación de bajo costo, en conjunto con el conocimiento de código abierto sobre los procesos de fabricación, recetas de materiales e instrucciones para construir máquinas de producción, permiten que el diseño y manufactura de productos resulte más accesible. Esta plataforma creativa de producción promueve una redefinición de los materiales tal como los conocemos y que se fomenten y se difundan las prácticas tanto de autoproducción como de producción colaborativa. Esto ha inspirado también a aquellos consumidores que buscan alejarse de los productos producidos en masa y que desean apoyar nuevas creaciones hechas de manera independiente.

2.3. Biofabricación y biomateriales

Teniendo como objetivo una mejor comprensión del enfoque de los movimientos que se mencionan y, más específicamente, del enfoque del presente Proyecto de Grado, en forma previa a presentar una definición para la biofabricación y los biomateriales, se entiende relevante enunciar las diferencias entre los términos inter y transdisciplinareidad.

Por un lado, la interdisciplinareidad o multidisciplinareidad se interpreta como una visión de trabajo que hace foco en la transferencia de conocimientos y métodos entre disciplinas específicas de manera colaborativa (Gerike, Lucienne, 2013). Se considera que el pensamiento del proceso de Diseño en sí es de carácter interdisciplinar, ya que necesita apoyarse en la coherencia lógica y sistémica de un todo integrado para la creación de soluciones. En este sentido, el diseñador suele compartir capacidades con otras disciplinas como las ciencias sociales, el arte y la ingeniería. Mediante el intercambio de conocimientos, el enfoque interdisciplinar desarrolla una visión más

amplia, para así generar descubrimientos que ofrezcan soluciones integrales. Actualmente, la necesidad de una mayor complejidad que pueda estar al mismo nivel de los avances científico-tecnológicos atraviesa la disciplina del Diseño, fomentando cada vez más la interrelación entre disciplinas en aspectos tanto proyectuales como conceptuales (Tresserras, 2015).

Por otro lado, la transdisciplinareidad puede describirse como una característica que se asocia a sistemas o metodologías que requieren la colaboración de diferentes disciplinas para el uso integrado de técnicas y métodos, cuyo objetivo es trascender las disciplinas de manera radical (Gerike, Lucienne, 2013). Es importante aclarar que este enfoque no se refiere a la eliminación de la concepción de las disciplinas como tal, sino al enfoque de éstas como un conocimiento totalitario y absoluto por sí mismo. En otras palabras, para comprender la complejidad de un problema a resolver el diseñador puede trabajar de manera transversal con otras disciplinas. Como expresan Rognoli y Ayala: “Los diseñadores están actualmente abiertos a la biología, la química, la medicina y las matemáticas. No para confrontar a las humanidades y la ciencia sino como un puente para conectarlos, especialmente cuando se trata del mundo material” (2018, p.108).

Si bien ambas concepciones resultan relevantes para avanzar hacia nuevos paradigmas de producción — pudiendo incluso ser intercambiables —, para el presente Proyecto de Grado se considera relevante basarse en un enfoque interdisciplinar en términos de su desarrollo práctico, buscando contemplar distintas disciplinas y sus capacidades para promover la colaboración entre ellas. Es en este sentido que se toma a la biofabricación como enfoque material.

La biofabricación tiene origen en el campo de la medicina, en donde se desarrollan materiales biológicos diseñados para actuar con sistemas biológicos para tratar o reemplazar tejidos y órganos, pero aplicada al diseño se define por Modern Meadow como una disciplina que intersecta la biología, la ingeniería y el diseño, que propone una solución inteligente, sustentable y de bajo costo a la producción de nuevos materiales (2019). Andras Forgacs es considerado uno de los pioneros de la

biofabricación y es el fundador y director de Modern Meadow, una empresa constituida por un conjunto de diseñadores, biólogos e ingenieros que motivados por generar un material de bajo impacto ambiental produjeron Zoa: un ecocuero biofabricado.

En el equipo de Modern Meadow también se encuentra la diseñadora Suzanne Lee, quien fue la primera en introducir la celulosa bacteriana al mundo de la moda. Lee explica que la biofabricación plantea fabricar con biología, es decir, cultivar materiales con organismos vivos. Esto implica pensar las herramientas de diseño a través de organismos como bacterias, algas, hongos o levadura. Sostiene que la biología es capaz de producir de manera eficiente materiales útiles y sostenibles (Lee, 2012).

Estos materiales son creados a partir de prácticas colectivas en donde se combinan los conocimientos de diferentes disciplinas, cuyos procesos muchas veces son desarrollados por los propios equipos de trabajo, definiéndose como biomateriales. Los biomateriales refieren a: cualquier materia, superficie o construcción que interactúa con sistemas biológicos. Pueden ser derivados de la naturaleza o sintetizarse en un laboratorio. En indumentaria, los biomateriales son denominados biomateriales no convencionales, al tratarse de aplicaciones que no son las usuales. Esta experimentación material propone una nueva relación dinámica con los materiales, dejando de lado el paradigma de los sistemas de producción lineales para dar paso a sistemas cíclicos e interactivos.

Resulta también relevante dejar en claro que el presente Proyecto de Grado no busca tener un enfoque estrictamente científico, sino que investiga de qué forma pueden adaptarse estos materiales de manera creativa — y significativa — en la indumentaria y que representen innovaciones en metodologías para el diseño que presenten un impacto positivo en el ambiente.

2.4. Experiencia Material

La experiencia material se refiere a aquella experiencia cuya principal característica es la percepción consciente o inconsciente que los sujetos tienen de los materiales a través de su interacción diaria con cientos de objetos. El conocimiento que se tiene de los materiales y sus cualidades deriva de esas relaciones e interacciones. Por tanto, la experiencia material se define como las expresiones que los sujetos tienen con — y mediante — los materiales de un objeto. Si bien las experiencias con un objeto pueden originarse o moderarse por una vasta cantidad de fuentes, la expresión tiene en cuenta que la más prominente resulta ser la de la realidad física de un artefacto, es decir, su realidad material. Los objetos con los que se interactúa diariamente se originan, principalmente, de procesos industriales masificados. Es así como, tanto para los usuarios como para los diseñadores, la experiencia material se encuentra afectada y determinada por materiales industriales que son procesados mediante una serie de operaciones que transforman al material en su esencia cruda en partes terminadas o productos. Tal como se describe en anteriores subcapítulos, los nuevos enfoques para el diseño de productos y, más precisamente, para la selección de los materiales a utilizar ofrecen la oportunidad de generar nuevas experiencias materiales. A diferencia de los materiales tradicionales, estos generan y sostienen un vínculo emocional con sus creadores durante su desarrollo que puede ser transmitido de alguna forma al sujeto que luego portará o consumirá el objeto.

El vínculo emocional entre el sujeto y objeto ha sido profundamente investigado a lo largo del siglo veintiuno por académicos de la disciplina del diseño. Estas investigaciones han generado teorías, herramientas y metodologías para el diseño de objetos. Lo que se puede concluir de estas diferentes líneas de investigación es que cada decisión de diseño tiene el potencial de generar un efecto emocional. De tal forma, en los últimos años se ha comenzado a notar que las emociones cumplen un gran rol en el comportamiento de consumo de carácter sostenible. Chapman (2014) comprobó cómo las emociones generadas por los objetos determinan su durabilidad. Es así que se considera que los diseñadores deben tomar en cuenta este factor a la hora de

desarrollar objetos, para buscar transformar la relación que los usuarios tienen con ellos. El objetivo es dejar de lado el vínculo fugaz que se suele tener con los productos de consumo masivo, para así garantizar un consumo que busque ser sostenible. En esta misma dirección, se busca generar productos que al conectarse emocionalmente con el usuario, pasen a convertirse en elementos de conexión e interacción entre los individuos y el medioambiente.

En este impacto emocional cobran especial importancia los materiales con los que está realizado un objeto, los cuales tienen un papel determinante en cuanto agradable o desagradable puede ser su interacción. Los diseñadores tienen así, la capacidad de influenciar el vínculo emocional que se crea entre el sujeto y el producto a través de un uso consciente de los materiales, sus tecnologías y acabados. Según Karana (2008) la experiencia material se constituye de tres elementos principales: la experiencia estética o sensorial, la experiencia de significado y la experiencia emocional. Por un lado, la experiencia estética es aquella que hace que los materiales se perciban por ejemplo fríos, calientes, suaves, rugosos, brillantes u opacos, mientras que la experiencia de significado puede definir a un material como moderno, clásico, cómodo, incómodo, elegante, etc. Por último, la experiencia emocional se caracteriza por las reacciones que puede generar un material como ser asombro, sorpresa, felicidad, tristeza, etc. Estos elementos son ampliados más adelante por Giaccardi y Karana (2015), agregando una cuarta categorización que refiere a su actuación. Las autoras expresan que la concepción de experiencia material debe entender el rol activo que tienen los materiales no solamente en la forma que se vinculan con los sujetos y los objetos, sino también en el rol que tienen en cuanto a las maneras en las que se elaboran. De tal forma, diseñar a partir de un material se convierte en una experiencia para comprender sus cualidades y limitaciones respecto a otros y es un proceso que comienza desde el primer encuentro de diseño hasta la materialización final del objeto. A partir de esta experiencia es por la cual los diseñadores han comenzado a involucrarse en la creación de nuevos lenguajes materiales.

Capítulo 3: Desarrollo biomaterial: una alternativa posible

Este capítulo se centra en la descripción del trabajo de campo. Luego de asistir al taller teórico-práctico *Taller de biomateriales* dictado por la bióloga y artista Edith Medina, se describen los distintos tipos materiales biofabricados que se pueden realizar en relación con su aplicación al diseño de objetos y, más específicamente, para la confección de una prenda. En el presente capítulo, se describe el desarrollo de estos materiales, su clasificación y su potencial aplicación.

3.1. Taller biomaterial

El 16 de octubre del año 2019 se asistió a un taller teórico práctico denominado *Taller de biomateriales*, dictado por Edith Medina, bióloga y artista mexicana. En este taller, se dieron a conocer distintos tipos de materiales biofabricados bajo la siguiente categorización — en formato de módulos —: bioplásticos, biocompuestos, biotextiles y micelios. A continuación, se abordan las temáticas vinculadas con los bioplásticos, los biocompuestos y los biotextiles y más adelante, en el capítulo cuatro, se profundiza en el análisis de las posibilidades materiales de los micelios.

Edith Medina es una bióloga y artista mexicana, o artista biológica tal como ella se autodenomina, fundadora del estudio interdisciplinar *Biology Studio*, que representa el primer estudio en México que bajo la filosofía I.T.T. (innovación, tecnología y tradición), vincula biología, diseño y conocimiento ancestral para el desarrollo de objetos y proyectos. En *Biology Studio* se desarrollan biomateriales y también se realizan productos, talleres y consultorías. En sus talleres se busca ahondar en nuevos paradigmas de producción a través de procesos relacionados con la biología creativa, la tradición ancestral, la economía circular y el diseño, en dónde materiales biológicos dan forma a nuevas estructuras materiales de producción y reinserción al medio, fomentando así nuevos esquemas de resolución creativa en el diseño de objetos ante el escenario del cambio climático y el agotamiento de recursos. En esta ocasión, Edith viajó a Buenos Aires, Argentina, en octubre y en colaboración con la diseñadora

argentina Carolina Etchevers del estudio *matrizbiomaterial* se realizó el taller antes mencionado.

En dicho taller se produjeron de manera práctica biomateriales que, según fuese definido en el ítem 2.3.1., refieren a cualquier materia, superficie o construcción que interactúa con sistemas biológicos. Las posibles aplicaciones y las maneras de producción de los biomateriales dan lugar a variadas denominaciones. En primer lugar, cabe indicar que, si el biomaterial es aplicado en un área que se aleja de la medicina, como ser en indumentaria, entonces dicho material se denomina biomaterial no convencional. Como explica Medina (comunicación personal, 16 de octubre, 2019), los biomateriales pueden provenir de distintos orígenes: artificial, biológico y bio-orgánico. El origen artificial refiere a metales, cerámicas o polímeros y son aquellos biomateriales que suelen ser sintetizados en un laboratorio, mientras que el biológico proviene de sistemas vivos que lo generan y son el resultado de un proceso evolutivo. Por último, el origen bio-orgánico refiere a los biopolímeros y son materiales que tienen materia orgánica en su composición y no forman parte necesariamente de un sistema vivo. A su vez, muchas veces se denomina a los biomateriales como materiales biofabricados. Esta denominación hace referencia a la biofabricación como disciplina que intersecta la biología, la ingeniería y el diseño. Cabe indicar que la diferenciación entre estos términos es difusa, que puede decirse que los biomateriales son el resultado práctico de la biofabricación y que ambas denominaciones refieren a la misma concepción material. De todas formas, la denominación biofabricación suele estar por lo general asociada a biomateriales que se producen y nacen en un laboratorio, mientras que los biomateriales detentan un sentido de producción más amplio. De esta forma, se considera que los materiales realizados en el taller de Medina son biomateriales que podrían ser materiales biofabricados, ya que se adaptaron herramientas y procedimientos de laboratorio a un entorno hogareño.

Los biomateriales y sus diversos orígenes pueden tener variadas aplicaciones, habiendo sido categorizados en el taller como: bioplásticos, biocompuestos y biotextiles. Se aclara

que en tanto el taller detentó un trasfondo teórico, en el mismo se hizo mayor hincapié en el aprendizaje a través de la experimentación práctica. Por tal motivo, a lo largo del actual capítulo se profundiza en distintos conceptos a partir de material teórico obtenido por fuera del taller. A continuación, se definen las distintas categorizaciones y sus aproximaciones materiales y se relatan los procedimientos utilizados para la realización de los distintos tipos de materiales.

3.2. Bioplásticos

Un material plástico puede definirse como bioplástico si tiene una base orgánica — denominada bio base— o si es biodegradable, o ambas cosas. La biodegradación es un proceso químico durante el cual los microorganismos presentes en el ambiente convierten materiales en sustancias naturales como agua, dióxido de carbono o compost, sin el requerimiento de aditivos artificiales. El proceso de biodegradación depende del material y de su aplicación, así como de las condiciones ambientales del entorno.

Los bioplásticos pueden ser producidos indirectamente por una biomasa, la cual refiere a todo material biológico natural, es decir: proveniente de o producido por un animal, planta, organismos microbióticos de origen reciente y no de origen geológico como ser el petróleo. Estos bioplásticos pueden ser realizados mediante: polímeros de almidón, PLA, PHA y polímeros celulósicos. Por un lado, los bioplásticos de polímeros de almidón, considerados como los más difundidos y utilizados, se obtienen mediante el procesamiento químico, térmico o mecánico del almidón proveniente tanto del maíz como de la papa, trigo, tapioca o arroz. Por otro lado, los bioplásticos PLA, cuya sigla refiere al ácido poliláctico, son obtenidos de la fermentación de bionómeros, principalmente carbohidratos, los cuales son polimerizados a través de distintos procedimientos para la creación de un bioplástico. Los bioplásticos PHA, cuya sigla refiere a los polihidroxicanoatos, son producidos directamente por diferentes géneros de bacteria mediante la fermentación de azúcar o lípidos. Por último, los polímeros

celulósicos se obtienen mediante la modificación química de la celulosa (Cecchini, 2017).

Los bioplásticos buscan parecerse en apariencia y funcionalidad al plástico convencional realizado con polímeros sintéticos producidos con petróleo. En los últimos 70 años este material ha cambiado el mundo de los objetos y su tiempo de consumo. El plástico forma parte de una gran familia cuyos miembros incluyen materiales con diversas características, con una identidad visual que tiene una gran variabilidad: se pueden mimetizar perfectamente con otros materiales pero también tienen una imagen inconfundible dada su capacidad de ser maleables tanto en forma como en color y opacidad. Su amplio rendimiento, junto con su accesibilidad tanto física como económica, hacen del plástico un material hipervalorado y difundido en todo el mundo. Esto ha generado grandes cambios tanto en el ambiente natural como en el artificial, ya que el origen fósil del plástico es de características no renovables (Cecchini, 2017). Teniendo en cuenta que se generan actualmente 78 millones de toneladas de desechos plásticos, los cuales en promedio tardan mil años en degradarse (Saltzman, 2019), es un hecho reconocido que el plástico está ligado a las problemáticas medioambientales de nuestro planeta. Es así como un bioplástico que puede ser capaz de biodegradarse o renovarse — cuya producción no resulte dañina para el ambiente —, cobra especial relevancia. Si bien los bioplásticos no demuestran tener una aplicación tan directa en la indumentaria — como lo tendría en cambio un biotextil —, en cambio sí tienen relevancia en relación con sus posibles aplicaciones, máxime teniendo en cuenta que en el 50% de las prendas producidas actualmente contienen petróleo en su composición (Somers, 2020). En otras palabras, el bioplástico y sus variantes podrían tomarse en cuenta para generar microfibras plásticas de origen biológico que logren aminorar la contaminación generada por los microplásticos. A su vez, el plástico de formato PVC suele ser utilizado para realizar indumentaria, generalmente en abrigos impermeables o prendas de carácter experimental, por lo que estéticamente esta alternativa puede ser una opción de reemplazo.

Bajo la concepción de *Biology Studio*, un bioplástico forma parte de la categorización bio-orgánica, es decir, que tiene materia orgánica en su composición y se define como un biopolímero realizado a partir de materiales renovables o biodegradables, presentando asimismo una diferenciación entre derecho y revés. En el taller se produjo un bioplástico a partir de una fórmula base, denominada biobase, la cual fue pensada bajo la filosofía *biohacker*: la fórmula es *hackeable* y modificable para ser adaptada a distintas necesidades materiales. La siguiente fórmula abarca la superficie de aproximadamente de 12 a 16 placas de petri de 9 cm de diámetro y un alto de 5 milímetros. La receta o fórmula lleva 240 mililitros de agua, 48 gramos de polvo de gelatina, 12 gramos de glicerina y una cucharada pequeña de propionato de calcio. Esta receta busca ser fácilmente realizable desde un hogar pero puede ser complejizada según los recursos y herramientas que se encuentren disponibles y también según la funcionalidad que se le quiera dar al material. Por un lado, la gelatina, proveniente de la piel del chancho es un ingrediente amarillento y pálido de fácil acceso que le proporciona al biomaterial su elasticidad y dependiendo de la cantidad utilizada, puede hacer que el material sea más rígido o elástico. Este ingrediente puede ser reemplazado por fécula de mandioca, presentando una alternativa vegetal que no implica crueldad animal en su procedimiento. Por otro lado, la glicerina, que se produce a través de la fermentación del azúcar vegetal, es un ingrediente líquido, transparente e incoloro que le da al material resistencia y maleabilidad y también puede ser utilizado en distintas cantidades como forma de variar las propiedades del material. El propionato de calcio, que puede ser reemplazado por cáscara de huevo molida, actúa como el ingrediente que conserva al biomaterial y logra evitar la generación de microorganismos tales como hongos. Por último, el agua funciona como un componente integrador de todos los materiales y también puede modificarse su docimasia a los efectos de generar distintas opacidades y espesores.

En cuanto al procedimiento, en primer lugar se mezcla con una cuchara de madera de manera circular el agua fría con la gelatina en una olla que aún no se encuentra cerca

del fuego. De manera gradual, la mezcla se convierte en una pasta de color amarillo pálido; es en ese momento cuando se debe incorporar calor para calentar la mezcla. De esta forma, se coloca la olla a fuego lento y una vez que la preparación esté líquida y homogénea, se agrega la glicerina y el propionato de calcio. Se continúa mezclando y calentando hasta observar un depósito blanquecino en la superficie de características espumosas. Si se está buscando un resultado material completamente transparente, retirar esta espuma con una cuchara. En caso contrario, si se deja en la mezcla, se secará en la superficie y creará un material visualmente espumoso. Este efecto se puede enfatizar si se deja el material calentando más tiempo o si se le agrega aire. Cabe destacar que si se busca este efecto, la fécula de mandioca es la mejor opción, ya que genera espuma con gran facilidad. Una vez terminada esta etapa, se vierte la mezcla en la superficie deseada, en este caso placas de Petri plásticas. El material de soporte puede ser de plástico, aluminio, vidrio, silicona o teflón. En todos los casos, si el soporte es texturado, este tipo de biomaterial toma la forma de la superficie de manera óptima. La diferencia significativa entre los materiales de soporte es que en aquellos que no son de plástico, silicona o aluminio, el material puede pegarse a la superficie con mayor facilidad. En esos casos, se sugiere colocar previamente una pequeña cantidad de algún componente antiadherente como ser aceite vegetal. Para su secado, se debe esperar de cuatro a siete días, en temperatura ambiente y alejado del contacto directo con el sol. En el secado, el material suele perder grosor, lo cual es un factor a tener en cuenta en su fabricación ya que modifica sus posibles aplicaciones y funciones. El material también puede ser secado más rápidamente a través de un deshidratador o un horno. En ambos casos hay que tener cuidado que no se deshidrate totalmente, por lo que se considera que el secado natural resulta óptimo. Una vez que el material se vea visualmente seco, retirar con cuidado con alguna herramienta fina y angulosa, como por ejemplo un alfiler metálico. Es muy importante que no se retire antes de tiempo, ya que en tal caso el material se encoge y se deforma, pudiendo incluso endurecerse y perder sus propiedades. El resultado es un material maleable y flexible que tiene características

casi idénticas al plástico que se suele utilizar para embalaje, de estilo PVC (policloruro de vinilo). Tiene el mismo aspecto, propiedades y características, salvo un único factor: su impermeabilidad. El bioplástico obtenido se disuelve al estar en contacto con el agua, lo que reduce sus posibilidades de uso pero al mismo tiempo es un factor que lo hace completamente biodegradable. Teniendo en cuenta la problemática del plástico de un solo uso, tales como aquellos que son utilizados en la industria del embalaje y el *delivery*, esta alternativa material cobra mayor sentido teniendo en cuenta el poco tiempo de uso que tienen estos materiales en relación con su degradación. Por ejemplo, se estima que una bolsa de plástico tiene una vida útil aproximada de 15 minutos. Cabe finalmente indicarse que, si bien en el taller no se exploró tal opción, también existen alternativas bioplásticas con características impermeables.

3.3. Biocompuestos

Al igual que los bioplásticos, los biocompuestos forman parte de la categorización bio-orgánica de Biology Studio: son materiales de base polimétrica que tienen materia orgánica en su composición y presentan una diferenciación entre derecho y revés. La diferencia con los bioplásticos radica en que, en su realización, un material biocompuesto puede mezclarse con fibras o elementos que no sean necesariamente de materia orgánica.

La principal relevancia de este material es que se le pueden incorporar residuos orgánicos, como ser desperdicios agroindustriales. Se considera que el verdadero desafío de los biocompuestos es crear materiales a partir de desechos y no a partir de nuevos cultivos, cuya producción genera, en cualquier caso, un costo ambiental. Los biocompuestos ofrecen un aporte a la problemática generada por la cultura del descarte ya que el residuo o descarte vuelve a cobrar valor como materia prima. Todos los años la industria agrícola y pesquera genera millones de toneladas de desechos que tienen el potencial de ser reutilizados para la recuperación de carbohidratos y fibras de celulosa. La FAO, Organización de las Naciones Unidas para

la Alimentación y la Agricultura (2019), estima que un tercio de la comida producida globalmente es desperdiciada o descartada, lo que equivale a 1.3 billones de comida por año. Como expresa la FAO, el desperdicio abarca toda la cadena de producción, distribución y consumo y refiere a la disminución en la cantidad o calidad de los alimentos como resultado de las decisiones y acciones de los minoristas, proveedores de servicios alimentarios y consumidores. Los alimentos se desperdician de variadas formas, desde aquellos que no son considerados óptimos para distribuir ya sea por su tamaño, forma o color, hasta los que son descartados por estar cerca de la fecha estimada de vencimiento, así como por el desperdicio generado por el consumo doméstico. Todo esto implica una importante pérdida de recursos, como la tierra, el agua, la energía y las semillas que son utilizadas para la producción de alimentos, aumentando asimismo en vano las emisiones de gases de efecto invernadero. Como indica la FAO (2019):

Una menor pérdida y desperdicio de alimentos conduciría a un uso más eficiente de la tierra y una mejor gestión de los recursos hídricos, lo que tendría un efecto positivo en los medios de vida y en la lucha contra el cambio climático.

En este sentido, existe una gran variedad de desperdicio vegetal, animal y microbiano que puede ser utilizado para crear biopolímeros, a modo de ejemplo: la cáscara de naranja sobrante de la producción de jugo, el descarte de las uvas utilizadas para producir vino, el desperdicio generado en la producción de chocolate o la cáscara del huevo. De estos desechos se pueden obtener almidones, celulosa, pectina, quitina, ácido láctico, colágeno, proteínas de la sangre y gelatina que conformen la base de los biopolímeros. Estos materiales obtenidos de desechos pueden también ser procesados de distintas maneras para mejorar su rendimiento: pueden someterse a tratamientos de nanotecnología y se le pueden introducir distintas clases de aditivos, teniendo asimismo en cuenta que se debe hacer un uso consciente de aditivos que no comprometan la biodegradabilidad o compostabilidad del material (Cecchini, 2017).

Así pues, puede decirse que los biocompuestos detentan un gran potencial para permitir que la industria material trabaje en sinergia con el sector agrícola y de pesca para la reutilización de desechos alimenticios. Un ejemplo interesante, alejado de la indumentaria o del diseño de objetos, pero que permite entender los diversos usos que puede tener un biomaterial o un biocompuesto, es el biopolímero desarrollado por un equipo de investigación del instituto napolitano IPCB, cuya sigla significa Instituto de Polímeros, Compuestos y Biomateriales. Se realizó una investigación, a cargo de Mario Maliconico, en la que se realizaron biopolímeros con la pectina obtenida de la cáscara de naranja y manzana en conjunto con alginato obtenido de algas locales y quitosano presente en los caparazones de crustáceos tratados con vinagre de desecho. La idea fue desarrollar cadenas de suministro cortas al utilizar materiales y desechos locales. El biopolímero obtenido se probó de manera exitosa como posible reemplazo del mantillo utilizado para preservar la humedad del suelo agrícola: cuando se rocía directamente sobre el suelo, se forma una película que lo protege de las malezas y una vez que termina su función protectora, se convierte en un fertilizador para las plantas. Tradicionalmente, este mantillo suele estar realizado con polietileno (PE) y etilvinilacetato (EVA) y se contamina con fertilizantes y herbicidas. Se acostumbra a dejarlo en el suelo con una consecuente severa emisión de químicos contaminantes tanto para el ambiente como para el suelo en sí (Cecchini, 2017).

En el taller realizado se tomaron en cuenta dos recetas que buscan ser adaptables a cualquier fibra o materia orgánica y generar resultados similares a cerámicas, cueros y materiales duros. Ambas fueron tomadas de *materiom* y tienen en cuenta la utilización de insumos locales. *Materiom* es un sitio web de código abierto con un enfoque interdisciplinar que busca fomentar que empresas, ciudades y comunidades formen parte de un sistema material bajo una economía circular regenerativa. Presenta un amplio catálogo con recetas para generar distintos tipos de materiales con diversas características y funcionalidades. Las recetas publicadas demuestran distintos grados de dificultad y buscan presentar opciones adaptables a distintos escenarios. Asimismo,

estas recetas están diseñadas para generar materiales biodegradables y se fomenta el uso de ingredientes que sean de origen local.

En primer lugar, se realizó la receta bajo el nombre *Coffee Composite Co02*. La receta utilizada toma los residuos de café como materia orgánica y en su composición tiene glicerina, agua y alginato de sodio. El alginato es un polisacárido presente en las paredes celulares de las algas marinas pardas, que también es producido por algunas especies bacterianas y suele ser utilizado en la medicina para fomentar la reparación y regeneración de tejidos. Cuando se combina con agua forma una goma viscosa que sirve como aglutinante y le proporciona al biomaterial estructura y resistencia. Se puede usar para crear geles suaves o firmes, geles ambientales resistentes al calor y también para producir espumas. Adicionalmente, puede utilizarse como espesante, emulsionante y mejorador de textura. La receta lleva 10 gramos de glicerina, 200 mililitros de agua, 10 mililitros de vinagre, 10 gramos de granos de café usados y 4 gramos de alginato de sodio. En primer lugar, un día antes de iniciar la preparación de la receta, se elabora una solución al 2% del alginato de sodio, combinando los 200 ml de agua con los 4 gramos de alginato de sodio. Por otro lado, se secan y tamizan los granos de café para tener un material consistente. Una vez conformada la solución y secado y tamizado el café, se mezclan los granos de café con 40 gramos de la solución de alginato de sodio hidratada y se agregan 10 gramos de glicerina. Se mezclan cuidadosamente los ingredientes, evitando que se generen burbujas, hasta que se integren completamente. Se vierte el contenido en el molde deseado, en este caso placas de Petri de 9 cm de diámetro y un alto de 1 centímetro, golpeándose cuidadosamente los costados en caso de que haya alguna burbuja restante. Luego, se deja reposar por 15 minutos y se agregan por arriba de la mezcla los 10 mililitros de vinagre. El vinagre reacciona con el alginato y se coagula. Se deja otros 15 minutos y luego se separa cuidadosamente la mezcla del molde, dejando espacio para que el vinagre penetre los lados y se espera una hora. Luego, se quita el material del molde y se da vuelta para permitir que el vinagre llega al otro lado del biocompuesto. A

continuación, se deja reposar por otra hora más para luego quitarlo completamente del molde. Una vez retirado, se lava con agua para sacarle el vinagre y se deja que se seque definitivamente de uno a dos días, dependiendo de la humedad y la temperatura ambiente. En caso de tener un deshidratador, se deja por 12 horas en 35 grados centígrados (Materiom, 2019). El resultado es un material grueso, rígido pero flexible, que se asemeja al corcho, resistente al fuego y que es hasta cierta medida resistente al agua.

En segundo lugar, se desarrolló una receta que tomó como base una de *Materiom* titulada *Cork agar - starch Cor03*, realizándose algunas modificaciones en sus ingredientes a los efectos de una mejor adaptación a los recursos accesibles en el momento. La receta original lleva 15 mililitros de agar agar, 5 mililitros de glicerina, 250 mililitros de agua, 15 mililitros de fécula de maíz y media taza de corcho. En este caso, se reemplazó el agar agar por gelatina y el corcho por yerba mate post consumo. En primer lugar, el día antes de iniciar la receta se deja secar la yerba y se tamiza. Al día siguiente, se inicia la receta mezclando los 15 mililitros de fécula de maíz con agua, agregando luego la glicerina y la yerba. A continuación, se calienta a fuego lento hasta que la mezcla comience a tomar espesor y empiecen a aparecer burbujas. Por último, se vierte el contenido en el molde deseado, en este caso: placas de Petri de 9 cm de diámetro y un alto de 1 centímetro. Medina (comunicación personal, 16 de octubre 2019) sugiere no utilizar un grosor mayor a un centímetro para este tipo de material. Se deja reposar en un lugar oscuro, sin contacto con el sol. El tiempo de secado depende de la ventilación a la que estará expuesto el molde y de la temperatura y la humedad ambiente. En caso de tener un deshidratador, se sugiere utilizar para su secado porque la fécula demuestra una respuesta óptima ante este tipo de secado. En cuanto al secado y en relación con las características finales que se deseen para el material, debe también tenerse en cuenta que éste reduce su grosor al perder humedad. El resultado es un material rugoso en su derecho y suave en su revés, rígido, resistente, maleable

pero sin elasticidad, que en cuanto a su aspecto y textura resulta similar a un papel de lija. Al tener gelatina en su composición, no es un material resistente al agua.

En ambos casos, el molde puede ser de metal, vidrio, caucho, silicona, acero inoxidable, cristal o plástico. Por otro lado, para el caso de ambos materiales aquí descritos, así como para los biocompuestos con materia orgánica en general, corresponde indicar que éstos se exponen a un mayor riesgo de contaminación que otros materiales. Así pues, para reducir el riesgo de contaminarse con otros microorganismos, la cantidad utilizada de residuo orgánico tiene que ser proporcionalmente menor al resto de los ingredientes. Se le puede también agregar propionato de calcio, lo cual, si bien no evita por completo la contaminación, sí hace que ésta pueda ser quitada con algodón con alcohol.

Así como se pueden hacer materiales similares al corcho o al papel de lija, también se pueden realizar materiales muy parecidos a la cerámica y materiales duros y resistentes similares al cemento. A continuación, se abordan las posibilidades materiales de variantes de biocompuestos que buscan ser adaptados al rubro de indumentaria.

3.4. Biotextiles

A diferencia de los bioplásticos y biocompuestos, los biotextiles abarcan orígenes más amplios. Bajo la categorización de *Biology Studio*, los biotextiles pueden ser artificiales, biológicos o bio-orgánicos. Es decir, pueden provenir de un laboratorio como es el caso del ecocuero, denominado Zoa, biofabricado por Modern Meadow, previamente mencionado en el Capítulo 1. Mediante la fermentación de levadura genéticamente modificada producen colágeno, el principal componente biológico del cuero y lo combinan con distintas fibras naturales para generar variedad de grosores y texturas. El material puede utilizarse sólido o líquido y puede ensamblarse consigo mismo sin necesidad de costuras. Otros materiales pueden ser de origen biológico, es decir: provienen de sistemas vivos. Un material con este origen responde a la propia lógica del sistema vivo y es auto-activo pues responde a las circunstancias del medio. Un ejemplo es el material generado a partir de la fermentación de celulosa bacteriana,

desarrollado como biotextil por Suzanne Lee. Por último, un biotextil también puede ser un biocompuesto, como es el caso de los cueros frutales conocidos como *fruit leather*, cuya base es polimétrica.

Medina (2019) define a los biotextiles como aquellos biomateriales no convencionales producidos con elementos orgánicos o provenientes de la naturaleza que, en vinculación con el desarrollo científico, ofrecen otras posibilidades de producción a la industria textil. Usualmente se vinculan con trabajos de investigación material amplios, en los cuales convergen la tradición material, la producción de materiales locales, la ciencia y la creatividad. Medina (comunicación personal, 16 de octubre 2019) explica que sus utilidades son muy diversas, brindando opciones orgánicas y biodegradables de bajo costo para a la industria textil y para el diseño en sí. En tal sentido, una de sus principales características es su bajo impacto ambiental y la capacidad de ofrecer una alternativa material distintiva que se aleja de los materiales convencionales los cuales, según Medina, están en peligro de desaparecer. A su vez, considera que los biotextiles están en fase especulativa, ya que su impacto a nivel comercial se está estudiando, pero entiende que el potencial que ofrecen es alto.

Según fuese anteriormente mencionado, existen muchos tipos de biotextiles. En todos los casos realizados y observados, se trata de textiles no tejidos, es decir, sin filamentos entretejidos que, en cuanto apariencia y funcionalidad, son similares al cuero. En el taller realizado, se explicaron dos variantes de biotextil: el *fruit leather* o biocuero frutal y se comenzó a desarrollar un textil bacterial, el cual se presenta en el siguiente capítulo debido a su complejidad y consecuente extensión. En cuanto a este punto, se indica también la asistencia a un taller complementario dictado por la diseñadora textil Emilce Cesarini.

Antes de iniciar la descripción del proceso mediante el cual se realizó el cuero frutal, se explica la importancia de encontrar alternativas materiales específicamente para el cuero. Este material como tal tiene su origen en los comienzos de la humanidad, cuando el único abrigo que tenía el hombre era el de la piel del animal que cazaba. La necesidad

de preservar la piel animal dio lugar a los primeros procesos de curtido. El paso del tiempo ha llevado a estos procesos a como hoy se los conoce. Como explican Esparza y Gamboa (2001), los impactos ambientales de la industria de la curtiembre son tan considerables como aquellos de las industrias mineras y del petróleo. En el proceso de curtido se utilizan metales pesados como el cromo — y en algunos casos aluminio y titanio — sólidos en suspensión, sales inorgánicas, sulfuros, una amplia cantidad de materia putrescible y polímeros orgánicos, lo que genera, entre otras cosas, que los efluentes sean difíciles de purificar. Por otra parte, como se describe en el estudio realizado por Esparza y Gamboa (2001), el cromo es un material de alta toxicidad, tanto para quienes lo generan y para el ambiente como para los usuarios del producto. A su vez, en las curtiembres se genera sulfuro de hidrógeno proveniente de los efluentes, ya que estos contienen sulfuros y se generan a través de la degradación anaeróbica de los efluentes en los tanques de sedimentación. Se generan también emisiones de amoníaco y vapores de solventes, los cuales no sólo generan mal olor, sino que son sustancias altamente nocivas. Por último, dados los procesos utilizados y su posterior combinación con forrerías de composición sintética, el proceso de degradación es considerablemente más lento, pudiendo a su vez liberar toxinas no amigables para el ambiente.

Más allá de su toxicidad, la producción de cuero requiere la matanza de animales. Es por lo general en la industria ganadera en donde ocurre esta matanza. Como explica la organización Greenpeace (2019), el 24% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero provienen de la industria agrícola y el 14,5% de la industria ganadera. A su vez, el 80% de la deforestación mundial es resultado de la expansión agrícola y la mayor parte de esta expansión se destina a alimentar animales en lugar de personas. En los últimos años han aparecido alternativas sintéticas del cuero erróneamente denominadas ecológicas, ya que provienen de poliuretano plástico aplicado a una base sintética y cuya biodegradación no es posible. Es por estos motivos que se considera relevante buscar opciones materiales para el cuero, tanto natural como sintético y de aquí la consideración de los biotextiles como una posible alternativa.

Como indica Medina (2019), los biocueros de fruta o *fruit leather* usualmente deben contener en su base un biopolímero que les brinde resistencia y flexibilidad. Algunos de estos biotextiles contienen almidones y aceites que los hacen flexibles, hidrofóbicos y con una mayor resistencia. En tanto los biocueros de fruta son variados, los más utilizados son aquellos realizados a partir de la piel del mango, la banana y de los cítricos naranja y limón. La receta dada en el taller, con autoría de *Biology Studio*, tiene los siguientes ingredientes: una taza de agua, 30 gramos de almidón de maíz o papa, una cucharada de vinagre blanco, una cucharada de glicerina de grado alimenticio y cáscaras de cualquiera de las siguientes frutas: mango, banana y papaya. Para su preparación, en primer lugar se colocan en un recipiente la taza de agua con la cucharada de vinagre y la glicerina y se revuelve con una cuchara de madera para que los ingredientes se combinen y formen una pasta. Esta mezcla será el biopolímero base. Paralelamente, se licúa la cáscara de la fruta elegida con una taza de agua hasta que la mezcla quede uniforme. Luego, la mezcla polimétrica elaborada en primer lugar se calienta a fuego lento para que pierda espesor, revolviéndola continuamente. La mezcla estará lista una vez que no contenga grumos de gran tamaño. Una vez que la mezcla biopolimétrica esté uniforme, se retira del fuego y se vierte el contenido en la licuadora que contiene la cáscara de la fruta con agua. Se mezclan los elementos hasta que se hayan integrado por completo. Una vez terminada, la mezcla se vierte sobre una malla serigráfica que permitirá que el biomaterial se seque correctamente y le dé la forma y apariencia de un cuero. Para su secado, la mezcla se debe poner al sol. El tiempo de secado depende de la temperatura y humedad ambiente. El resultado es un material flexible, no elástico, de propiedades y características similares al cuero, cuyas características estéticas dependen de la fruta seleccionada.

Medina (comunicación personal, 16 de octubre 2019) estima que los biomateriales referidos en el taller — biopoliméricos, biocompuestos y bioplásticos — tienen una duración aproximada de 3 años, la cual puede variar según los componentes utilizados, el contexto climático y el uso que se le dé. Indudablemente, no son materiales cuya vida

útil pueda considerarse extensa. Sin embargo y dado el modelo de consumo existente, éstos permiten inferir un cambio de paradigma debido a que responden a una economía circular y, una vez desechados, vuelven a su lugar de origen. Según lo expresa Medina (2019): “El comportamiento del consumidor después de este proceso, con el tiempo no sólo transformará la metodología de fabricación y de lenguaje material, sino también su significado cultural”.

Finalmente, se considera relevante mencionar que todos los biomateriales toman la forma del molde que se desea utilizar, por lo que el concepto de descarte en el proceso de fabricación de un objeto de diseño no existe. En indumentaria, en la moldería tradicional, se estima que un 15% de la tela es descartada al cortar la tizada de una única prenda (Montagna y Carvalho, 2019). Este descarte generalmente no puede ser reutilizado, al tratarse de piezas pequeñas en dónde no puede volver a entrar una pieza de moldería. Si se multiplica este porcentaje en una escala industrial, el desperdicio generado es importante y, por lo tanto, la aplicación de estos materiales innovadores detenta un potencial y significativo ahorro en recursos y en energía.

Capítulo 4: Posibilidades materiales: celulosa bacteriana y micelios

En el presente capítulo, se profundiza acerca de las posibilidades textiles de los biomateriales de origen biológico y se describen los contenidos del taller teórico práctico dictado por la diseñadora textil Emilce Cesarini, titulado *Taller de Biofabricación: celulosa de origen bacteriano*. Asimismo, se exponen las posibilidades materiales de los micelios en relación con los bioaglomerados fúngicos.

4.1. Celulosa bacteriana, origen y fabricación

El 26 de octubre del año 2019 se asistió al taller antes mencionado dictado por la diseñadora textil Emilce Cesarini, junto con el biólogo Pablo Rodríguez. Este taller hizo foco en el cultivo de celulosa, mediante fermentación y síntesis de microorganismos, evaluando asimismo sus posibilidades materiales. Se analizó la metodología de producción, los tiempos de cultivo y las posibilidades de teñido, explorando así sus diferentes posibles aplicaciones.

La celulosa bacteriana hace referencia al género de bacterias acetobacter, las cuales producen celulosa a partir de fuentes de carbono como glucosa, sacarosa, glicerol, manitol o arabitol. En este caso, se tendrá en cuenta la celulosa obtenida a del té de kombucha y sus diversos componentes, los cuales funcionan como alimento y medio de producción.

El té de kombucha es una bebida ancestral con propiedades medicinales y es el resultado de un proceso de fermentación microbiana. Se considera que esta bebida fue descubierta en China hace más de 2000 años. Su consumo se extendió en Rusia y Alemania durante la Primera Guerra Mundial como un remedio casero popular. Posteriormente, en los años de entreguerras, se vendía en Alemania en farmacias bajo el nombre *Mogu*. La bebida contiene microorganismos vivos que han sido asociados con numerosos beneficios para la salud, como la desintoxicación y purificación intestinal, regulando la flora intestinal. Otros estudios demuestran que este té también fortalece el sistema inmune (Günther, 2005).

En su composición están presentes té, agua purificada, azúcar y una simbiosis de bacterias y levaduras. Esta simbiosis se suele denominar SCOBY, sigla que en inglés significa *symbiotic colony of bacteria and yeast*, y también se la conoce como hongo de kombucha. Esta denominación hace referencia a su apariencia, en tanto desde un punto de vista biológico no tiene las características de un hongo.

La síntesis de celulosa consta de tres etapas principales. En primer lugar, la bacteria acetobacter presente en el cultivo de kombucha inicia un proceso de acostumbramiento al medio y sus nutrientes. Al mismo tiempo las células de levadura presentes en el cultivo se alimentan de los nutrientes provenientes del azúcar y el té y como resultado, transforman el azúcar en alcohol etílico y dióxido de carbono. Luego, la bacteria empieza a crecer y convertir el alcohol en ácido acético, o vinagre, y otros ácidos orgánicos, sustancias que protegen al cultivo de la contaminación de otros organismos. La bacteria acetobacter tiene una vida dual, al poder vivir con o sin oxígeno. La diferencia radica en que, en presencia de oxígeno, la bacteria transforma la fuente de carbono en uridin difosato glucosa — el sustrato necesario para producir celulosa —, para colonizar la interfaz líquido-aire. Es decir, la celulosa funciona como una capa protectora en la superficie del cultivo que impide el ingreso del oxígeno (Rodríguez, comunicación personal, 26 de octubre 2019). La celulosa generada puede ser utilizada y reutilizada indefinidamente para la generación de nuevos cultivos de té de kombucha, funcionando como un nuevo SCOBY, y es por ello que se la denomina como kombucha madre.

Mediante ciertos procesos que se mencionan a continuación, esta celulosa funciona como un biomaterial que puede tener características similares al plástico, el papel o el cuero. Se describen aquí los procedimientos para que la celulosa funcione como un biocuero o textil bacterial que fueron realizados en el taller de Emilce Cesarini y Pablo Rodríguez.

Para generar el cultivo se utilizó la siguiente receta: 450 ml de agua caliente, 50 ml de té inicial o vinagre, 25 gramos de azúcar, una cucharada y media de té en hebras y un trozo de SCOBY. El té inicial y el trozo de SCOBY son ingredientes que fueron

proporcionados por Cesarini a partir de sus propios cultivos de kombucha. Al ser regenerativa, la celulosa es capaz de regenerarse con tan solo un trozo de membrana de SCOBY. En cuanto al té, se puede utilizar únicamente té verde o té negro y se aconseja particularmente la utilización de té verde pues, a diferencia del negro, no está fermentado. Además, el té verde genera menos olor y genera menos variaciones en el color final. Para realizar el cultivo, primero se coloca en un recipiente el agua caliente con el té y el azúcar y se deja enfriar la mezcla a una temperatura ambiente no superior a 20 o 25 grados centígrados. Cuando se haya alcanzado la temperatura indicada, se coloca el trozo de SCOBY junto con el té inicial. Es importante que se deje enfriar la solución ya que la bacteria acetobacter presente en el SCOBY no sobrevive a temperaturas demasiado altas. El recipiente puede ser de vidrio, plástico, porcelana, cerámica o acero inoxidable, siendo importante tener en cuenta que funcionará como molde ya que la celulosa tomará la forma de éste. En este caso, se utilizó un recipiente de plástico. La solución generada se tapa con un pedazo de tela, sujeta en los extremos, para que exista el ingreso de oxígeno. En tanto la presencia de oxígeno resulta indispensable para la producción de celulosa, también es relevante tener en cuenta que una cantidad que supere el 15% de tensión de oxígeno aumentará la producción de dióxido de carbono, lo que dificultará su producción (Pineda, Mesa y Riascos, 2012). Por tal motivo, se recomienda utilizar una tela cuya trama no sea demasiado abierta. En la experimentación desarrollada en el taller, se utilizó lienzo de algodón convencional. A su vez, la tela debe estar suficientemente sujeta en los bordes para que el paso de oxígeno suceda únicamente a través de la trama del textil.

Una vez realizados todos los pasos correspondientes, el cultivo debe dejarse reposar por aproximadamente dos semanas. En esta instancia existen tres factores a tener en cuenta: la temperatura ambiente, la luz y el movimiento. En primer lugar, la producción de celulosa es posible a una temperatura ambiente entre 25 y 35 grados centígrados y resulta óptima a 30 grados. A temperaturas mayores a 35 grados y menores a 25, se dificulta el crecimiento de microorganismos y, consecuentemente, la celulosa no se

produce. Por tal motivo, se sugiere que el cultivo de kombucha se realice en verano o primavera o en un contexto de temperatura controlada en donde la temperatura no baje de los 25 grados centígrados. Por otro lado, debe colocarse en un lugar oscuro ya que las bacterias son fotosensibles. Finalmente, el cultivo no debe moverse en forma excesiva ya que, de lo contrario, no se genera un material compacto.

Luego de las dos semanas, dependiendo de la temperatura y las condiciones del ambiente, la celulosa ya se habrá formado. Con el paso del tiempo, la capa de celulosa aumenta su grosor — a medida que va absorbiendo la solución del cultivo — por lo que, si el recipiente es transparente, se puede elegir el momento de retirarla en función del grosor deseado. Para elaborar un biocuero o textil bacterial, se sugiere sacar la celulosa cuando esta tiene aproximadamente 2 centímetros de grosor. Una vez retirada, se procede al proceso de secado, por el cual la superficie reduce su grosor considerablemente al perder un 70% de agua (Rodríguez, comunicación personal, 26 de octubre 2019).

El procedimiento que se elija realizar depende del resultado material que se busque obtener. En el caso experimental, se sugirió dejar al material secarse en una superficie de madera al aire libre, sin demasiado contacto directo con el sol. Para un resultado más rápido, también se puede colocar entre dos maderas que saquen el líquido mediante presión o si por ejemplo se deseara un material similar al papel se debería dejar secar directamente al sol.

4.2. Bioaglomerado de micelio, origen y fabricación

A continuación, se desarrolla el proceso de fabricación de un bioaglomerado realizado a partir la inoculación de un micelio de un hongo características xilófagas, el cual fue abordado en el taller que fue descrito en el capítulo 3, dictado por Edith Medina. En el presente capítulo, se utiliza la información brindada por Medina como complemento a la investigación que presenta la diseñadora e investigadora colombiana Karen Antorveza en su libro digital titulado *Objetos Fúngicos*.

El micelio es una parte esencial del organismo del hongo y se compone de una red de filamentos intercomunicados denominados hifas. Las hifas son capaces de crecer en longitud, para luego ramificarse y generar una gran red interconectada en donde se produce el traslado de nutrientes y otros compuestos que permiten su crecimiento. A medida que el micelio crece, se expande y coloniza su sustrato. Los hongos tienen un metabolismo absorbotrófico, lo cual significa que requieren que sus nutrientes sean degradados en el ambiente. Para ello secretan enzimas degradantes por medio del ápice de las hifas, las cuales son capaces de degradar una amplia cantidad de compuestos como polisacáridos, proteínas, lípidos, fenoles, etc. Cuando el hongo consigue degradar los nutrientes, estos son absorbidos y asimilados su metabolismo. El principal rol que los hongos cumplen en la naturaleza es como degradantes de materia orgánica, distinguiéndose los distintos grupos de hongos según la capacidad de éstos de colonizar y degradar diferentes tipos de sustratos. En el presente estudio, se trabaja a partir de hongos xilófagos, es decir, hongos capaces de descomponer madera. Dentro de este grupo están aquellos que generan una pudrición blanca y otros que generan una pudrición castaña. Para el desarrollo del bioaglomerado, se toman en cuenta los que generan pudrición blanca ya que se caracterizan por ser los únicos capaces de degradar la madera por completo. Esto se debe a que pueden actuar sobre la lignina, uno de los principales componentes de la madera (Antorveza, 2019).

El bioaglomerado generado a partir del proceso de pudrición de la madera da como resultado un material conciso y rígido, con diversas propiedades y una amplia posibilidad de formas. A continuación, se detallan los pasos requeridos para generar este material y cómo detener su crecimiento. Se aborda la producción del material en un laboratorio con las siguientes herramientas: autoclave, cabina de flujo laminar, cámara de cultivo y horno. La autoclave es un recipiente de presión metálico que se utiliza para esterilizar los sustratos y las herramientas que se utilizan durante el proceso de producción. La cabina de flujo laminar es un espacio ventilado, propio de laboratorios de cultivo, diseñado para funcionar como un espacio de trabajo estéril en donde se

pueden manipular materiales sin contaminación biológica. Por otra parte, la cámara de cultivo es un espacio en donde se puede controlar la temperatura e iluminación ambiente. Por último, el horno se utiliza para el secado del material (Antorveza, 2019). Para generar el bioaglomerado es necesario seguir el siguiente protocolo de limpieza. En primer lugar, se deben usar guantes en todo momento mientras se esté en contacto con el hongo. En segundo lugar, todas las herramientas y elementos a utilizar deben estar limpios y esterilizados. Para ello se desinfectan primero con alcohol y agua en un porcentaje de 70% agua y 30% de agua destilada y luego se esterilizan con un autoclave o mechero. Luego se enfrían y se sumergen en un recipiente con alcohol 100%. Es requerido que este proceso se realice antes de utilizar cada herramienta, la cual debe ser empleada inmediatamente después. Evitar la contaminación es uno de los principales desafíos que se enfrentan a la hora de cultivar un micelio y es por ello que resulta indispensable que el espacio de trabajo este limpio y esterilizado durante todo el proceso de producción, buscando así evitar la generación de moho (Antorveza, 2019). En relación al proceso de producción en si mismo, en primer lugar se debe cultivar el micelio. Para ello, Antorveza utiliza semillas de Reishi, un hongo xilófago de pudrición blanca denominado *Ganoderma Lucidum*. Este hongo produce enzimas que ayudan a degradar la lignina y la celulosa presente en la madera. La semilla de Reishi se puede encontrar en el mercado ya que se comercializa para la producción de hongos comestibles. Como sustrato para el cultivo se utiliza semilla de avena previamente lavada, hervida y escurrida. Se deja hervir la avena en agua por una hora y luego se escurre con un colador. Se la coloca luego en un recipiente de vidrio con tapa hasta la mitad de su volumen. A continuación, se esteriliza la avena colocando el recipiente, con la tapa floja, en una autoclave por 30 minutos a 121 grados centígrados. Se deja luego enfriar y se cierra el recipiente correctamente. Ambos pasos se deben hacer dentro del autoclave para evitar el riesgo de contaminación. El siguiente paso es la inoculación del micelio en la avena. Para ello se requiere desinfectar previamente la superficie y todas las herramientas de trabajo con alcohol 70% en la cámara de flujo laminar. Asimismo,

se tienen que esterilizar los elementos metálicos con calor. Cuando se compra cualquier semilla de micelio, suele estar previamente inoculada en algún material. En este caso, se toma un pedazo de material colonizado por el Reishi y se coloca en el recipiente con avena. El siguiente paso es la incubación. Para ello se coloca el recipiente de vidrio con avena inoculada, con la tapa levemente abierta, en una cámara de cultivo oscura a 28 grados centígrados. Se sugiere cada dos o tres días agitar el recipiente para que la colonización sea homogénea, para lo cual se debe cerrar correctamente la tapa y luego dejarla levemente abierta nuevamente (Antorveza, 2019). En unos cinco o seis días el micelio coloniza la semilla de avena. Una vez que se observa una total colonización de la semilla por el micelio, es posible dar el siguiente paso.

Este paso, el penúltimo en este proceso, determina la creación del bioaglomerado y consiste en dirigir el micelio hacia el molde con la forma que se busca tenga el material y combinarlo con desperdicio de madera, también denominado aserrín. El aserrín debe ser previamente preparado, ventilado y esterilizado. Para su preparación, se vierte hasta la mitad de un recipiente capaz de resistir 121 grados centígrados de temperatura. Luego, se humedece hasta llegar a una proporción de 80% agua y 20% aserrín. Una vez que el aserrín absorbe el agua, se ventila el material. La ventilación es indispensable tanto para el crecimiento del cultivo como para que el vapor del autoclave llegue de manera óptima a la madera y pueda esterilizarla en su totalidad. Para ello, se coloca el aserrín en una bolsa de cultivo con filtros. Se puede también formar un tapón con un caño de PVC que contenga algodón y gasa. Se coloca la bolsa de cultivo en el autoclave de 45 a 60 minutos a 121 grados centígrados. La combinación del micelio con el aserrín debe realizarse en un ambiente esterilizado, como ser la cabina de flujo laminar, para lo cual se combinan en una bolsa de cultivo cuatro partes de aserrín con una parte de mezcla de semilla micelada. Luego, de manera inmediata se cierra la bolsa y se mezcla hasta lograr una distribución homogénea. Una vez preparada la mezcla se coloca en el molde deseado, el cual debe haber sido previamente limpiado y esterilizado con alcohol 70%. Después de rellenar el molde, se ejerce una leve presión en la mezcla para que

ésta desarrolle todo su volumen. Se tapa luego con un film plástico y se pasa al proceso de incubación. Para la elección del material del molde se debe tener en cuenta que sea fácil de limpiar, esterilizar y desmoldar y, también, que se puedan realizar agujeros en su superficie. Los agujeros permitirán el intercambio de aire durante el crecimiento del micelio. Se recomienda asimismo utilizar un material transparente para así poder observar el proceso de colonización. Este proceso se realiza en una cámara de cultivo oscura a 28 grados centígrados por aproximadamente siete días, en donde el micelio crece y coloniza el sustrato, formando una pudrición blanca que cubre todo el volumen del molde. Pasados los siete días o una vez que se observe que la superficie está totalmente blanca, se desmolda el material. Luego del desmolde, se realiza el último paso: el secado. Se deja secar a 80 grados para que el sistema vivo detenga su crecimiento (Antorveza, 2019). Como resultado se obtiene un bioaglomerado proveniente de la pudrición de aserrín que genera el micelio Reishi.

En caso de que la semilla que se consiga no esté inoculada con otro material, Antorveza explica que se puede cultivar el micelio a través de un medio agarizado. Para ello se prepara un medio de cultivo en una placa plástica de Petri, a la cual se le agrega agar agar nutritivo. El agar agar es un gelificante que proviene de las algas rojas, el cual ha comprobado ser compatible con el crecimiento de microorganismos de los hongos. Este procedimiento se realiza en un ambiente esterilizado o en la cabina de flujo laminar y consiste en los siguientes tres pasos. En primer lugar, se vierte agar agar en las placas de Petri hasta la mitad. Luego, una vez solidificado el agar agar, se toma un pedazo de hongo con una pinza metálica esterilizada y se ubica por arriba en la parte central. Se espera a que el hongo crezca y colonice el medio. Para incrementar las posibilidades de crecimiento, se sugiere realizar este procedimiento en tres placas (2019). Una vez terminado este proceso, se pasa a las etapas de producción del material según fuese previamente descrito.

4.3. Propiedades y características materiales

En el presente subcapítulo se detallan los resultados materiales obtenidos de los procedimientos previamente detallados. En primer lugar, se desarrolla el resultado obtenido a partir del cultivo de celulosa bacterial en té de kombucha y, en segundo lugar, el resultado obtenido a partir de la pudrición de aserrín generada por un micelio de características xilófagas.

El cultivo de celulosa bacterial dio como resultado un material de aproximadamente 1 milímetro de grosor cuyas características y propiedades se analizan a continuación. En primer lugar, se menciona que el modelo de producción de la celulosa bacterial responde a una lógica circular. Por un lado, es degradable y biodegradable: biodegradable al descomponerse naturalmente por sus microorganismos al enterrarse en tierra y degradable, ya que en presencia constante de oxígeno — por un período prolongado de tiempo — y en conjunto con el efecto del calor solar, se fragmenta y desaparece. Por otra parte, también es posible que la celulosa bacterial seca pueda volver a insertarse en un medio de cultivo, por lo que funciona como regenerador de celulosa una vez finalizada su vida útil (Santos, 2015). A su vez, aunque se considere una alternativa poco atractiva, la celulosa bacterial es comestible. Este factor puede cobrar relevancia si se quisiera utilizar a la celulosa bacteriana como *packaging* de alimentos o similar, en donde la vida útil del material es de un solo uso. El material también ofrece un enfoque *zero waste*, implicando un modelo de consumo y producción sin descarte. Por una parte, el material toma la forma del recipiente en el que se encuentra, por lo que para la creación de piezas de indumentaria se pueden diseñar recipientes que funcionen como moldes. Por otra parte, se ha observado que el material tiene la capacidad de unirse entre sí en el proceso de secado, lo que permite una alternativa a la confección convencional con hilo: si se enciman piezas mojadas entre sí y se dejan secar en conjunto, se unen para conformar una misma pieza.

En cuanto a sus propiedades, la celulosa bacterial es químicamente idéntica a la celulosa vegetal, aunque presenta diferencias significativas respecto a su estructura y propiedades físicas: a modo de ejemplo, la celulosa bacterial es diez veces más

resistente que la celulosa vegetal (Santos, 2015). Es también biocompatible, lo que significa que no destruye el medio de carácter biológico en donde ejerce su acción y puede coexistir con el ambiente sin degradarlo o destruirlo. En cuanto al contacto humano, una vez purificada, la celulosa es antibacterial, hipoalérgica y no tóxica.

Se ha comprobado asimismo que la celulosa bacteriana tiene resistencia mecánica, lo que refiere a la capacidad de resistencia con respecto a fuerzas aplicadas sobre el material.

Al mismo tiempo, es maleable y moldeable. Del mismo modo, su extensión y espesor pueden ser formulados a medida según las condiciones del cultivo. Pueden hacerse además modificaciones durante la biosíntesis para regular su elasticidad, resiliencia o el índice de cristalinidad, el cual tiene una gran influencia en la dureza, densidad y transparencia del material (Santos, 2015). En cuanto a sus características visuales, este material puede ser tratado como un textil tradicional y secarse en formato de lámina, o bien puede ser moldeado en el proceso de secado para generar variantes en forma y textura. También y tal como se presentó en el taller dictado por Cesarini, puede ser intervenido con láser para generar distintas texturas y propiedades estéticas. En particular, en el material realizado se observaron características similares al cuero: una textura compacta y a la vez rugosa, maleable pero no flexible y con irregularidades en su composición visual. Más aún, los colores obtenidos resultaron similares a aquellos presentes en el cuero natural: marrón, marrón oscuro y negro avioletado. La diferencia radica que en este material, no existe crueldad animal.

De todas formas, el color del material ha sido considerado como una de sus desventajas debido a que en forma natural no posee grandes variantes colorimétricas. En cuanto a sus desventajas se incluyen: su permeabilidad, durabilidad y olor. La celulosa bacteriana no es impermeable. Por el contrario, absorbe el agua, regenera su grosor original y puede llegar a pesar hasta 100 veces más al mojarse. Si bien existen alternativas naturales para que el material sea resistente al agua, como incorporar aceites o resinas vegetales en su producción, todavía no se han encontrado soluciones definitivas a esta desventaja. Este factor tanto limita sus posibilidades de uso como también reduce su

durabilidad: se estima que el material de celulosa bacterial tiene una duración aproximada de seis meses. El material va absorbiendo la humedad ambiente y se desgasta. De todas formas, este material podría cobrar sentido si se considera la cualidad efímera del sistema de la moda. Más específicamente, en este punto cabe tener presente el modelo impuesto por el *fast fashion*, en donde se pasó de tener cuatro temporadas de líneas de prendas para cada estación a tener dos mini temporadas por semana (Morgan, 2015). El modelo del fast fashion es efímero, pero sus materiales actuales no lo son.

Por último, se menciona que la celulosa bacterial suele adoptar el olor del cultivo, el cual no es considerado agradable: es fuerte y de características ácidas. En el taller dictado por Cesarini, se ofrecieron soluciones a este problema: antes del proceso de secado, se cambió el pH del material mediante la aplicación de bicarbonato de sodio. Se puede concluir que este procedimiento funciona ya que en los resultados obtenidos, el olor del cultivo desapareció por completo, dando como resultado un material de características neutras.

En cuanto al bioaglomerado de micelio, se considera que presenta una amplia variedad de propiedades y es por ello que se lo tiene en cuenta en distintas disciplinas, abarcando desde el diseño industrial hasta la arquitectura y la construcción. Sin embargo, hasta el presente, no se observan aplicaciones en el diseño de indumentaria en tanto por sus características no se trata de un material que pueda ser fácilmente incorporado en la creación de un textil.

Las propiedades de estos bioaglomerados pueden variar según la especie de hongo utilizado, los sustratos, las condiciones de crecimiento y el procesamiento del material. En primer lugar, el bioaglomerado es un material que ha comprobado ser amigable con el ambiente de manera integral: es 100% orgánico y biodegradable. Se ha estudiado que si se deja en contacto con la tierra o el suelo, el material es capaz de degradarse en un período de seis semanas. Por el contrario, si se mantiene en condiciones favorables y estables, tiene una vida útil de aproximadamente 20 años (Critical

Concrete, 2018). Por otro lado, es un material que requiere muy poca energía para su producción y puede crecer en variadas condiciones ambientales, reduciéndose así en forma considerable la dependencia de combustibles fósiles. Es un material de bajo costo y relativamente sencillo de producir. Al igual que la celulosa bacterial, es un material que presenta un enfoque *zero waste* en su proceso de producción. Como fue previamente mencionado, esta filosofía implica un modelo de consumo y producción sin descarte. Es decir, no se genera ningún tipo de descarte material en su producción: el micelio coloniza y degrada el sustrato material que le es dado. A su vez, el material toma forma del recipiente, permitiendo que no exista desperdicio en su proceso de producción. Por último, no es necesario utilizar ningún material adicional para unir distintas piezas entre sí ya que se ha comprobado que, si se colocan bioaglomerados individuales de micelio vivo, se colonizan entre sí y se unen (Bonnefin, 2017).

En cuanto a sus características materiales, cuando el micelio crece y se apodera del medio en su proceso de producción, se aglutina y se vuelve rígido y resistente. Esto en parte se debe al carbonato de calcio que está presente en su composición. En este sentido, se ha estudiado que un metro cúbico de ladrillo de micelio de 43 kilogramos es más resistente, en relación con su peso, que un ladrillo realizado con hormigón cuyo peso es de 2400 kilogramos. Sin embargo, su resistencia a la compresión es de alrededor de 30 libras por pulgada cuadrada o psi, por sus siglas en inglés, mientras que el hormigón tiene una resistencia de 4000 psi (Bonnefin, 2017). De todas formas, puede decirse que el bioaglomerado es un material altamente resistente. Es también un material que modifica sus propiedades según si el organismo ha sido detenido — o secado — o no. Por ejemplo, cuando el bioaglomerado se seca, se convierte en un material muy liviano y ligero, factor que también varía según el sustrato utilizado y su densidad.

Por otra parte, se trata de un material que puede funcionar como aislante tanto térmico como acústico. Puede por ejemplo atrapar más calor que el aislamiento de fibra de vidrio. También es resistente al agua, al moho y es retardante de llama. Los objetos

realizados a partir de micelio también ofrecen otros beneficios menos convencionales que comprueban su autosuficiencia, como por ejemplo su resistencia a las termitas. Inicialmente, el material no es resistente a este insecto, todo lo contrario: lo atrae. Pero una vez que las termitas entran en contacto con el material, se activa una espora del hongo dentro del insecto que lo mata y crea un hongo cuyas esporas repelen a otras termitas (Bonnefin, 2017).

Al tratarse de un material rígido, inicialmente se cuestionaron las posibilidades materiales dentro del campo de la indumentaria y, más en particular, su relevancia para el presente PG. Sin embargo, luego de investigar los componentes que hacen a una prenda poco amigable con el ambiente, se consideró atractivo dado su potencial como sustituto de avíos plásticos y metálicos.

4.3.1. Teñido natural: posibilidades cromáticas

El resultado colorimétrico del bioaglomerado fúngico y de la celulosa bacterial depende del proceso natural por el cual se desarrolla cada material. En el caso del bioaglomerado, el color depende del hongo y el sustrato que se utilice y de qué color es la pudrición que genera — blanco o marrón —. En cuanto a la celulosa bacterial, el resultado varía según el té que se utilice para su realización, pudiendo ser marrón claro, marrón oscuro o negro de subtono violeta. Para el caso de ambos materiales, no existen demasiadas variantes colorimétricas y es por ello que a continuación se explican procesos de teñido natural que pueden ser aplicados en su creación.

En primer lugar, se explica la importancia de la utilización de técnicas de teñido naturales en la industria textil — que resulta ser igual de importante que el material en sí — para luego explicar los procesos por los cuales se puede teñir de manera natural.

Como expresa Fletcher (2012), el color es fundamental para el diseño y se considera uno de los principales factores que hacen que una prenda resulte atractiva para un consumidor. El color es, a su vez, el eje en el cual se basan las tendencias de moda. Industrialmente, para que un textil obtenga el color deseado, se tiñe su color natural con

tintes sintéticos. Se ha comprobado que varios de los componentes que los constituyen son nocivos tanto para el ambiente como para quienes portan las prendas. Se estima que el 20% de la contaminación mundial de agua es generada por los tintes textiles y su producción. Más aún, se ha demostrado que existen 72 químicos tóxicos presentes en el agua que se originan exclusivamente de los procesos de teñido, 30 de los cuales no pueden ser extraídos ni eliminados. A su vez, estos químicos tóxicos pueden ser liberados con el propio uso de la prenda. Por ejemplo, los colorantes azoicos, uno de los principales tintes utilizados en la industria textil, liberan sustancias químicas conocidas como aminas aromáticas, que afectan directamente al funcionamiento del hígado. También se relacionan a los clorobencenos — utilizados en la fabricación de tintes como intermediarios químicos — con afecciones al hígado, tiroides y el sistema nervioso central (Duerr, 2016).

Se comenzó entonces a buscar alternativas de teñido para las prendas, revalorizando los tintes obtenidos de la naturaleza y en donde es ésta — la naturaleza — quien determina las condiciones colorimétricas para el teñido y no de manera opuesta. Estos tintes pueden ser obtenidos de fuentes renovables como, por ejemplo, residuos de plantas o hierbas desechados en los cultivos. Teñir a partir de plantas resignifica la manera en la que se interactúa con el entorno natural. De esta forma, el color dependerá de los materiales que ofrece la naturaleza según la época y estación. Se ha observado que este tipo de teñido funciona de manera óptima si se utiliza en fibras 100% naturales, de lo contrario el tinte no penetra del todo la superficie, dejando un efecto de color muy claro o lavado.

En el taller de Cesarini, se comprobó que este tipo de proceso de teñido es aplicable a la celulosa bacteriana, lo que da lugar a una amplia gama de variantes colorimétricas para el textil bacteriano o biocuero. A continuación, se explican los procedimientos de teñido utilizados. En primer lugar, el proceso de extracción del color se realiza a través de una infusión: en un contenedor de metal se coloca agua caliente con la planta o residuo vegetal que se desea utilizar. Cuanto más material de teñido haya, más concentrado

quedará el color. En el taller se observó una amplia gama de opciones materiales de teñido de origen local: hojas de eucalipto, quebracho, abedul, boldo, cedrón, sauce, celidonia, tilo, diente de león, ginkgo biloba, pasionaria, espinaca, nogal, olivo, hoja y tallo de remolacha y cáscara de cebolla. Seguidamente, se coloca la celulosa bacteriana, la cual debe encontrarse en el estadio anterior al secado. Es decir: luego de sacarla del cultivo, se coloca en el baño de teñido. También debe estar limpia, por lo cual si se realizó el tratamiento de bicarbonato de sodio para la neutralización del pH, debe pasarse primero por agua para retirar cualquier residuo presente en la celulosa, para que no se presenten posteriores irregularidades en el resultado del teñido. La proporción de agua y material es de tres litros y medio de agua por cuarto de material. El tiempo que se deja la celulosa en el baño de teñido dependerá de la intensidad de color que se busque como resultado, en este caso se dejó aproximadamente 30 minutos. Una vez retirada la celulosa, se pasa a la etapa de secado antes explicada. Cabe aclarar que luego del proceso de secado, se reduce la intensidad del color que podía verse cuando la celulosa estaba mojada. Éste es un factor a tener en cuenta en el proceso de teñido.

Se ha observado que este proceso puede ser también aplicado al bioaglomerado fúngico, aunque su capacidad de absorción de color no es óptima y puede presentar algunas irregularidades. Esto se debe a que el proceso de teñido debe ser realizado con posterioridad a su secado y, como fuese antes mencionado, el bioaglomerado es resistente al agua. Si el proceso se realiza previo al secado, se obtienen inicialmente muy buenos resultados, pero dado que el sistema del hongo sigue vivo, éste puede degradar el color y convertirlo nuevamente en pudrición.

Capítulo 5: UTOPIA: colección de Diseño

El presente capítulo describe aspectos y conceptos vinculados con la colección cápsula experimental titulada *UTOPIA*. Los materiales a utilizar para la colección se eligen a partir de la muestra de un catálogo biomaterial. En este catálogo se presentan los distintos tipos de materiales desarrollados a lo largo del PG, detallándose sus propiedades, características y posibilidades de aplicación en el campo de la indumentaria. Se describe asimismo la partida conceptual, el usuario y la intención de diseño para así tomar las decisiones de diseño aplicadas a este Proyecto de Grado. Estas decisiones se definen a partir de causas: material, estructural, funcional, sintáctica, estética y pragmática. Finalmente, se mencionan en forma específica las decisiones visuales y gráficas para la representación de Cuerpo C.

5.1. Partida conceptual, usuario e intención de diseño

A continuación, se describe la partida conceptual de la colección. El término utopía hace referencia al ideal que se persigue cuando se piensa en un mundo mejor, el cual es de naturaleza inalcanzable. En este sentido, este concepto se asocia la pretensión de un mundo ecológicamente más consciente, en donde sea posible frenar de manera colectiva aquellos sistemas de producción y consumo con consecuencias irreversibles para el medio ambiente. En muchos sentidos, esta noción parece inalcanzable y es por ello que se eligió el nombre *UTOPIA* para titular la colección.

El ideal de la colección y del PG en general implica encontrar procesos de diseño circulares y amigables con el ambiente, buscando ser motores de un cambio que permita generar productores y consumidores más conscientes. Como expresa Barrón (2008), bajo el concepto de ecología de consciencia, el ser humano parecería ser cada vez menos consciente del ambiente que lo rodea y, por tanto, no está en contacto con los factores que influyen en su desarrollo ni con su relación con la realidad objetiva del entorno. El término ecología de consciencia se vincula, en primer lugar, con la ecología como una rama de la biología que se encarga de la interrelación entre los seres vivos y

su medioambiente. Por otro lado, la consciencia refiere al hecho que, en un universo fundamentalmente material, el hombre evolucionó desarrollando la capacidad de ser consciente de sí mismo y de ser consciente de su propia consciencia. La ecología de consciencia, entonces, abarca el vínculo entre el hombre y su experiencia con el medioambiente, entendiendo a este vínculo como un proceso que condiciona su consciencia.

Así pues, la inspiración de la colección se ubica en la reconexión del hombre con su entorno natural, teniendo como eje la experiencia material. Este concepto fue descrito en el capítulo 2 y refiere a aquellas experiencias caracterizadas por la percepción consciente o inconsciente que los sujetos tienen de los materiales a través de su interacción diaria con cientos de objetos. Sabido es que la experiencia material, tanto para usuarios como para diseñadores, está determinada por materiales industriales que son procesados mediante una serie de operaciones que transforman al material en su esencia cruda, en partes terminadas o productos. Como consecuencia, se considera que se ha perdido el vínculo que se tiene con los objetos y su origen material, factor que contribuye al valor que se le da un objeto (Chapman, 2012). Se ha disociado al objeto de su contexto natural, de su proceso de producción y de las personas que forman parte del mismo. En este sentido la intención de diseño busca, mediante un enfoque integral e interdisciplinar, una revalorización y rehumanización de la indumentaria como objeto de consumo a través de una colección cápsula de tres prendas denominadas conscientes. Estas prendas detentan un proceso de producción y diseño consciente, buscando también generar consciencia en sus portadores. Es por ello que se toma como herramienta principal la confección de prendas que expresen el origen natural de su producción, intentando conectar emocionalmente al usuario con la prenda, para así convertir al indumento en un elemento de conexión e interacción entre los individuos y el medioambiente. La colección, entonces, está dirigida a cualquier persona que este abierta a relacionarse con experiencias materiales atípicas.

Si bien el eje de la colección se encuentra en la experiencia material, a su vez se busca que cada paso en el proceso de diseño y producción tenga una lógica sostenible integral. Es así que se tienen en cuenta todos los elementos que conforman al diseño de una prenda. Por lo tanto, se diseña a partir de distintos niveles definidos por parte de Gustavo Lento como causas: causa estructural, material, sintáctica, funcional, estética y pragmática (comunicación personal, 7 de abril 2020). Resulta importante aclarar que, si bien la colección tiene en su intención de diseño una óptica funcional, dadas las características materiales utilizadas, la colección se ubica en una categoría experimental.

5.2. Causa material: biocuero bacterial y biocompuestos como alternativa textil

La causa material refiere al estudio de los materiales e implica una traducción tangible y visual de la estructura diseñada. Esta causa requiere materiales que sean lo suficientemente maleables para que un cuerpo pueda moverse cómodamente y de materiales que puedan ser ensamblables, es decir: que se puedan adaptar a los procesos de construcción existentes en indumentaria. A su vez, se tienen en cuenta las superficies, las cuales son también un modelo de estudio y determinan la experiencia que tendrá el sujeto con el material. Por ejemplo, se puede describir una superficie como gelatinosa, húmeda, rugosa, áspera, suave, ligera, pesada, etc. (Lento, comunicación personal, 7 de abril 2020).

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados y luego de explorar las posibilidades biomateriales existentes, para la colección de indumentaria que se presenta en este PG se tomó la decisión de utilizar los materiales que se describen a continuación. Como alternativa textil se utiliza biocuero bacterial de té verde en conjunto con dos biocompuestos: uno realizado a partir de celulosa bacterial y residuos de café y otro realizado a partir de residuos de yerba mate. También se realizan avíos fabricados a partir de un bioaglomerado fúngico a base de *Girgola*.

Se considera que los materiales seleccionados son aquellos que mejor se podrían adaptar a la fabricación convencional de una prenda. Todos los materiales son escalables, se pueden coser tanto a mano como a máquina y se adaptan con facilidad al cuerpo y sus superficies. La diferencia entre ellos radica en que algunos tienen el potencial de ser utilizados cotidianamente y otros son de grado experimental. En este sentido, se buscó seleccionar materiales con distinto grado de complejidad, teniendo en todos los casos en cuenta la fabricación de moldes para la producción específica de cada prenda. Lo cual permite que no exista descarte en su proceso de corte y producción, generando como resultado materiales que responden a una lógica *zero waste*. En el caso de los biotextiles se fabrican recipientes reutilizables de acero inoxidable y para los botones de bioaglomerado un molde reutilizable de acetato.

Según fue mencionado en el capítulo 4, el biocuero bacterial es el resultado del cultivo de celulosa bacterial obtenida mediante fermentación y síntesis de microorganismos. Se compone de té, agua purificada, azúcar y una simbiosis de bacterias y levaduras. Para su producción se realiza el mismo procedimiento detallado en el capítulo 4, utilizando té verde y recipientes específicamente diseñados para la moldería de la prenda. Su producción responde a una lógica circular y regenerativa y ofrece la posibilidad de unir las piezas entre sí sin la necesidad de costuras. Este material enfrenta la limitante de poseer una baja resistencia al agua pero, al mismo tiempo y debido a sus cualidades visuales y propiedades funcionales, se considera como el material más asimilable a uno convencional. Por tal motivo, se decidió tenerlo en cuenta para esta colección.

Por otra parte y tal como fue mencionado en el capítulo 3, los biocompuestos son materiales de base polimétrica que contienen materia orgánica en su composición. Son materiales que en su proceso de fabricación pueden mezclarse con fibras o elementos no necesariamente orgánicos. En este caso, se utilizan dos biocompuestos para cuya elaboración se incorporaron residuos agroindustriales. En primer lugar, se formuló un biocompuesto que en su composición combina celulosa bacterial y residuos de café.

Para ello, se buscó conjugar las propiedades de los bioplásticos con las de la celulosa bacterial y se incorporaron residuos de café para darle al material más dimensión y textura. También se creó un biocompuesto a partir de residuos de yerba mate. La yerba le proporciona al material propiedades táctiles y visuales distintivas.

Para ambos biocompuestos se tuvo en cuenta la receta base proporcionada por Biology Studio y se realizaron modificaciones a los efectos de su adaptación, por un lado, a la incorporación de celulosa y con una mayor resistencia al agua y, por otro, a la intención de obtener materiales que no impliquen crueldad animal. Por tal motivo, se eliminó de la receta el colágeno obtenido de la piel del chanco y se utilizó como reemplazo la carragenina, gelificante proveniente de las algas rojas, la cual, además de tener origen vegetal, le proporciona al material una moderada resistencia al agua.

La formula material del biocompuesto bacterial con café es la siguiente: 60% de agua, 15% carragenina, 10% de té de kombucha, 6% de glicerina, 5% de celulosa bacterial, 3% de residuos de café y 1% de propionato de calcio. Cabe aclarar que, a diferencia de las recetas vistas en el capítulo 4, la receta se formuló en porcentajes para que sea posible aplicarse en cualquier escala. La carragenina, además de darle al material una moderada resistencia al agua, le proporciona elasticidad y maleabilidad. La glicerina que se produce a través de la fermentación del azúcar vegetal es un ingrediente líquido, transparente e incoloro que, en conjunto con la celulosa bacterial, proporciona al material resistencia y maleabilidad. Estos componentes pueden ser utilizados en distintas cantidades para así variar las propiedades del material. Por otro lado, el propionato de calcio, actúa como el ingrediente que conserva al biomaterial y evita la generación de microorganismos. Por último, el agua y el té de kombucha funcionan como componentes integradores de todos los materiales, pudiendo también modificarse sus cantidades a los efectos de generar distintos espesores y opacidades.

La formula material del biocompuesto con residuos de yerba es la siguiente: 70% de agua, 15% de residuos de yerba mate, 10% de carragenina, 4% de glicerina y 1% de propionato de calcio.

El procedimiento requerido para la creación de los materiales es el siguiente: preparación de receta, vertido y secado, desmolde y costura. En el caso del biocompuesto bacterial, se debe realizar previamente un cultivo de té de kombucha con celulosa para poder extraer la cantidad de té y celulosa bacterial necesarios. Éstos deben ser posteriormente licuados hasta que se forme una pasta, la cual luego se incorpora al resto de los ingredientes. En ambos casos, una vez adicionados todos los ingredientes, se calienta la mezcla en una olla a fuego lento hasta ver un depósito blanquecino de características espumosas en la superficie. Si se está buscando un resultado material completamente transparente, se retira esta espuma con una cuchara. En caso contrario, si se deja en la mezcla, se secará en la superficie y creará un material visualmente espumoso. Una vez terminado, se vierte la mezcla en la superficie deseada, en este caso en un molde de acero inoxidable. Por último, se deja secar el material a temperatura ambiente y alejado del contacto directo con el sol. En el caso del biocompuesto bacterial con café, el material se debe dejar secar entre 7 a 10 días, mientras que el biocompuesto de yerba demora de 2 a 3 días en secarse. En el secado, el material suele perder grosor y éste es un factor a tener en cuenta en su fabricación ya que modifica sus posibles aplicaciones y funciones. Una vez que el material se vea seco, se retira cuidadosamente con una herramienta fina y angulosa, como por ejemplo un alfiler metálico. Es muy importante que no se retire antes de tiempo, ya que en tal caso el material se encogerá y deformará, pudiendo incluso endurecerse y perder sus propiedades.

Ambos procedimientos dan como resultado materiales completamente biodegradables que pueden aplicarse en la producción de una prenda de características funcionales debido a su moderada resistencia al agua. Este factor a su vez permite una mayor durabilidad para el material. De todas formas, se sugiere evitar el contacto directo con el agua ya que puede afectar su rendimiento.

El biocuero bacterial con café da como resultado un material maleable y flexible que combina las características de un bioplástico con las de la celulosa y que visualmente

puede describirse como un cuero de características translúcidas. La celulosa permite conseguir un material de alta resistencia, hipoalergénico y no tóxico. Se ve como un material liso, uniforme y suave, de color marrón translúcida, cuyo grosor, opacidad y textura pueden ser modificados de acuerdo con el proceso de producción. Se considera a su vez que se trata de un material fácil de manipular, al no ser rígido ni lánguido, por lo que es posible aplicarse en la producción de una prenda.

En cuanto al biocompuesto de residuos de yerba mate, se genera un material estructurado pero maleable con una textura única. En el derecho es rugoso y texturado y en el revés es suave y uniforme. Es liviano, visualmente opaco y delgado. Igualmente, su grosor y textura pueden ser alterados en el proceso de producción. Si bien se adapta adecuadamente a las superficies del cuerpo, debido a su estructura y baja elasticidad, se recomienda para terceras pieles o tipologías oversized.

Los materiales seleccionados responden a una lógica circular, son biodegradables y biocompatibles e implican un modelo de consumo y producción sin descarte. Como todos los biomateriales, tanto en su proceso de producción como en el fin de su vida útil no son nocivos para el ambiente.

Resulta también importante mencionar que los materiales se confeccionan a tono con hilo de algodón orgánico de la marca *Sewpure*. Este hilo es biodegradable y está certificado por GOTS, *Global Organic Textile Standard*, organización que garantiza que los productos y sus fuentes sean ecológica y socialmente responsables. Este hilo ofrece una amplia gama de variantes colorimétricas realizadas a partir de tintes naturales y el cono utilizado está realizado con plástico vegetal biodegradable.

5.2.1. Bioaglomerado de Girgola como sustituto de los avíos plásticos y metálicos

Tal como fuese anteriormente descrito, al tratarse de un material rígido que no se puede manipular o coser, fueron inicialmente cuestionadas las posibilidades materiales del bioaglomerado fúngico en el campo de la indumentaria. Luego de investigar los componentes que hacen a una prenda poco amigable con el ambiente, se identificó el

potencial que tiene el bioaglomerado como sustituto de avíos plásticos y metálicos. No es únicamente el textil lo que condiciona la sustentabilidad de una prenda. Los componentes de una prenda son también relevantes a la hora de buscar un proceso de diseño de características sustentables. En indumentaria se denomina avío a aquel elemento realizado en diversos materiales, colores y formas que se agrega a una prenda, ya sea con fines decorativos o funcionales. En este caso, se hace énfasis en los avíos que se utilizan para permitir el acceso o cerramiento de una prenda: los cierres y botones. Estos elementos suelen constituir un porcentaje pequeño de la prenda, pero tienen un gran peso en el impacto ambiental generado en tanto en su proceso de producción involucran a la industria minera y petrolífera. Tanto los botones como los cierres son realizados con plástico o metal, cuyos procesos industriales han demostrado contribuir con el calentamiento global, la degradación del planeta, las emisiones contaminantes y los vertidos tóxicos presentes en el agua (Fletcher, 2012). El plástico tarda un promedio de mil años en degradarse. Si bien el metal insume bastante menos tiempo en degradarse — entre 30 y 200 años, dependiendo del grosor y la cantidad utilizada — para que no se oxiden y tengan una mayor durabilidad, los avíos metálicos se someten a un proceso de galvanización, el cual consiste en sumergir el metal en varios baños de sales minerales para luego someterlo a la corriente eléctrica para que los iones se fijen al objeto. Luego de cada baño se enjuaga la pieza de metal para retirar los elementos químicos, lo que produce una gran cantidad de agua residual contaminada con ácidos, cianuro, metales, blanqueadores y limpiadores que puede afectar las acciones biológicas de la planta en la que se realiza el tratamiento y es tóxica para las especies acuáticas. Se estima que cada 3.300 botones de metal fabricados, se generan 500 gramos de efluente tóxico (Fletcher, 2012).

Es por estos motivos que se consideró relevante tener en cuenta la materialidad de los avíos en el diseño de una prenda, considerando al bioaglomerado fúngico como una posible alternativa para realizar botones. Si bien se trata de un material rígido, es sumamente liviano y compacto, lo cual lo hace compatible para ser aplicado a prendas.

También es fuerte y resistente, ignífugo e impermeable y, principalmente, requiere poca energía para su producción, es biodegradable y, al mismo tiempo, amigable con el ambiente en todo su proceso de producción.

La creación de los botones de bioaglomerado se basa en el proceso explicado en el capítulo 4, realizándose las modificaciones necesarias. Para ello, se trabaja en un laboratorio en conjunto con el doctor en biología molecular Esteban Iturralde. En este caso, en vez de utilizar el hongo Reishi, se trabaja con micelio de hongo de Girgola. Este hongo tiene las mismas propiedades xilófagas que el hongo Reishi por lo que el proceso material es el mismo. Al momento de inocular el micelio para la creación del bioaglomerado, se coloca en moldes específicamente diseñados para la creación de botones. Estos moldes son reutilizables y se realizan artesanalmente en acetato de 200 micrones a través de un proceso de termoformado. El termoformado es una técnica que consiste en darle forma a una lámina plástica de acetato a través de calor y vacío, utilizando una matriz. En este caso, se utilizan prototipos de botones en cerámica para la realización de moldes termoformados. Una vez finalizado el proceso de inoculación y secado, se perfora y pule el bioaglomerado para generar botones de doble agujero que puedan ser aplicados de manera convencional en una prenda.

5.3. Causa estructural y funcional

La causa estructural hace referencia al proceso por el cual un rectángulo plano de tela se transforma en un volumen. En este proceso existen dos motores que permiten esta transición: el ensamblado y la configuración. Estos conceptos hacen referencia a la moldería y a la confección. Según la define Lento, la moldería es un caso de estudio en donde las configuraciones demuestran la capacidad de un diseñador para llevar adelante un volumen ciertamente adecuado a un cuerpo. Esta moldería, según como se la ensamble, generará distintos volúmenes. Por otra parte, la causa funcional expresa la función que tiene una prenda. La función refiere a la condición que tiene la prenda como tal: el portador debe poder acceder a ella de manera natural, sin un manual de

instrucciones. Es así que la causa funcional es la traducción de un cuerpo que sabe vestirse y como parte de la funcionalidad aparece también la utilidad (comunicación personal, 7 de abril 2020).

Se implementaron estos elementos teniendo en cuenta la filosofía del *lowsumerism* para la selección de recursos constructivos. El *lowsumerism* es un movimiento ligado al esencialismo que fomenta tomar consciencia del impacto ambiental de cada producto y de esa forma consumir menos y mejor. Es así que se busca fomentar la idea del consumo responsable y consciente y el compromiso de tener y usar una cantidad limitada de prendas. Así pues, se generó un sistema de prendas que además de ser sustentables son sostenibles, funcionales, versátiles y fácilmente combinables. De esta forma, en la colección UTOPIA se vincula la causa estructural con la causa funcional, al tener como eje la prenda y su función. Se busca crear esenciales elevados que sean amigables, confortables y funcionales para el usuario y que respondan al rubro *ready-to-wear*. Para ello se aplica una moldería que tiene en cuenta al cuerpo en una postura relajada y se utilizan volúmenes no restrictivos. A su vez, la configuración tiene un eje esencialista y todo elemento o recorte incorporado busca tener una función específica, alejándose de elementos puramente decorativos. Los respuntes son utilizados únicamente cuando son necesarios, dado el objetivo de reducir el tiempo en el que una prenda utiliza la energía de una máquina para su construcción.

5.4. Causa sintáctica y estética

La causa sintáctica está determinada por tres factores: la colorimetría, la morfología y la composición. En primer lugar, la colorimetría tiene en cuenta el estudio del color en relación con el diseño de la prenda y puede estudiarse a partir de sus esquemas, familias, porcentajes, matices y graduaciones. En este caso, el color estará determinado por aquellas variantes que puedan ofrecer naturalmente los biomateriales. En este sentido, en el capítulo 4 se exploraron alternativas de teñido aplicables a estos materiales. Como fue entonces explicado, se busca que estas alternativas sean de

origen natural dado que ha sido comprobado que los tintes sintéticos resultan nocivos tanto para el ambiente como para los portadores de las prendas. Así pues, se analizaron variantes colorimétricas a partir de tintes extraídos de desechos o residuos vegetales. De todas formas, se tomó la decisión de utilizar el color natural de los materiales seleccionados para el diseño de las prendas de la colección, manteniendo así su esencia y personalidad. Como expresa Fletcher, la industria les ha quitado a los textiles la personalidad única de cada fibra y, al hacerlo, también les quita su historia. Éste es un factor que contribuye a la noción de la indumentaria como mercancía y a la relación superficial y efímera que se tiene con las prendas (2012). Elegir materiales con su color natural para el diseño de una prenda puede requerir un mayor esfuerzo creativo, pero representa la posibilidad de conectarse con el origen y el proceso de fabricación del material. En tal sentido, se considera al color como una herramienta más para reconectar al portador de la prenda con su entorno natural. La paleta de colores utilizada será la siguiente: negro, marrón, beige y blanco amarronado. Estos colores son desaturados y neutrales y serán utilizados en una proporción monocromática, es decir: cada conjunto tendrá la misma clave de color en todos sus ítems. En toda la colección se busca generar un sentido de serenidad visual.

Por otro lado, la morfología refiere al estudio del volumen que es expresado a partir de una tipología. Como expresa Lento, los diseñadores objetuales parten de la existencia de formas preexistentes para la creación de objetos. Estas formas preexistentes pueden definirse como tipologías, las cuales refieren a las unidades mínimas de reconocimiento de un objeto (comunicación personal, 7 de abril 2020). Por ejemplo, una tipología es una falda o camisa, prendas que existen y funcionan como tal hace cientos de años. Estas tipologías son utilizadas, fusionadas y transformadas por los diseñadores, manteniendo sus unidades mínimas de reconocimiento en el proceso. Éstas tienen a su vez una silueta, la cual se define como el estudio de la percepción de un cuerpo vestido y refiere a la política corporal cambiante de un cuerpo. La silueta representa el punto de contacto entre el objeto y el sujeto.

Luego del correspondiente análisis, se llegó a la conclusión que la aplicación de los biomateriales en indumentaria es más favorable en terceras pieles. Para la colección se transforman tipologías de tercera piel que responden al rubro *ready-to-wear*: una de abrigo estilo trench, una de campera de jean y un pullover. Todas las tipologías fueron transformadas para que se lean visualmente despojadas y que morfológicamente sean amplias y sin ajustes. En cuanto a su composición — elemento que refiere a la posición, dimensión y dirección de todos los elementos que componen la imagen — se buscó generar ejes visuales definidos, de características longitudinales, que sean fáciles de decodificar y persigan el objetivo de generar serenidad visual a través de la colección. En este sentido, se busca que la información visual presentada no abrume los sentidos y sea de características puras y limpias, transmitiendo sutileza.

Por otro lado, la causa estética refiere al estudio filosófico de la imagen de la cual se realiza una reflexión estética previa al proceso de diseño, buscando hacer reconocibles las influencias culturales y personales que el objeto diseñado transmite. Esta causa toma en cuenta el contexto social, global y cultural presente. De este modo, en la colección se busca transmitir el ideal que promueve la revalorización y rehumanización de la indumentaria como objeto de consumo, en un contexto en el que la sobreproducción y el sobreconsumo resultan ser los ejes de las problemáticas medioambientales. Se busca así que el sujeto pueda observar la prenda y entender su contexto natural, tomando también consciencia de que ha sido un ser humano quien la realizó. Así pues, se busca crear indumentaria natural, humana y contemporánea, la cual, en su etiqueta, además de describir su composición, exprese la historia de la prenda: cómo se realizó, por quién, cuándo, dónde, qué tiempo llevó, con qué materiales se realizó, cuál es su vida útil estimada y qué cuidados se deben tener para que ésta no se acorte, qué hacer cuando ésta termine y cómo favorecer su biodegradación. Al mismo tiempo, la antes mencionada búsqueda de una colección que detente una estética limpia, nítida, clara y sin sobrecargas intenta brindar una respuesta ante la infoxicación presente en el mundo actual; implicando una visión esencialista en cada paso de diseño.

5.5. Causa pragmática: procesos de diseño

Como expresa Lento, la causa pragmática representa el momento en el que en el diseño de un objeto aparece el otro, es decir, el sujeto. Es todo aquello en donde estructura, materia, sintaxis y funcionalidad se combinan en un objeto totalmente estudiado. Si el otro no entiende este objeto, su mensaje y no logra comprender cómo ponérselo ni cuáles son sus posibles ocasiones de uso, la praxis no funciona (comunicación personal, 7 de abril 2020). La causa pragmática representa el estudio de todas las anteriores causas y es en el momento en el que éstas se combinan para dar paso a su ejecución y realización. Una vez terminado, si el objeto es entendido y utilizado por el sujeto portador, entonces la causa pragmática habrá funcionado. A continuación, se describen los procesos de diseño para la creación de las tres prendas de la colección cápsula UTOPIA.

Como fue mencionado, se parte de tres tipologías de tercera piel que responden al rubro *ready-to-wear*: una de abrigo estilo trench, una de campera de jean y un pullover.

En primer lugar, la tipología de abrigo trench se transforma a partir de la fusión con una camisa de hombre y se realiza a partir del biocompuesto de celulosa bacterial con café, utilizando botones de bioaglomerado fúngico. Se toman los elementos utilitarios y funcionales que componen a la camisa para fusionarlos con los elementos del trench. Para esta fusión se tomaron en cuenta tipologías cuyas características morfológicas son lo suficientemente relevantes de modo que en la fusión no pierdan su esencia. Asimismo, en la moldería se realizaron ciertas transformaciones buscando proporcionar comodidad en el usuario en todas sus acciones corporales. Para una mejor movilidad en la zona de espalda, hombros y omóplatos, se eliminó la sisa en la parte de la espalda y se despegó al canesú del cuerpo, brindando una mayor amplitud. A su vez, la línea de hombro se inclina levemente hacia adelante y tiene una pinza modeladora de hombro, herramientas que buscan acompañar una postura corporal relajada. Por debajo del canesú despegado, la espalda tiene un tablón encontrado que recorre todo el centro de la prenda. Este tablón posee una amplitud considerable y puede estar cerrado o abierto,

a través de una tirilla ajustable con dos botones de bioaglomerado fúngico, la cual permite que la espalda pueda aumentar en ancho y volumen, buscando también por este medio generar un mayor sentido de comodidad y movilidad. Por otro lado, la manga tiene una pinza modeladora que va del codo al puño, la cual busca tener en cuenta la movilidad del brazo en todas sus acciones. El puño es también ajustable a través de una tirilla de dos botones de bioaglomerado fúngico, lo que permite que el usuario ajuste o desajuste el puño según sus necesidades de uso. Por último, los bolsillos están escondidos entre en el recorte de unión entre delantero y espalda y la cartera es doble, elementos éstos que buscan que la prenda sea visualmente esencialista. Como resultado se conforma la primera prenda de la colección que se titula trench *habitar*.

En segundo lugar, en la tipología que parte de la campera de jean se analizan sus elementos para mantener únicamente aquellos que la conforman como tal y respondan a una lógica funcional, para así conformar una versión sintética de la prenda. De esta forma, en primer lugar la pieza del puño y la pretina de la cintura se encuentran incluidas en la moldería de manga y del cuerpo delantero y trasero, por lo que no se precisan piezas aditivas para su composición. La parte inferior de la manga y la espalda tienen una mayor amplitud y cuentan con una tirilla ajustable con dos botones de bioaglomerado fúngico que permiten que el usuario ajuste estos elementos en función de la necesidad de uso. Al igual que el trench *habitar*, la cartera es doble y los bolsillos laterales están escondidos en la unión del costado entre las piezas delanteras y traseras. También, la línea de hombro está levemente inclinada hacia adelante y tiene una pinza modeladora de hombro, herramientas que buscan acompañar una postura corporal relajada. Los bolsillos delanteros superiores no se eliminaron por completo ya que estos conforman uno de los elementos principales de la identidad visual de una campera de jean. Es por ello que se decide mantener uno de ellos en el lateral derecho. Se conforma así la segunda prenda de la colección que se titula campera *esencial*.

En tercer y último lugar, en la tipología que parte de un pullover también se buscó tomar los elementos esenciales para conformar una visión sintética de la misma. Al igual que

con la campera *esencial*, se eliminaron las piezas de puño y pretina y se incluyeron en la moldería de manga y cuerpo delantero y trasero. A su vez y dado que se busca realizar una prenda de características amplias, se eliminó la función de ajuste que cumplía la pretina. Incluso, se le da vuelo a la espalda de la prenda para proporcionar una mayor capacidad de amplitud y movimiento. Del mismo modo que en el trench *habitar* y la campera *esencial*, la línea de hombro está también levemente inclinada hacia adelante y cuenta con una pinza modeladora de hombro, herramientas que buscan acompañar una postura corporal relajada. La pinza modeladora, a diferencia de las otras tipologías, no se encuentra en la parte trasera, sino que está incluida dentro del recorte del hombro y se une con la manga hasta la línea de codo, por lo que además de modelar el hombro también modela la parte superior del brazo y el codo. La manga cuenta con una moldería caída para proporcionar un mayor sentido de movilidad, es decir, no empieza al finalizar la línea exacta del hombro, sino que se desplaza algunos centímetros para que la zona de la sisa no esté restringida. A su vez y al igual que con las otras tipologías, la zona del puño tiene una tirilla ajustable con dos botones de aglomerado fúngico que permiten que el usuario ajuste o desajuste la manga según las necesidades de uso. También, la cartera es doble y contiene en su interior tres botones de bioaglomerado fúngico. Asimismo, la tipología tiene una apertura en el costado que se une con una pieza agregada que busca acentuarla levemente y contiene un bolsillo escondido. Se conforma así la tercera y última prenda de la colección que se titula pullover *abrazo*.

Es importante aclarar que todas las tipologías persiguen una silueta oversized longitudinal y pueden ser utilizadas tanto por un hombre como una mujer.

5.5.1 Representación visual y gráfica

En cuanto a las decisiones visuales y gráficas que fueron tomadas para la representación del cuerpo C, se persiguieron los mismos ideales que fueron planteados para la colección. En tal sentido, se resalta la pretensión que la información sea clara y

que no haya sobrecargas visuales, presentando entonces una composición minimalista, sistemática y simétrica de fácil lectura. Ello en conjunto con una paleta de color neutral monocromática para cada ítem. Se seleccionaron dos familias tipográficas para su desarrollo: una con serifas para los títulos y otra palo seco para los textos, con sus respectivas variantes tipográficas. El énfasis principal se ubica en las imágenes y su esencia, las cuales están colocadas en la totalidad de la hoja sin realizar composiciones visuales.

En cuanto a la presentación de la colección, para cada causa se buscó una narración enfocada principalmente en lo visual, presentando luego los aspectos técnicos a través de fichas y figurines. Dado de que se trata de una colección puramente digital, resultó importante mostrar estos aspectos de la manera más detallada y específica posible, buscando generar una visión integral de su posible resultado. Las fichas técnicas conforman una herramienta indispensable en el diseño que permite mostrar la prenda y sus elementos constructivos. Se presentan 5 fichas técnicas para cada prenda. La primera ficha describe el frente y la espalda de la prenda a través de geometrales, en conjunto con sus medidas y la descripción general de la prenda. Los geometrales son dibujos lineales de la prenda diseñada, en donde ésta es representada de manera plana. Es decir: no se muestra como calza la prenda en un cuerpo tridimensional, sino que se busca mostrar únicamente sus cualidades técnicas y constructivas. La segunda ficha muestra la prenda de perfil y describe sus detalles constructivos a través de *zooms* que destacan las partes especialmente relevantes. También se explica la función de cada una de las partes que la conforman y qué tipo de costura se utiliza para ensamblarla. La tercera ficha muestra los materiales que serán utilizados para la fabricación de la prenda, representados a través de geometrales. La cuarta ficha describe el diagrama de operaciones que se debe realizar para confeccionar la prenda y la quinta y última muestra las etiquetas que le serán aplicadas junto a su composición.

Luego, bajo la intención de mostrar como se relaciona la prenda con el cuerpo, se presentan tres figurines. El figurín es una representación proporcional a escala del

sujeto portador. A través del figurín se muestra como calzará la prenda y se puede apreciar su largo modular, silueta y proporción. En este caso, los figurines se conforman de tres sujetos dibujados de manera digital, que representan tanto el cuerpo de una mujer como el de un hombre dado que, como fue anteriormente indicado, las tipologías pueden ser utilizados por ambos cuerpos. Para cada prenda se realizaron tres figurines: uno que busca describir la actitud del sujeto portador y muestra la prenda en un plano más cerrado, uno de frente y otro de espalda en plano entero.

Los figurines muestran las prendas de la colección en conjunto con otras tipologías complementarias, a modo de estilismo, permitiendo así apreciar las proporciones y cómo se conjugarían con prendas de uso cotidiano. En tal dirección, se utilizaron prendas *top* y *bottom* de segunda piel que son colorimétricamente de claves similares o más bajas que los biomateriales utilizados. Se buscó mantener una estética monocromática y simple para estas tipologías complementarias, de modo que no generen tensión ni distraigan al observador. En cuanto al resto del estilismo, se busco mantener la estética esencialista que persiguen las prendas. Es por ello que los sujetos están representados en su esencia natural: con su cabello tal como es y sin peinados elaborados, sin maquillaje ni ningún otro elemento decorativo o aditivo. Tampoco tienen accesorios ni calzado.

Así entonces, a través de esta colección se quiso demostrar como es posible, mediante un sistema estudiado de diseño, realizar prendas fabricadas a partir de materiales biofabricados los cuales, si bien son de características experimentales, pueden ser adaptadas a un lenguaje de moda convencional en cuanto a uso y función y, de esta forma, avalar la comprobación que existen herramientas para avanzar hacia el ideal utópico que persigue la moda sostenible, así como también encontrar herramientas visuales que se comuniquen y conecten con un usuario de potencial consciencia ecológica.

Conclusiones

En el presente PG se ha buscado resaltar la importancia de una mirada integral en torno a los procesos del diseño y consumo de una prenda, identificando distintas vías que permitirían avanzar hacia una industria de la moda que disminuya considerablemente su impacto ambiental.

Tal como fuese mencionado en reiteradas ocasiones en este Proyecto, la industria textil juega un papel preponderante en la actual crisis ambiental actual. Al mismo tiempo, se hizo énfasis en la consideración del diseño como forma de ajuste al contexto y, por ello, se analizó en primer lugar la influencia del contexto sociocultural en los patrones de producción y consumo. En tal sentido, el análisis de la *era del vacío* de Lipovetsky o la denominada *cultura del descarte* según el Santo Padre Francisco, representan ejemplos tácitos de cómo la actividad humana — en este caso a través del consumo masivo — detenta un impacto global significativo en el clima y en los ecosistemas de la Tierra.

Asimismo, la velocidad de los cambios producidos por las acciones humanas ha comenzado a contrarrestar el ritmo de evolución biológica, influyendo en ello también el hiperdesarrollo tecnológico que trajo consigo la rapidación de los ritmos de vida y del trabajo. Del mismo modo, el sistema industrial actual opera según un modelo de economía lineal, el cual busca generar objetos realizados a partir de un imaginario de partes compuestas en líneas de ensamblaje y consiste en: tomar, fabricar y tirar. En otras palabras, los recursos son extraídos para luego tomar forma como producto — objeto — y el modelo lineal se enfoca en generar y vender estos objetos de manera rápida, económica y masiva, lo cual alteró en forma significativa la manera de consumir de los seres humanos. Este cambio ha hecho que se produzcan cientos de millones de toneladas de residuos por año los cuales, en su gran mayoría, no son biodegradables o renovables. De tal forma, el modelo de consumo desenfrenado y descarte actual, junto al consecuente aumento en la demanda de energía, tierra y agua parecerían ser los motores detrás de los cambios sin precedentes a los que hoy asistimos.

Por tales motivos, se consideró importante presentar un enfoque en el que prevalezca el sentido del hombre como parte de la naturaleza, para así trabajar en sinergia con ella y enfocar el desarrollo hacia soluciones sostenibles. En tal sentido, se entiende que la adopción de una economía circular en los procesos de producción permite contrarrestar la cultura del descarte y avanzar hacia un mayor compromiso con las generaciones futuras. La economía circular tiene en cuenta al descarte como materia prima de los ciclos naturales y el objeto producido proviene de un proceso cíclico y regenerativo. Para ello es necesario que el objeto diseñado se conforme de recursos materiales de características biodegradables.

En el capítulo 2 se analizaron los procesos de la industria textil para comprender la necesidad de la creación de nuevos paradigmas materiales. Se presentó una detallada descripción de cómo los materiales comúnmente utilizados por esta industria son nocivos para el ambiente en distintos sentidos. Partiendo de este entendimiento, se considera que el diseño debe migrar de la visión fragmentada para la creación de objetos, dando paso a la experimentación con materiales interactivos. Por tal motivo, se estudió la posibilidad de generar nuevos materiales de características naturales y biodegradables que respondan a una lógica interdisciplinar y sostenible. En esta dirección, se presentaron los conceptos de activismo material, biofabricación y experiencia material para llegar a la conclusión de que la fusión de la disciplina del diseño con la biología y la ingeniería tiene un gran potencial para la creación de materiales sostenibles y conscientes. Materiales que, a su vez, buscan generar una experiencia material que convierta a los objetos en elementos de conexión e interacción entre los individuos y el medio ambiente, para dejar de lado el vínculo fugaz que se suele tener con los productos de consumo masivo y así garantizar un consumo sostenible.

Estos materiales permiten que el diseñador se involucre en el proceso de producción con un nuevo lenguaje material. Según esta óptica material, se distinguen dos enfoques principales. Por un lado, aquél que contempla a la creación de materiales biológicos

dentro de un laboratorio en colaboración con profesionales de distintas disciplinas y, por otro, aquél que fomenta la propagación de conocimientos de distintas disciplinas — de manera digital y de código abierto — para la creación de recetas materiales. El objetivo de este segundo enfoque es facilitar la producción y experimentación material de manera individual en un entorno hogareño.

El presente PG exploró ambos enfoques, para lo cual se asistió a los dos talleres teórico-prácticos de creación biomaterial que se describen en los capítulos 3 y 4. Uno de estos talleres fue dictado por la bióloga y artista mexicana Edith Medina. En éste, se dieron a conocer distintos tipos de materiales biofabricados y se desarrollaron recetas materiales que pudieran ser fácilmente adaptables a las condiciones de un hogar. El otro taller, dictado por la diseñadora Emilce Cesarini y el biólogo Pablo Rodríguez, se enfocó en la producción material proveniente de la celulosa bacteriana y en sus posibilidades cromáticas.

Luego de realizar ambos talleres, se concluye que, si bien sería posible adaptar estas concepciones materiales a las condiciones de un hogar, por otra parte resulta indispensable contar con los conocimientos y las herramientas específicas que resultan necesarias para su creación. Por otra parte, la fabricación de biomateriales presenta distintos grados de complejidad y no todos éstos son replicables en forma doméstica.

Para adquirir, comprender y, en consecuencia, aplicar estos conocimientos se requiere la ayuda de otras disciplinas. Por tal razón, estos talleres resultaron necesarios para la creación material de la colección y no se considera a las fuentes digitales de código abierto como herramienta suficiente para la creación de materiales con características profesionales.

Luego de explorar y analizar las posibilidades materiales existentes, se toma la decisión de utilizar los materiales que se describen en el capítulo 5 para el desarrollo de la colección. De acuerdo a su mención en dicho capítulo, como alternativa textil se utilizó biocuero bacteriano de té verde en conjunto con dos biocompuestos: uno realizado a partir de celulosa bacteriana y residuos de café y otro realizado a partir de residuos de yerba

mate. Otro material considerado para su aplicación en la colección, más precisamente para la producción de botones, fue el bioaglomerado fúngico a base de Girgola.

En términos generales, se seleccionaron materiales que presentasen distintos grados de complejidad para su fabricación y, al mismo tiempo, que fueran aquellos que mejor se pudieran adaptar a la elaboración convencional de una prenda.

Si bien se considera que los biomateriales que responden a un sistema biológico tienen un mayor potencial de uso y funcionalidad — motivo por el cual en el capítulo 4 se analizaron en profundidad dos posibilidades materiales dentro de esta categoría —, también se buscó indagar en las posibilidades materiales de los biocompuestos y su capacidad de reformulación.

Se tomo como base a la celulosa bacterial y su producción convencional con té verde y se propuso el biocompuesto de celulosa bacterial y café como una posible adaptación de ésta, tomando como punto de partida que el biocuero de celulosa bacterial ofrecería un mayor potencial material si no aumentase su grosor al estar en contacto con el agua y tuviese una mayor resistencia a este elemento. Es así que se adaptó la celulosa según una formula material biocompuesta que, utilizando carragenina y otros componentes, da lugar a un material translucido, flexible, maleable y con mayor resistencia al agua.

Se buscó también que el material no tuviera ningún componente animal en su producción. Por otra parte, se aprovechó la capacidad que tienen los biocompuestos de incorporar residuos agroindustriales incorporando residuos de café o yerba mate en sus fórmulas.

Por otro lado, al tener en cuenta el perjuicio que generan los avíos plásticos y metálicos en el ambiente, se consideró al bioaglomerado fúngico como una excelente alternativa material para la realización de botones. Como forma de investigar su potencial aplicación, en conjunto con el doctor en biología molecular Esteban Iturralde se desarrollaron botones de bioaglomerado de Girgola, un material altamente fuerte y resistente al fuego y al agua. Este material debe ser realizado en un laboratorio.

Todos los materiales utilizados son biocompatibles, biodegradables y renovables. En tanto se desarrollaron distintas alternativas materiales con diferentes grados de complejidad y medios de creación, se llega a la conclusión que el bioaglomerado fúngico es, dentro de los biomateriales realizados, aquel que ofrece mayores posibilidades en cuanto a usos y funciones. Esto se debe, principalmente, a su gran resistencia a los elementos.

Mediante la partida conceptual y el enfoque material, el objetivo de la colección *UTOPIA* implicó describir como posibilidad real una revalorización y rehumanización de la indumentaria como objeto de consumo. Se entiende que los procesos amigables con el ambiente en la producción de materiales pueden reconectar al hombre con su entorno natural, generando así productores y consumidores con una mayor consciencia ambiental. Como una de las principales resultantes del presente PG, se pudo verificar en forma empírica que resulta posible realizar una colección de prendas utilizando materiales biofabricados que beneficien al campo de la indumentaria.

Así pues y en tanto la utilización de materiales alternativos para la fabricación de indumentaria se ha planteado como uno de los objetivos específicos del presente PG, en su desarrollo se ha podido comprobar la importancia de una visión integral en torno a los procesos del diseño y consumo de una prenda, identificando a su vez distintas vías que permitirían avanzar hacia esta dirección.

La biofabricación describe un camino tanto válido como factible por el cual se puede transitar. Esta disciplina contempla una cultura material que permite una reconexión entre el objeto y el sujeto portador ya que en su lenguaje material puede reconocerse su origen y fabricación natural, así como su historia. A su vez, la biofabricación infiere una reinterpretación del vínculo que se tiene con los desechos y el fin de la vida útil de un objeto. Todos los residuos orgánicos pueden transformarse en nuevos materiales e ingresar en un nuevo ciclo productivo.

Si bien se considera que el universo de los biomateriales aún presenta significativas limitantes para funcionar como reemplazo de los materiales convencionales, por otra

parte, demuestra un posible impacto de gran potencial a futuro y ofrece una forma colectiva y empática de pensamiento material muy diferente. Estos materiales y sus aplicaciones ofrecen un lenguaje material distintivo y rico, promoviendo procesos circulares de fabricación.

Lista de Referencias bibliográficas

- Alonso, A. (2011). *Los orígenes de la sociología medioambiental y su primera evolución*. *Observatorio Medioambiental*, 100, 11-18.
- Antorveza, K. (2019). *Objetos fúngicos*. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA: Buenos Aires. Recuperado de:
https://issuu.com/kaphend/docs/fungalobjects_booklet
- Barron, F. (2008). *Towards an ecology of consciousness*. Londres: Routledge.
- Bayer, E. (2010). *Are mushrooms the new plastic*. Recuperado de:
https://www.ted.com/talks/eben_bayer_are_mushrooms_the_new_plastic/details
- Becerra, L. (2016). *CMF Design - The fundamental principles of Colour, Material & Finish Design*. Londres: Thames & Hudson.
- Beliz, G. (2017). *Eco integración de América Latina*. Buenos Aires: Talleres Trama.
- Berry, W. (2010). *Economics for a Renewed Commonwealth*. Berkeley: Counterpoint. Citado en: Fletcher y Grose (2012). *Gestionar la Sostenibilidad en la Moda*. Barcelona: Blume.
- Bonnefin, I. (2017). *Emerging Materials: Mycelium Brick*. Recuperado de:
<https://www.certifiedenergy.com.au/emerging-materials/emerging-materials-mycelium-brick>
- Cauwenberghe, L y Janssen, C. (2014). *Microplasticas in bivalves cultured for human consumption*. *Environmental pollution*. Recuperado de:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749114002425>
- Cecchini, C. (12-14 de abril 2017). *Bioplastics made from upcycled food waste: prospects for their use in the field of design*. *Design for Next*. Conferencia llevada a cabo en la Universidad Sapienza de Roma.
- Chapman, J. (2014). *Meaningful Stuff: Toward Longer Lasting Products*. Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Critical Concrete (2018). *Building with mushrooms*. Recuperado de:
<https://criticalconcrete.com/building-with-mushrooms/>
- Duerr, S. (2016). *Natural Color: vibrant plant dye projects for your home and wardrobe*. Nueva York: Watson-Guption Publications.
- Ellen MacArthur Foundation (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*. Recuperado de:
https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf
- Esparza, E y Gamboa, N (junio 2001). *Contaminación debida a la industria curtiembre*. *Revista de Química*. 15 (1).
- Fletcher, K. y Grose, L (2012). *Gestionar la sostenibilidad en la moda. Diseñar para cambiar. Materiales, procesos, distribución, consumo*. Londres: Blume.

- Forgacs, A. (2013). *Cuero y carne sin matar animales*. Recuperado de: https://www.ted.com/talks/andras_forgacs_leather_and_meat_without_killing_animals/transcript?language=es
- Forgacs, Andras (2017). *Fashion in the Age of Biofabrication*. Recuperado de: <https://www.businessoffashion.com/articles/video/fashion-in-the-age-of-biofabrication>
- Forgacs, A. (2019). *Reimagining materials*. Recuperado de: <http://www.modernmeadow.com>
- Gericke, K. y Lucienne, Q. (4 de agosto, 2013). Analyzing transdisciplinary design processes in industry, an overview. *ASME 2013 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. ASME, Oregon.
- Greenpeace (10 de junio 2019). *La ganadería industrial está destruyendo el planeta*. Recuperado de: <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/comunicados/la-ganaderia-industrial-esta-destruyendo-el-planeta/>
- Labrin, D. (2019). *Moda Multifocal*. Lima: Editorial UPC.
- Lee, J. (2014). *Material Alchemy. Redefining Materiality Within the 21st Century*. Amsterdam: Bis Publisher.
- Lett, L. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. *Revista Argentina de Microbiología*, 46, 1-2.
- Lipovetsky, G. (2003). *La era del vacío*. Barcelona: Anagrama.
- Luhmann, N. (1997). *Observaciones de la modernidad: Racionalidad y contingencia en la sociedad moderna*. Barcelona: Paidós.
- Lupton, E. (2019). *Fashion's future and the sustainable development goals*. Recuperado de: <https://www.fashionrevolution.org/tag/cotton/>
- Materiom (15 octubre 2019). *Coffe Composite Co02*. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/171>
- Materiom (8 octubre 2018). *Cork agar - starch Cor03*. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/40>
- Medina, E (2019). *Taller de Biomateriales: emisión internacional*. Biology Studio: México.
- Montagna, G. y Carvalho, C. (2019). *Textiles, Identity and Innovation: Design the future*. Londres: Taylor & Francis Group.
- Morgan, A. (2015). *The true cost* [película documental]. Life is my movie entertainment company (in association with) Untold Creative.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (13 diciembre 2019). *Pérdida y desperdicio de alimentos*. Recuperado de: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>

- Pineda, L., Mesa, L. y Riascos, C. (2012). Técnicas de fermentación y aplicaciones de la celulosa bacteriana: una revisión. *Ingeniería y Ciencia*. 8 (16), 307-322.
- Rognoli, V. y García, A. (2018) *Material activism. New hybrid scenarios between design and technology*, Cuaderno N°70. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Rognoli, V. y Ayala, G. (2018). Materia emocional: Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *RChD: creación y pensamiento*. 3 (4), 1-5.
- Saltzman, Andrea (2019). *La metáfora de la piel: sobre el diseño de la vestimenta*. Buenos Aires: Paidós.
- Saltzman, Andrea (2014). *El cuerpo diseñado*. Paidós: Buenos Aires: Paidós.
- Santo Padre Francisco (2015). *Laudato Si: sobre el cuidado de la casa común*. Buenos Aires: Tipografía Vaticana.
- Santos, S. (2015). *Aplicación de la celulosa bacteriana a la restauración del patrimonio bibliográfico y documental en papel*. Proyecto de graduación de la Universidad Politécnica de Madrid recuperado de: <http://oa.upm.es/39035/>
- Sofía, Alejandro (2017). *Biofabricación: Materiales cultivados para la arquitectura y el diseño*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Somers, S. (2020) *Our clothes shed microplastics - here's what we can do*. Recuperado de: <https://www.fashionrevolution.org/our-clothes-shed-microplastics-heres-what-we-can-do/>
- Tresserras, J. (2015). Diseño e interdisciplinariaidad. Una visión. *On the w@terfront*, 2 (34), 5-18.

Bibliografía

- Antorveza, K. (2019). Objetos fúngicos. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA: Buenos Aires. Recuperado de: https://issuu.com/kaphend/docs/fungalobjects_booklet
- Aoustin E. (2018). *Measuring Fashion: Enviromental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries Study*. Recuperado de: <https://quantis-intl.com/>
- Baima, M. (2018). El proceso de diseño desde la génesis de materiales. *Escritos en la Facultad N°70*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=664&id_articulo=13921
- Barron, F. (2008). *Towards an ecology of consciousness*. Londres: Routledge.
- Bayer, E. (2010). *Are mushrooms the new plastic?* Recuperado de: https://www.ted.com/talks/eben_bayer_are_mushrooms_the_new_plastic/details
- Becerra, L. (2016). *CMF Design - The fundamental principles of Colour, Material & Finish Design*. Londres: Thames & Hudson.
- Berry, W. (2010). *Economics for a Renewed Commonwealth*. Berkeley: Counterpoint. Citado en: Fletcher y Grose (2012) *Gestionar la Sostenibilidad en la Moda*. Barcelona: Blume.
- Bonnefin, I. (2017). *Emerging Materiales: Mycelium Brick*. Recuperado de: <https://www.certifiedenergy.com.au/emerging-materials/emerging-materials-mycelium-brick>
- Cauwenberghe, L y Janssen, C. (2014). *Microplasticas in bivalves cultured for human consumption. Environmental pollution*. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749114002425>
- Cecchini, C. (12-14 de abril 2017). Bioplastics made from upcycled food waste: prospects for their use in the field of design. *Design for Next*. Conferencia llevada a cabo en la Universidad Sapienza de Roma.
- Chapman, J. (2014). *Meaningful Stuff: Toward Longer Lasting Products*. Reino Unido: Butterworth-Heinemann.
- Cornejo, M. (2018). Materiales verdes. Aplicación industrial y comercial de bioplásticos en la industria de objetos descartables. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/catalogo_de_proyectos/detalle_proyecto.php?id_proyecto=4863
- Critical Concrete (2018). *Building with mushrooms*. Recuperado de: <https://criticalconcrete.com/building-with-mushrooms/>
- Desio, L. (2017). Tejidos poliméricos. Repensando el diseño textil en la era de la

sustentabilidad. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/catalogo_de_proyectos/detalle_proyecto.php?id_proyecto=4493

Duerr, S. (2016). *Natural Color: vibrant plant dye projects for your home and wardrobe*. Nueva York: Watson-Guption Publications.

Ellen MacArthur Foundation (2017). *A new textiles economy: Redesigning fashion's future*. Recuperado de: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf

Esparza, E y Gamboa, N (junio 2001). Contaminación debida a la industria curtiembre. *Revista de Química*. 15 (1).

Fernández, Clara (2019). *How Biotechnology is changing the way we make clothes*. Recuperado de: <https://labiotech.eu/features/biofabrication-fashion-industry/>
Fletcher, K. y Grose, L (2012). *Gestionar la sostenibilidad en la moda. Diseñar para cambiar. Materiales, procesos, distribución, consumo*. Londres: Blume.

Fletcher, Kate (2014). *Sustainable fashion and textiles: design journeys*. Reino Unido: Earthscan: Reino Unido.

Forgacs, A. (2013). *Cuero y carne sin matar animales*. Recuperado de: https://www.ted.com/talks/andras_forgacs_leather_and_meat_without_killing_animals/transcript?language=es

Forgacs, Andras (2017). *Fashion in the Age of Biofabrication*. Recuperado de: <https://www.businessoffashion.com/articles/video/fashion-in-the-age-of-biofabrication>.

Forgacs, A. (2019). *Reimagining materials*. Recuperado de: <http://www.modernmeadow.com>

Gericke, K. y Lucienne, Q. (4 de agosto, 2013). Analyzing transdisciplinary design processes in industry, an overview. *ASME 2013 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference*. ASME, Oregon.

Greenpeace (10 de junio 2019). *La ganadería industrial está destruyendo el planeta*. Recuperado de: <https://es.greenpeace.org/es/sala-de-prensa/comunicados/la-ganaderia-industrial-esta-destruyendo-el-planeta/>

Hollen, N. (2002). *Introducción a los textiles*. Ciudad de México: Editorial Limusa.

Lee, Jenny (2015). *Material Alchemy*. Países Bajos: Bis Publishers.

Lee, Suzanne (16 de Junio, 2012). *Grow your own clothes*. Recuperado de: https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_grow_your_own_clothes/transcript

Lett, Lina (2014). *Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular*. *Revista Argentina de Microbiología*, 46, 1-2.

Lipovetsky, Gilles (2003). *La era del vacío*. Barcelona: Anagrama.

- Luhmann, N. (1997). *Observaciones de la modernidad: Racionalidad y contingencia en la sociedad moderna*. Barcelona: Paidós.
- Lupton, E. (2019). *Fashion's future and the sustainable development goals*. Recuperado de: <https://www.fashionrevolution.org/tag/cotton/>
- Marini, M. (2013). El diseñador de modas como eco-revelador. La comunicación como principal propulsora de la expansión ecológica en la industria textil. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyctograduacion/detalle_proyecto.php?id_proyecto=1854
- Mariño, M.J. (2017). Diseño consciente. Aplicación del cuero de champiñón Muskin en el calzado. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/catalogo_de_proyectos/detalle_proyecto.php?id_proyecto=4483&titulo_proyectos=Dise%F1o%20consciente
- McGuire, B. (2013). Discípulos de la naturaleza. Biomimética e indumentaria infantil. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyctograduacion/detalle_proyecto.php?id_proyecto=2729
- Materiom (15 octubre 2019). *Coffe Composite Co02*. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/171>
- Materiom (8 octubre 2018). *Cork agar - starch Cor03*. Recuperado de: <https://materiom.org/recipe/40>
- Medina, E. (2019). *Taller de Biomateriales: emisión internacional*. Biology Studio: México.
- Montagna, G. y Carvalho, C. (2019). *Textiles, Identity and Innovation: Design the future*. Londres: Taylor & Francis Group.
- Monteserin, J. (2013). Diseño sustentable de indumentaria y textil. Alternativas para su desarrollo en la Argentina. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyctograduacion/detalle_proyecto.php?id_proyecto=1894
- Morgan, A. (2015). *The true cost* [película documental]. Life is my movie entertainment company (in association with) Untold Creative.
- Myers, W. (2012). *Biodesign: Nature, Science, Creativity*. Londres: Thames & Hudson.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (13 diciembre 2019). *Pérdida y desperdicio de alimentos*. Recuperado de: <http://www.fao.org/food-loss-and-food-waste/es/>
- Peralta, C. (2019) *Cultivando objetos. embalaje biofabricado para el Mercado*

- Ecommerce. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/archivos/5320.pdf
- Pineda, L., Mesa, L. y Riascos, C. (2012). Técnicas de fermentación y aplicaciones de la celulosa bacteriana: una revisión. *Ingeniería y Ciencia*. 8 (16), 307-322.
- Ribul, Miriam (2014). *Recipes for Material Activism*. Recuperado de: https://issuu.com/miriamribul/docs/miriam_ribul_recipes_for_material_activism/ch1j
- Rognoli, V., Ayala, G. y Parisi, S. (2016). *The material experiences as DIY-Materials: self-production of wood filled starch based composite (NeWool)*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/299429692>.
- Rognoli, V. y García, A. (2018) *Material activism. New hybrid scenarios between design and technology*, Cuaderno N°70. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Rognoli, V. y Ayala, G. (2018). Materia emocional: Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. *RChD: creación y pensamiento*. 3 (4), 1-5.
- Saltzman, Andrea (2019). *La metáfora de la piel: sobre el diseño de la vestimenta*. Buenos Aires: Paidós.
- Saltzman, Andrea (2014). *El cuerpo diseñado*. Paidós: Buenos Aires: Paidós.
- Santo Padre Francisco (2015). *Laudato Si: sobre el cuidado de la casa común*. Buenos Aires: Tipografía Vaticana.
- Santos, S. (2015). *Aplicación de la celulosa bacteriana a la restauración del patrimonio bibliográfico y documental en papel*. Proyecto de graduación de la Universidad Politécnica de Madrid recuperado de: <http://oa.upm.es/39035/>
- Sofía, Alejandro (2017). *Biofabricación: Materiales cultivados para la arquitectura y el diseño*. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Somers, S. (2020) *Our clothes shed microplastics - here's what we can do*. Recuperado de: <https://www.fashionrevolution.org/our-clothes-shed-microplastics-heres-what-we-can-do/>
- Suárez, S. (2010) Producción textil sustentable y diseño renovable. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/detalle_proyecto.php?id_proyecto=880&titulo_proyectos=Producci%F3n%20textil%20sustentable%20y%20dise%F1o%20renovable
- Tarquini, J. (2012) Modelo naturaleza ¿Es posible la simbiosis tecnosfera-biósfera? Reinserción de los sistemas naturales. *Proyecto de Graduación*. Facultad de Diseño y Comunicación. Buenos Aires: Universidad de Palermo. Disponible en: https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/proyectograduacion/detalle_proyecto.php?id_proyecto=559
- Tresserras, J. (2015). Diseño e interdisciplinariaidad. Una vision. *On the w@terfront*, 2 (34), 5-18.