

ESTRATEGIA DE DISEÑO A MATERIALES COMPUESTOS, DESDE LA  
EXPLORACIÓN Y CONFIGURACIÓN ESTÉTICO EN EL SECTOR  
ARQUITECTÓNICO

EXPLORACIONES ESTÉTICAS DE MATERIALES N.F.C

PRESENTADO POR:  
DANIELA FIQUITIVA FERNÁNDEZ

ASESORES ACADÉMICOS:  
ANDRES TELLES  
JUAN MANUEL ESPAÑA  
EDGAR PATIÑO

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TITULO DE DISEÑADORA  
INDUSTRIAL

UNIVERSIDAD DE BOGOTÁ JORGE TADEO LOZANO  
FACULTAD DE ARTES Y DISEÑO  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
31 DE MAYO DE 2020  
BOGOTÁ D.C.

## RESUMEN

El proyecto de grado planteado a continuación, nace del interés por implementar acabados superficiales en materiales a base de fibras naturales (NFC: composite natural fiber) con la estrategia de implicarlos a nuevos contextos de aplicación. Este proyecto analizó los factores que influyen en la interacción durante la permanencia dentro de un espacio arquitectónico estudiando sobre la teoría del diseño Biofílico y la Neuro Arquitectura. Bases teóricas que me servirían para encaminar mi estrategia y mi propósito con los NFC.

Se realizó una investigación basada en la estética del material y el poder comunicativo que puede llegar a influir en los espacios, para posteriormente realizar pruebas de experimentación en el laboratorio que me permitieran configurar estéticamente láminas a base de tusa de maíz y proyectarlas en escenarios arquitectónicos.

**Palabras Claves:** Estética del material, Materiales compuestos, Acabados, Estético formal, Espacios arquitectónicos.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	6
1.1	Oportunidad de diseño.....	7
1.2	Justificación .....	8
2.	Objetivos .....	8
2.1	Objetivo general .....	8
2.2	Objetivos específicos.....	9
3.	Marco teórico .....	9
3.1	Valor Estético .....	9
3.2	Acabados .....	10
3.3	Propiedades sensoriales de los materiales .....	10
3.4	Valor de diseño desde un enfoque arquitectónico .....	11
4.	Estado del arte .....	13
4.1	Madera.....	13
4.1.1	Tintes.....	13
4.1.2	Tratamiento para la madera.....	15
4.1.3	Selladores .....	15
4.2	Cemento.....	16
4.2.1	El concreto estampado .....	16
4.2.2	El concreto coloreado.....	16
4.2.3	El teñido del concreto.....	16
4.2.4	Sistema de pisos epóxidos.....	17
4.3	Gastronomía.....	18
4.4	Tendencias de materiales.....	18
5.	METODOLOGÍA .....	20

5.1	Descubrir: .....	21
5.2	Definir.....	21
5.3	Desarrollar .....	22
5.4	Entregar .....	22
6.	Resultados .....	22
6.1	Protocolo de laboratorio .....	22
6.2	Experimentación.....	22
6.3	Proyección .....	28
6.4	Entrevista semiestructurada.....	30
7.	Conclusiones .....	32
8.	Referencias Bibliograficas .....	35

Figure 1 Auto partes reforzadas (fuente: Art. Plásticos reforzados con fibras naturales)	7
Figure 2 Organoid Moulding (fuente: Material District)	7
Figure 3 Tinte Avellana al Agua (fuente: La Casa de Pinturas)	14
Figure 4 Tintes de madera (fuente: Hogar Canales Mapfre)	14
Figure 5 Tratamiento de madera (fuente: Quimsaitw)	15
Figure 6 6 Barniz para madera mate (fuente: Okdiario)	16
Figure 7 Barniz Marino (fuente: Archdaily)	16
Figure 8 Concreto estampado (fuente: Ocompra)	17
Figure 9 Concreto coloreado (fuente: Argos)	17
Figure 10 Teñido de concreto (fuente: Sonya Brunner)	17
Figure 11 Pisos epóxicos (fuente: Habitissimo)	17
Figure 12 Isomalt (fuente: Taller de Maria)	18
Figure 13 Isomalt (fuente: I am chef)	18
Figure 14 Materiales Recuperados (fuente: WGSN)	19
Figure 15 Naturaleza humana (fuente: WGSN)	19
Figure 16 Naturaleza Humana (fuente WGSN)	19
Figure 17 Materiales (fuente: WGSN)	20
Figure 18 Tabla resumen de pruebas (fuente: Autoría propia)	23
Figure 19 Prueba A1 (Izq), Prueba A2 (Der), (fuente: Autoría propia)	24
Figure 20 Prueba B4 (Izq), Prueba B2 (Der), (fuente: Autoría propia)	24
Figure 21 Tabla Resumen de pruebas (fuente: Autoría propia)	25
Figure 22 Prueba D3, (fuente: Autoría propia)	25
Figure 23 Prueba D1 (Der), Prueba D2 (Izq), (fuente: Autoría propia)	25
Figure 24 Prueba E4, (fuente: Autoría propia)	26
Figure 25 Tabla de resumen; (fuente: Autoría propia)	27
Figure 26 Prueba G1 (Izq), Prueba G2 (Der), (fuente: Autoría propia)	27
Figure 27 Prueba H1 (Izq), Prueba H3 (Der); (fuente: Autoría propia)	28
Figure 28 Prueba i2; (fuente: fotografía tomada por Juan Manuel España)	28
Figure 29 Anomalía (fuente: Libro Diseño Básico)	29
Figure 30 Primera propuesta formal (Fuente autoría propia)	29
Figure 31 Venation (Fuente Autoría propia)	30
Figure 32 Radiación (Fuente Libro Diseño Básico)	30
Figure 33 Radiación (Fuente Autoría propia)	30

## 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de grado está directamente vinculado al Grupo de Estudio de Fibras Naturales del Semillero Pensamiento en Diseño y es parte de un proceso investigativo mancomunado, que busca aportar y fortalecer a la generación de conocimiento en el campo de fibras vegetales, posicionando a la Escuela de Diseño de Producto y al Programa de Diseño Industrial de la Utadeo en la vanguardia de la investigación en este campo. La autora de este documento es miembro activo del semillero.

Las problemáticas ambientales como el alto consumo energético y natural que requiere la producción de fibras sintéticas ha hecho que miremos en las fibras naturales una alternativa para la fabricación de materiales biodegradables a un bajo costo; como solución para el reemplazo de compuestos poliméricos y de origen petroquímico.

Los materiales de fibras naturales si bien ofrecen características químicas y características físicas; explorar el cambiante rol de la sustentabilidad en el diseño (WGSN,2017/2018) a medida que estos materiales evolucionan, constituye una ayuda en la elección y preferencia hacia estos; acercando de una manera más humana y natural al hombre con los materiales.

Hoy en día es posible transformar la generalidad de los materiales aplicando y añadiéndoles diversos atributos sensoriales, adaptándolos a propiedades con las que no contaban. Para luego aprovecharlas y aplicarlas de manera adecuada al producto y que sea concebido sensorialmente a diversos niveles tanto utilitarios como estéticos comunicativos; así podrán entre otras funciones reflejar o absorber la luz ó conducir a la generación de algún efecto visual.

Los acabados se componen por una serie de características de retoques y añadidos, empleados desde un proceso de manufactura, cuya finalidad es de agregar un valor estético comunicativo subjetivo que ayudan al “perfeccionamiento” de un objeto o producto permitiendo entre otras funciones reflejar o absorber la luz e inclusive generar algún efecto visual específico, para lograr que su superficie cuente con las características más adecuadas y necesitadas para cada producto.

Además “la expectativa actual es que los productos tengan en cuenta los cambios sociales contemporáneos, como una expresividad sensorial mayor, a fin de mejorar la calidad de la experiencia de usuario”. (B. Lerma, P. Dorian, S.F.)

## 1.1 Oportunidad de diseño

El uso indiscriminado de materiales sintéticos ha conllevado a una respuesta por parte de científicos e ingenieros con el desarrollo de materiales a base de fibras naturales, materiales que solo han sido configurados desde sus características físicas de las fibras vegetales (resistencia, tensión, flexión, microestructura, entre otros) y sus características químicas (composición, aglutinantes, y estructura), brindándoles solo ventajas funcionales y estructurales dejando a un lado su configuración estética que permite al material otorgarle una identidad a cada producto; como observamos en los ejemplos Fig.1 y Fig.2.



*Figure 1 Auto partes reforzadas (fuente: Art. Plásticos reforzados con fibras naturales)*



*Figure 2 Organoid Moulding (fuente: Material District)*

Adicionalmente la relación que los materiales compuestos pueden ofrecer a nivel experiencial y perceptual ha sido un campo no ampliamente explorado; siendo este un aspecto esencial que permite planificar y/o desarrollar productos que requieran un valor agregado de diseño y una interacción integrada entre producto y usuario.

Si evaluamos la capacidad de comunicación a nivel perceptual que puede tener un material, ampliaremos su campo aplicativo. Como podría serlo en un contexto arquitectónico, donde los materiales empleados son altamente nocivos ambientalmente y para nosotros, en tanto a la influencia que estos tienen a nivel salud y bienestar en un espacio interior.

De tal manera, en este trabajo de grado se busca responder a la siguiente pregunta ¿Cómo otorgarles características estéticas a los materiales compuestos, con fibras naturales para generar una estrategia de diseño sin afectar sus propiedades funcionales y su desempeño ambiental, permitiendo su uso en aplicaciones arquitectónicas?

## **1.2 Justificación**

Evaluar los parámetros y crisis ambientales a la hora de planificar y/o desarrollar productos o construcciones, permite que miremos a un nuevo escenario donde se sustituya a plásticos y materiales sintéticos de origen petroquímico. El uso de materiales naturales, compuestos con fibras vegetales, puede dar respuesta a ello y a una idea de sostenibilidad ecológica, económico, social y a las necesidades específicamente requeridas en un espacio.

Sin embargo, es importante definir un valor estético para estos materiales compuestos con fibras naturales; puesto que su cualidad percibida influye en su valor-utilidad, tanto para el valor del mercado como para los usuarios, y por lo cual depende de su atractivo estético.

La calidad técnica percibida sobre los materiales, no responde exclusivamente a una percepción de calidad técnica objetiva y sin desmerecer su importancia, se considera que hay algo más dependiente del uso y es, su atractivo estético percibido por los usuarios (Berrio,2015). La necesidad de considerar esta configuración estética, permite que se amplíe el campo aplicativo y de elección para estos nuevos materiales. Los materiales deben estar constituidos por las variables de calidad técnica y atractivo estético, para un entendimiento claro de percepción.

En la actualidad como lo menciona Manzini (1993) no existe un solo material como elección obligada para un producto determinado. Por ejemplo, cuando hablamos de la articulación de espacios, la elección de material con el que se diseñe se deben de entender las interacciones entre naturaleza e individuos, de manera tal que su estética proyecte visualmente una experiencia propiamente de este.

Por tal razón en este proyecto de grado se busca considerar la exploración a nivel de acabados que se le puedan otorgar a estos nuevos materiales compuestos de fibras naturales.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Desarrollar valores estético-formales a materiales compuestos con fibras naturales mediante procesos experimentales y de modelación tridimensional, generando un valor agregado desde el diseño sin afectar su funcionalidad y desempeño ambiental, para proyectar su uso en aplicaciones arquitectónicas.

## **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar tipologías de acabados existentes en la industria arquitectónica (maderas y cementos), la industria gastronómica y las principales tendencias emergentes.
- Experimentar acabados en materiales compuestos con fibras vegetales que permita otorgarles un valor estético adicional.
- Proyectar aplicaciones de acabados superficiales en entornos arquitectónicos que permitan generar una experiencia poli sensorial.
- Modelar superficies con diferentes acabados a fin de evidenciar las características sensoriales, físicas de la propuesta.

## **3. Marco teórico**

### **3.1 Valor Estético**

El valor estético parte desde un aspecto psicológico de la percepción sensorial y desde los planteamientos teóricos de la Gestal que configuran de manera morfológica el conjunto que definen “el lenguaje del producto”; la manera en que el objeto se comunica con el usuario. Este valor debe manejarse desde el concepto de integración (B, Bürdek 1994).

Desde el enfoque ecológico la percepción, nos indica el psicólogo James J., se entiende como una actividad que tiene el objetivo de desarrollar una conciencia sobre el medio ambiente y sobre uno mismo y cada característica correspondiente a color, formas e iluminación se convierte en elementos de percepción que sirve para todo ser viviente como indicio para el conocimiento.

Dieter Mankau como lo menciona Burdek dentro sus estudios sobre la estética formal trabaja desde conceptos de diseño aditivo, integrativo e integral con el que todo diseño debe contar para el proceso de la formación de un objeto en su lenguaje, haciéndonos partícipes desde la postura intelectual, tecnológica o social se proyecta el objeto.

### **3.2 Acabados**

Los acabados constituyen una serie de retoques y añadidos que ayudan al “perfeccionamiento” de un objeto o producto, empleando mediante un proceso de manufactura, cuyo objetivo es lograr que una superficie cuente con las características más adecuadas para dicho producto. Actualmente los acabados son comprendidos como una etapa de manufactura de primera línea, teniendo en cuenta los requerimientos estéticos que se quiera evidenciar en el producto (García et al., 2015).

### **3.3 Propiedades sensoriales de los materiales**

Generalmente cada familia matérica posee un lenguaje visual propio y característico, propiedades poli sensoriales, aptas para atribuir cualidades estético comunicativas a los productos. Un lenguaje que es traducido en sensación lumínica, cromática y patrones decorativos intrínsecos en ellos (“Consideraciones sensoriales de materiales”, S.F).

Las propiedades sensoriales de los materiales están definidas principalmente por aspectos de carácter estético, y que van ligados perceptualmente a los sentidos. La diversidad en atributos sensoriales permite que las distintas tipologías de materiales se transformen y se adapten, de manera tal que proyecten una percepción positiva, un mayor atractivo y una mayor aceptación.

Desde una perspectiva ampliada podemos entender por percepción el proceso complejo a través del cual los individuos seleccionamos, organizamos e interpretamos los estímulos sensoriales; toda la información recibida por nuestros sentidos es organizada e interpretada a través de un proceso de percepción (J,Alonso,1952).

Actualmente existen diversos procesos que permiten la aplicación de atributos sensoriales a los materiales durante su proceso de producción, procesos que pueden ir de lo más complejo y sofisticado a lo más simple; por ejemplo, dotarlo de diferentes texturas sustentadas desde patrones encontrados en la naturaleza como el diagrama de Voronoi (división de un plano en regiones, de tal forma, que a cada punto se le asigna una región del plano formada)<sup>1</sup> o de colores sustentados desde la psicología del color. De manera tal que se pudieran transformar y adaptar a propiedades sensoriales con las que no contaban antes.

---

<sup>1</sup> Del “El diagrama de Voronoi, la forma matemática de dividir el mundo”, por C.Grima, 2017, ABC ciencia, <https://www.abc.es/ciencia/abci-diagrama-voronoi-forma-matematica-dividir-mundo-201704241101-noticia.html?ref=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>.

Es esencial que para la constitución de diseño de un producto u/o objeto se tengan en cuenta dos variables claves, por un lado, la calidad técnica y por el otro, el atractivo estético para que exista una, valoración de mercado entendiéndose ésta desde el análisis de dos aspectos distintos, por un lado, uno de carácter objetivo y otro de carácter subjetivo.

Cuando nos referimos al carácter subjetivo es cuando se habla del valor de uso u/o utilidad, el cual depende mayoritariamente por el punto de vista de los compradores. El carácter objetivo es cuando nos referimos a el valor de cambio, como punto de encuentro entre la demanda y la oferta, limitando la intervención del individuo (Berrio,2015). La primera es la que contiene mayor peso al momento decisivo y de elección, ya que con esta se contempla toda su variedad respecto de las apariencias o actitudes de las personas, dependiendo del interés que despierte en los compradores. “En otras palabras, su valor-utilidad se establecerá teniendo en cuenta el nivel de aceptación o de rechazo que genera los materiales” (Berrio,2015, Tomo I pág 73)

El atractivo estético permite que percepción del material por parte del comprador se torne positiva y por lo tanto también se tenga una mejor aptitud hacia este, sienta una determinada motivación que impulse a desarrollar una conducta concreta producida por el proceso de información de un estímulo, la estructura de la percepción (Berrio,2015).

Además, la información que recibimos desde la percepción genera una influencia en el área de marketing, pues según Alonso (1952) la percepción hace parte de las 22 leyes inmutables del Marketing; por que los consumidores compran percepciones y no productos. Es decir que, desde una óptica de marketing, aceptar este planteamiento cuenta que nuestras decisiones comerciales no pueden sino partir de un conocimiento razonable de la percepción. (J,Alonso 1952)

### **3.4 Valor de diseño desde un enfoque arquitectónico**

Dependiendo la manera con la que las personas perciben un espacio interior, generan apreciaciones sobre estos mismos, que harán que este tenga actitudes positivas o negativas (Ivonne,2018). Visto esto desde una necesidad arquitectónica donde los espacios no solo deben conceptualizarse desde un simple alojamiento de personas de forma temporal o permanente (Berrio,2015) y limitarse a una estructura física. En ellos también se puede hablar desde un agregado de valor de diseño sustentados teóricamente desde la Neuroarquitectura

(estudia el tipo de implicaciones en las que el entorno influye en nuestro comportamiento<sup>2</sup>) y el diseño Biofílico (un nuevo marco de diseño para la experiencia satisfactoria de la naturaleza en el entorno construido<sup>3</sup>), con los que se transforme positivamente la percepción de los usuarios en el espacio en el que se desenvuelven.

La conceptualización del diseño Biofílico busca incorporar elementos de la naturaleza en espacios urbanos o interiores, “el hábitat natural” de la gente contemporánea, que se ha convertido en gran medida en el entorno interior donde ahora pasan el 90% de nuestro tiempo” (Kellert & Calabrese, 2015), con el objetivo de mejorar eficazmente la salud física, mental y el rendimiento de los individuos bien sea en espacios individuales cerrados o abiertos. Investigaciones demuestran que el diseño basado en la naturaleza tiene el potencial de reducir el estrés en todo tipo de entorno.

El diseño basado en la naturaleza también se sustenta desde la Neuroarquitectura, una disciplina que estudia como el comportamiento de nuestro cerebro es modificado dependiendo en el entorno en el que se encuentra y los elementos arquitectónicos con los que interactúe; como modifica la química cerebral y por consiguiente las emociones, pensamientos y conductas (S. Budner, 2019). La manera en que son constituidos los espacios nos permite tener una idea de la creación de edificios más humanos, saludables y que generen bienestar.

En este aspecto la contemplación del atractivo estético en un espacio interior, dependerá de la aceptación de un determinado material, como se había mencionado anteriormente es la parte subjetiva del valor.

Utilizar el material como objeto de relación y comunicación en un espacio construido para generar una experiencia sensorial, permite el desarrollo de espacios para el bienestar, la productividad y la calidad de vida (“Consideraciones sensoriales de materiales”, S.F). Al otorgar características poli-sensoriales a los materiales involucrados en un espacio, permite generar diferentes estímulos en respuesta de la interacción con dicho entorno, porque “cada uno de los ambientes existentes y la composición de elementos como texturas, colores, espacio, iluminación, sombras, olores, producen un efecto sensorial negativo o positivo en

---

<sup>2</sup> Del "Neuroarquitectura: el poder del entorno sobre el cerebro", por S. Budner, 2019, *La Mente es Maravillosa*, <https://lamenteesmaravillosa.com/neuroarquitectura-el-poder-del-entorno-sobre-el-cerebro/>.

<sup>3</sup> Del “The Practice of Biophilic Design”, por S. Kellert y E. Calabrese, 2015, Biophilic-design, [www.biophilic-design.com](http://www.biophilic-design.com) Copyright

las personas, de estas experiencias dadas depende un entendimiento inconsciente inmediato de confort o rechazo” (Espinosa,2018).

Habitar en un espacio interior que sea considerado de calidad, a partir de “sus connotaciones afectivas y emocionales (entendido como el bienestar físico, psicológico y social)” (Berrio,2015). El comprender la manera como es evaluada dicha calidad y bienestar nos lleva incluso a vincular el efecto que tiene el material empleado en la construcción y conformación del espacio, desde el cual se genera una percepción de acuerdo a su utilidad y ambiente percibido por los materiales empleados.

Varios estudios también han demostrado que el uso de materiales naturales mejora la percepción de la calidad ambiental en los individuos “Esto se debe a que los materiales naturales mejoran el confort visual (ya que absorben más luz de la que reflejan) y tienen efectos positivos en el confort olfativo (por ejemplo, a través de los aceites esenciales de madera), la creatividad, la salud general y el sistema inmunológico” (Tsunetsugu et al. 2013; Li 2010; McCoy y Evans 2002).

Las teorías y características que se exponen de cada una, son expuestas en este trabajo, para la construcción y sustentación del desarrollo formal de los resultados más adelante expuestos sobre los materiales trabajados y los cuales contrastan con los encontrados actualmente en el mercado y que podremos ver en el estado del arte de este documento.

#### **4. Estado del arte**

Desde una investigación sobre las tipologías de acabados existentes en: maderas, cementos, metal y la industria gastronómica. Se parte del siguiente estado del arte:

##### **4.1 Madera**

La madera es un material de origen vegetal y una de las más explotadas por el hombre y teniendo un gran rango de usos. Es un recurso renovable, abundante y orgánico. Los tipos de acabados de este material se resumen en tres clases:

##### **4.1.1 Tintes**

Los tintes le agregan a la madera para resaltar su color y sus vetas, pero estos no sirven como protección de algún factor externo. Existen **tintes naturales a base de agua**, compuestos principalmente por la anilina y agua, o los **tintes a base de aceite** compuestos generalmente de aceite de linaza, este aceite se caracteriza a diferencia de todos los tintes, ya que genera

una protección extra al agua y previene los ataques de los insectos (Soto, R., López, J., Murillo, M., & Gaeta. (2018).



*Figure 3 Tinte Avellana al Agua (fuente: La Casa de Pinturas)*

Por otro lado, tenemos los tintes sintéticos, como los polivalentes, que permiten obtener una gran variedad de tonos e imitar efectos como marcar el poro o realzar la veta; o los tintes Hidro-alcohólico, que son mezclados bien sea en agua o alcohol cubriendo perfectamente el fondo de los poros, teniendo un tiempo de secado muy rápido (canalHOGAR, 2016).



*Figure 4 Tintes de madera (fuente: Hogar Canales Mapfre)*

#### 4.1.2 Tratamiento para la madera

Más que un acabado estético los tratamientos para madera están enfocados dependiendo del uso interior o exterior de la madera y en los agentes externos a los que estará expuesta. Uno de los tratamientos más eficaces es con Bórax, porque es efectivo contra los insectos y hongos, además es compatible con la aplicación posterior de pinturas y barnices (Tratamiento natural de la madera, 2014). Sin embargo, también existen aceites protectores para madera como e Xilatem Aqua Mate un producto a base de polímeros en base acuosa que posee protectores UV, protegiendo la madera de los rayos solares (Blatem,2018)



Figure 5 Tratamiento de madera (fuente: Quimsaitw)

#### 4.1.3 Selladores

Los selladores se usan para generar una mayor adherencia y proteger de agentes externos, entre estos podemos encontrar: barniz natural y barniz marino. El barniz natural está constituido principalmente por aceite de linaza, cera de abejas y diluyente *Fig. 6*, posee un acabado mate evitando que se escame como sucede cuando son barnices de acabado brillante.

El barniz marino *Fig.7* está formulado con base en resinas alquídicas modificadas y aditivos especiales, que le dan a la película de este barniz una gran resistencia al exterior, en especial para ambientes marinos. Tiene una terminación transparente de alto brillo, dureza y flexibilidad. son utilizados para proteger las maderas que están expuestas al exterior como a la luz solar y a la lluvia. (Pinturas Ceresita,n.d.)



Figure 6 6 Barniz para madera mate (fuente: Okdiario,



Figure 7 Barniz Marino (fuente: Archdaily)

## 4.2 Cemento

Es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión. En temas de construcción y como elemento estructural es considerado como uno de los más importantes (Pinturas Ceresita, S.F.), a este material se le puede configurar distintos acabados como:

### 4.2.1 El concreto estampado

Que se trabaja directamente sobre el concreto sin fraguar, utilizando moldes prefabricados con productos químicos pigmentantes desmoldantes y sellantes (Toxement, S.F) / Fig. 8.

### 4.2.2 El concreto coloreado

Es un procedimiento donde se integran pigmentos durante el proceso de fabricación y mezclado, los pigmentos son partículas en polvo que son químicamente inertes, insolubles en agua y resistentes a la alcalinidad (Toxement, S.F) / Fig. 9.

### 4.2.3 El teñido del concreto

Es un teñido químico permanente del concreto creando tonos hermosos y transformando el concreto ordinario en una paleta ilimitada de colores y diseños (Toxement, S.F) / Fig. 10.



Figure 8 Concreto estampado (fuente: Ocompra)

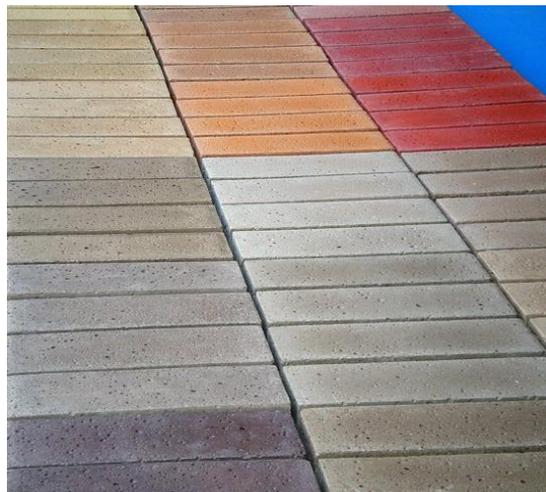


Figure 9 Concreto coloreado (fuente: Argos)



Figure 10 Teñido de concreto (fuente: Sonya Brunner)



Figure 11 Pisos epóxicos (fuente: Habitissimo)

#### 4.2.4 Sistema de pisos epóxidos

Esta es una transformación del concreto gris en una superficie duradera con un brillo metálico, dando un acabado de iluminación y ángulos, haciendo que la luz se refleje creando una variedad entre 3 o 4 colores (Toxement, S.F) / Fig. 11.

### 4.3 Gastronomía

Fuera de esta industria de materiales comúnmente utilizados en la industria arquitectónica, también se exploró los acabados en otras industrias como la gastronomía, en la que uno de los ingredientes más alabados por los chefs para generar innumerables acabados es el Isomalt, un edulcorante sin azúcar de excelente sabor y propiedades.

Los productos con Isomalt tienen la misma textura y apariencia que aquellos hechos con azúcar; además de otorgar cuerpo y textura, es una sustancia que no absorbe humedad del ambiente permitiendo que las decoraciones resistan y perduren sin perder su forma.

Otro beneficio es que no se cristaliza, evitando una estructura de micro o macro-cristalización; por último, puede resistir más de 160°C manteniendo su color transparente. (Deltshev C, 2016)



Figure 12 Isomalt (fuente: Taller de Maria)



Figure 13 Isomalt (fuente: I am chef)

### 4.4 Tendencias de materiales

Finalizando con el estado del arte de acabados en diferentes materiales e industrias, también se investiga las últimas tendencias que han aparecido durante los últimos años. Este estudio se realizó desde una base de datos de tendencias llamada WGSN, en la que uno de los principales conceptos manejados para el tema de acabados es el potencial que se está viendo en los desechos, materiales excedentes y derivados de la pesca y los residuos postindustriales y pos consumo en términos de estética y sostenibilidad.

Además de la experimentación con texturas expresivas, como resinas veteadas y texturas de espuma con colores artificiales (WGSN, 2019).

Estas nuevas tendencias están conceptualizadas en que los materiales y las superficies reflejan colores, la diversidad y las imperfecciones del entorno natural; los desechos biodegradables se transforman en compuestos y textiles, los minerales, la arena y rocas con pigmentos *Fig.16* inspiran abstracciones de diseños (Naturaleza Humana, 2019).



Figure 14 Materiales Recuperados (fuente:WGSN)



Figure 15 Naturaleza humana (fuente: WGSN)



Figure 16 Naturaleza Humana (fuente WGSN)

La proyección de estas tendencias muestra el cambiante rol de la sustentabilidad en el campo del diseño; en la dirección en la que los desechos de convierten en belleza, pero esperando no solo que estos se vean bien, sino que además contribuyan a hacer el bien (Diseños integrales, 2018)



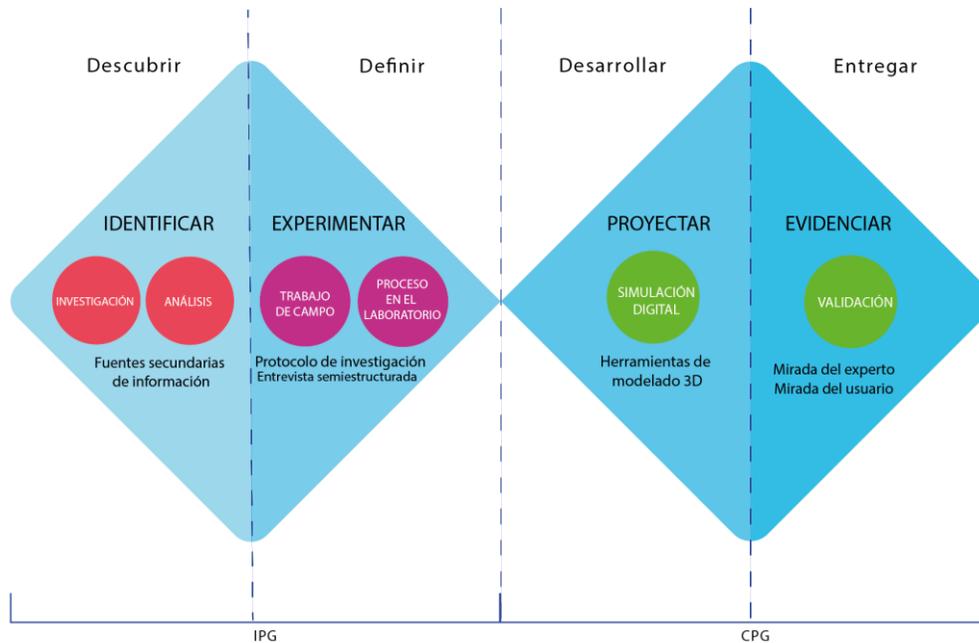
Figure 17 Materiales (fuente: WGSN)

De acuerdo a estas tipologías de acabados la gran mayoría son sintéticas pero que se pueden aplicar de manera muy amplia en un contexto arquitectónico, que si bien cuentan con diferentes configuraciones estéticas formales incurren en afectaciones ambientales, sin embargo, se podría estar aprovechando el uso de ceras que son aplicadas sobre superficies de madera y de técnicas como es en el caso de la industria gastronómica sobre los materiales compuesto de fibras naturales, pues no afectarían sus propiedades de biodegradabilidad.

## 5. METODOLOGÍA

Durante el proceso investigativo y de desarrollo de este proyecto la propuesta metodológica tuvo que replantearse debido a la situación de emergencia de sanidad mundial (COVID-19). Realizándose un nuevo análisis y teniendo en cuenta los alcances del proyecto; se realizó la implementación base de la Metodología del Doble Diamante, un modelo basado desde el Design Thinking pero adaptado a técnicas creativas y desarrollo de prototipos.

La metodología está representada por dos rombos en el primero se enmarca el proceso creativo, desde el cual se desprenden dos etapas: descubrir y definir; mientras que en el segundo rombo se enmarca el proceso de prototipado también compuesto por dos etapas: diseñar y desarrollar (J. Osvaldo, 2019). Desde este proyecto en cada etapa se realizaron sub fases que para explicarlo más detalladamente a continuación se mostrará cada una de estas



### 5.1 Descubrir:

Esta etapa consistió en indagar el interés particular a desarrollar, que en este caso estaba centrado en las exploraciones estéticas de materiales N.F.C. iniciando con la recolección de información desde fuentes secundarias sobre los acabados existentes se entró a la sub-fase de identificación, investigando sobre tipologías más específicas de acabados existentes en madera, cemento, en industrias como la gastronomía y las principales tendencias emergentes.

El propósito era analizar de cada material los acabados tienen un propósito, por ejemplo, en la madera lo que se busca no es cambiarle su apariencia a nivel formal sino buscar su protección a factores externos, acabados mucho más funcionales, mientras que en el cemento los acabados están más centrados a una configuración de texturas y colores.

### 5.2 Definir

Analizando la información obtenida en la etapa anterior, se realiza un proceso de selección y exploración desarrollada dentro de la sub-fase de experimentación, en el laboratorio, realizando más de treinta pruebas que me permitieron llegar a una idea más específica, definiendo que los acabados y la configuración estética que se le iba a dar a los N.F.C se centraría en una estética-formal, con el diseño de texturas y patrones sustentados desde un

diseño biomimético (ciencia y método de diseño que estudia a la naturaleza como fuente de inspiración).

### **5.3 Desarrollar**

Una vez definido el acabado que se quería implementar en los materiales N.F.C se comenzó con la etapa de desarrollo, la cual no fue posible realizarla en el laboratorio, debido a las circunstancias de sanidad que se presentaron (COVID-19), sino que se desarrolló desde la sub-fase de proyección a partir de modelado 3D, con herramientas como Rhino y 3D Max.

### **5.4 Entregar**

En entregar la última sub-fase en la que se trabajó fue en evidenciar visualmente las propuestas estético formales y poder ser validadas por la mirada de un experto en el área de construcción y por el lado de un usuario.

En resumen, esta metodología de doble diamante me permito resolver mi proyecto de grado a pesar del escenario altamente cambiante en el que se tuvo que desarrollar.

## **6. Resultados**

### **6.1 Protocolo de laboratorio**

Previamente en el grupo de investigación del semillero se habían realizado pruebas para materiales a base de fibras naturales y se tenían como base una fórmula base elaborada y comprobada por el grupo, desde la que se variaba en el almidón a utilizar y la fibra a la que se le iba aplicar la matriz.

Al realizar nuevas pruebas en el laboratorio se encuentra posible experimentar con la matriz, como un recubrimiento de acabado, pero configurándola a distintas texturas, espesores y otorgarle colorimetría. Comenzando con esta etapa experimental se toma la fórmula base modificándola para realizar las muestras.

Durante las pruebas se cuenta con variables claves e importantes (volumen, almidón, tiempo y temperatura de secado) y con las cuales se iban realizando variaciones.

### **6.2 Experimentación**

Pasando a la etapa experimental del proyecto se realizaron alrededor de treinta y cinco pruebas en el laboratorio bajo el protocolo descrito anteriormente y que serán descritas a

continuación de manera muy concisa junto con unas tablas resúmenes realizadas de acuerdo a los resultados y componentes utilizados.

En la primera etapa de experimentación se tenía el propósito de configurar la formula base utilizada por el semillero para poder generar una película con características estables para posteriormente realizar pruebas de colorimetría y textura. Para esto fue clave tener en cuenta las variaciones que se le realizaba a cada prueba en variables de volumen y temperatura; ya que estas variables podían influir en aspectos de resistencia y contextura.

Como observamos en la primera tabla (Fig 18) y en las imágenes (Fig 19), en las dos primeras muestras no se obtuvieron buenos resultados, ya que el volumen utilizado no fue el suficiente, por que como en el proceso la muestra se tiene que someter al calor para evitar que nazcan hongos en el material, esta redujo significativamente su grosor haciendo que esta quedara totalmente cristalizada y quebradiza.

Con la etapa de las muestras B me pude dar cuenta que la fécula de maíz no era la mejor para el desarrollo del material, como podemos observar en la tabla de resumen (Fig 18) las pruebas B3 y la B4 ambas fueron hechas con esta y ninguna dio un resultado satisfactorio a comparación con la B2 (Fig 20) realizada con almidón de yuca, que si dio un resultado óptimo para tomar como punto de partida para el desarrollo de las demás pruebas.

TABLA RESUMEN PRUEBAS											
Tem.	70 C°	70 C°	70 C°	70 C°	70 C°	70 C°	Amb.	Amb.	60 C°	-	60 C°
Vol.	15 ml	20 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	45 ml	20 ml
COMPONENTES	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●	●●●
PRUEBAS	A1	A2	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	C2	C3
RESULTADO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Fecula de maíz	Almidon de yuca	Glicerina	Agua							
	Satisfactorio	Neutro	Insatisfactorio								

Figure 18 Tabla resumen de pruebas (fuente: Autoría propia)



Figure 19 Prueba A1 (Izq), Prueba A2 (Der), (fuente: Autoría propia)

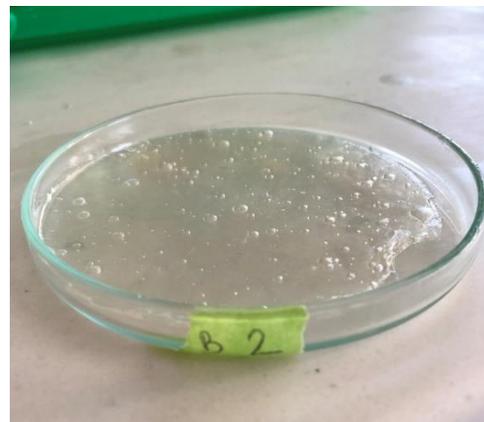


Figure 20 Prueba B4 (Izq), Prueba B2 (Der), (fuente: Autoría propia)

Ya con la fórmula establecida los resultados realizados en las pruebas D1 y D2 fueron satisfactorios para poder intentar aplicar el biopolímero sobre una lámina de material de NFC con la prueba D3 (Fig22), en estas pruebas se utilizó colorantes en polvo utilizados comúnmente en la industria gastronómica, el biopolímero se adherido muy bien a la lámina de corazón de maíz abriendo la posibilidad para futuras experimentaciones aplicarlo con una aspersor de pintura y obtener una capa del biopolímero más pareja; la colorimetría y transparencia que nos puede brindar este material es muy interesante (Fig. 23) , sin embargo en todas las pruebas realizadas y como se observan en las (Fig. 23) el material cuenta con una gran presencia de burbujas.

TABLA RESUMEN PRUEBAS												
Tem.	60 °C	60 °C	60 °C	70 °C	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C	Amb.	60 °C	60 °C	60 °C
Vol.	20 ml	45 ml	45 ml	45 ml	70 ml	200 ml	30 ml	45 ml				
COMPONENTES												
PRUEBAS	C4	D1	D2	D3	E1	E2	E3	E4	F1	F2	F3	F4
RESULTADO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

 Fecula de maíz	 Almidon de yuca	 Glicerina	 Agua	 Colorante en polvo	 material NFC	
 Satisfactorio	 Neutro	 Insatisfactorio				

Figure 21 Tabla Resumen de pruebas (fuente: Autoría propia)



Figure 22 Prueba D3, (fuente: Autoría propia)

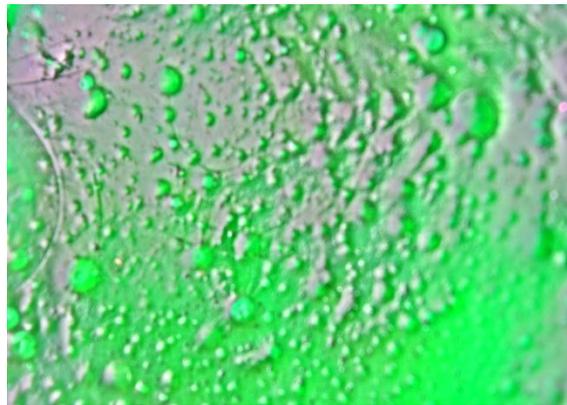
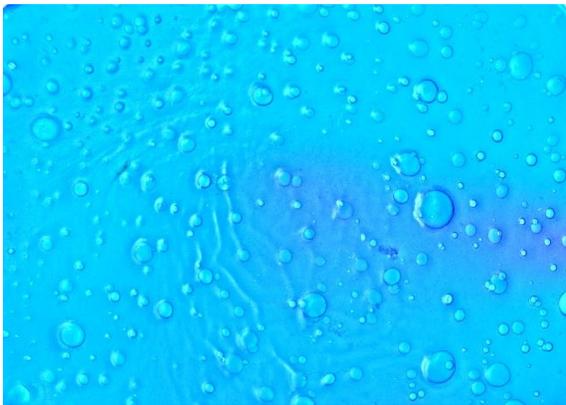


Figure 23 Prueba D1 (Der), Prueba D2 (Izq), (fuente: Autoría propia)

Después de experimentar con características colorimétricas se buscó poder configurar el material a diferentes formas y texturas en las pruebas E1, E2 y E3, en cada una de ellas se utilizaron moldes de repostería, superficies con texturas y en la prueba E2 se vertió en una superficie más grande, incrementando el volumen a preparar. En esta etapa de pruebas los resultados no fueron los esperados especialmente en los que se utilizó los moldes de repostería, como una de las características principales del biopolímero es que este reduce significativamente su volumen en la etapa de secado, en los moldes se redujeron aún más obteniendo muestras quebradizas y deformadas Fig. 24.



*Figure 24 Prueba E4, (fuente: Autoría propia)*

En el intento de configurar el biopolímero obtenido a nuevas características visuales realicé una búsqueda y experimentación en las pruebas G1, G2 y G4 con pintura fluorescente, polvo metalizado y papel foil, con el objetivo de ampliar la exploración de texturas que se le puede aplicar a los NFC; en estas pruebas se obtuvieron buenos resultados de consistencia y apariencia sin embargo no fue posible comprobar las implicaciones que tengan estos componentes a nivel químico que puedan afectar la biodegradabilidad de los NFC.

TABLA RESUMEN PRUEBAS										
Tem.	60 °C	Pistola de calor	-	-	60 °C	60 °C	60 °C	60 °C		
Vol.	45 ml	45 ml	45 ml	-	45 ml	200 ml	30 ml	45 ml		
COMPONENTES	●	●	●	●	●	●	●	●		
	●	●	●	●	●	●	●	●		
	●	●	●	●	●	●	●	●		
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
PRUEBAS	G1	G2	G4	H1	H2	H3	H4	H5	i1	i2
RESULTADO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Fecula de maiz	Almidon de yuca	Glicerina	Agua	Pigmento o polvo de papeleria	material NFC	Otro			
			● Satisfactorio	● Neutro	● Insatisfactorio					

Figure 25 Tabla de resumen; (fuente: Autoría propia)

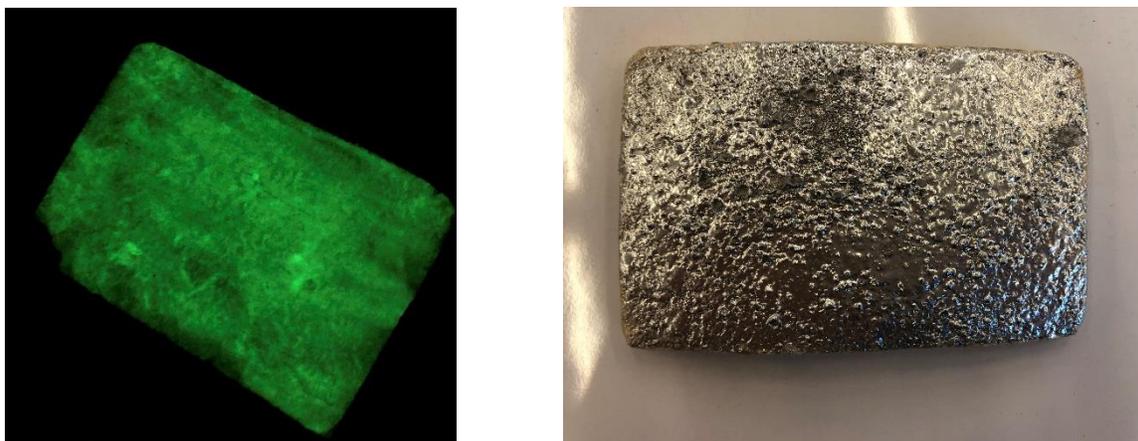


Figure 26 Prueba G1 (Izq), Prueba G2 (Der), (fuente: Autoría propia)

Las ultimas pruebas relizadas en el laboratorio dese las pruebas H hasta las pruebas i estuvieron enfocadas en experimentar aspectos formales y de textura; en la prueba H1 se realizó un relieve con caseina Fig. 27 pero no se obtuvieron grandes resultados ya que la caseina se agretió y no se adherió a la lámina de NFC; con la prueba H3 se prueba recubriendo el material con el amero del maiz para darle una apariencia de laminado, los resultados son optimos sinembargo se necesita de una mayor exploración y refinamiento en el proceso de elaboración, pero puede ser una gran oportunidad como acabado para los NFC. En la prueba i2, la exploración de texturas se hace con una matriz de acrílico cortado

previamente a laser basado en el patron de voronoi Fig.28, los resultados esta pueran fueron muy satisfactorios que me permitió definir la formal con la que queria configurar finalmente los materiales de NFC.



*Figure 27 Prueba H1(Izq), Prueba H3 (Der); (fuente: Autoría propia)*



*Figure 28 Prueba i2; (fuente: fotografía tomada por Juan Manuel España).*

### **6.3 Proyección**

Con las ultimas experiementaciones realizadas en el laboratorio la prueba i2 definio el rumbo para la etapa de proyección formal de la propuesta. Así que en esta estapa se comenzo con el estudio conceptos básados en la composición, forma, espacio y orden.

Teniendo en cuenta lo anterior en el planteamiento formal se tienen como linea base conceptos de radiación, anomalía y patrones.

La anomalía Fig. 29 es la presencia de irregularidad en un diseño, marcando cierto grado de desviación, uno de los propósitos de la anomalía es aliviar la monotonía por que es capaz de generar movimiento y vibración (W. Wong, 2001).

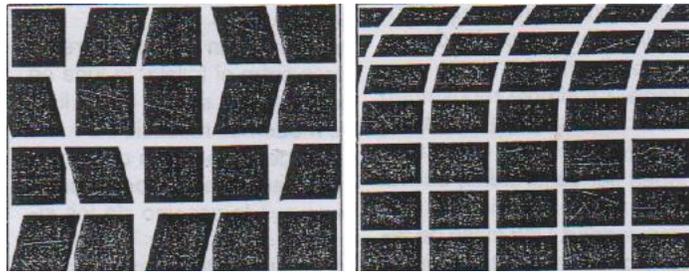


Figure 29 Anomalia (fuente: Libro Diseño Básico)

Consideré oportuno aplicar este fundamento de diseño debido al propósito con el que cuenta la anomalía, pudiendo influir visual y perceptualmente dentro de un espacio arquitectónico; además este aspecto formal lo combine con el patron de voronoi, un digrama que divide a un plano en innumerables regiones, y que podemos verlo presente en diferentes situaciones de la naturaleza, cumpliendo así con una característica del diseño Biofílico, donde la experiencia indirecta generada con el contacto de la representación o imagen de la naturaleza promueve interacciones oportunas en las personas dentro de un espacio.

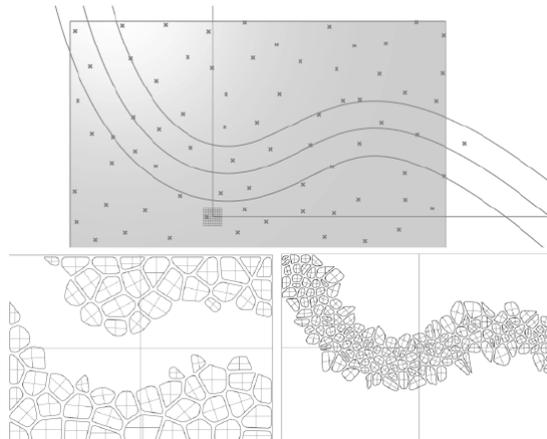


Figure 30 Primera propuesta formal (Fuente autoría propia)

En la segunda y tercera propuesta formal el concepto básico de diseño tenido encuentra para el desarrollo formal fue la radiación, concepto descrito como la repetición de modulos que giran regularmente alrededor de un centro común; es un fenómeno encontrado muy a menudo en la naturaleza y perceptualmente puede generar un efecto de vibración óptica Fig

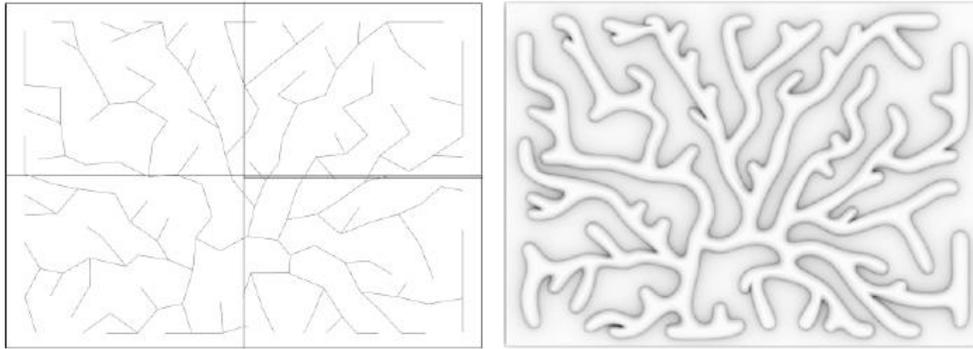


Figure 31 Venation (Fuente Autoría propia)

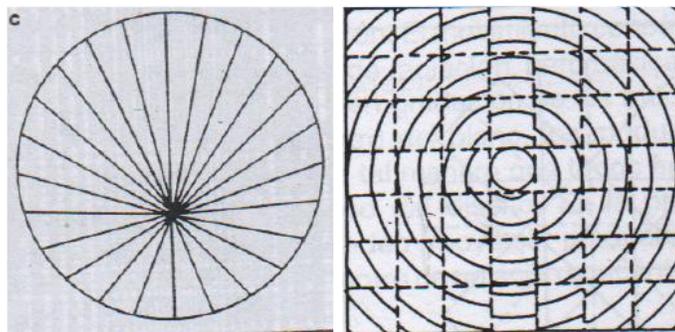


Figure 32 Radiación (Fuente Libro Diseño Básico 2)

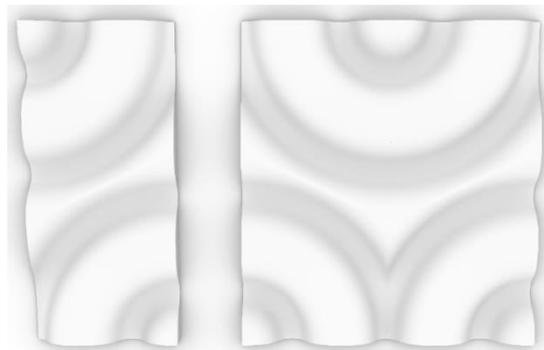


Figure 33 Radiación (Fuente Autoría propia)

#### 6.4 Entrevista semiestructurada

Con el propósito de conocer la percepción sobre los aspectos que las personas tienen en cuenta a la hora de escoger materiales para realizar la remodelación y las características que tiene el diseñador al momento de remodelar un espacio, se realizó una entrevista semiestructurada a un Diseñador industrial que cuenta con una agencia de diseño llamada Concave; la entrevista se realizó de manera presencial.

Los hallazgos obtenidos en la entrevista se describen a continuación:

1. El aspecto que prima al momento de una remodelación sobre los clientes es el presupuesto, por consiguiente, si un cliente busca como material principal la madera y debido a su elevado costo no lo pueden utilizar el diseñador propone utilizar un material de menor costo (MDF), le realizan un encajonado y se realiza un acabado en pintura para darle una apariencia de madera y es más liviano.
2. La colorimetría depende de cada proyecto, en casos de manejar una remodelación para una marca se buscan explorar los colores de esta y complementar el lugar con colores que la hicieran resaltar.
3. Con los aspectos de interacción involucrados en el espacio el diseñador se acerca al cliente y realiza un paneo o recorrido desde el plano sagital de cómo entraría la gente y cómo se comportaría en el lugar, pero realmente los clientes son muy indiferentes en este proceso, porque lo único que a ellos les importa es que visualmente se vea bien.
4. Al momento de iniciar un proceso de remodelación primero se observa el lugar para tomar las medidas correspondientes y entendiendo lo que el cliente busca, pero al mismo tiempo se le aconseja y se le recomienda otras opciones; usualmente los clientes al momento de querer realizar una remodelación ya vienen con idea y lo que buscan es la aprobación del diseño; una vez sabiendo eso empieza la etapa de ideación donde se comienza con 30 ideas aproximadamente para llegar solo a tres y representarlas en 3D y ser presentadas al cliente, generalmente estas tres se diferencian en la calidad de acabados y el diseño, la primera presenta una idea sencilla, una media y otra premium, con el objetivo de mostrarle al cliente que cada elemento de diseño que se le añade tiene un costo adicional.
5. Al momento de la elección de los materiales, el diseñador recomienda al cliente de acuerdo a las características y propiedades de cada material, cuales son los más apropiados para las necesidades de cada proyecto y desde allí el cliente escoge de su preferencia, pero casi siempre se van por costo que este tenga.

6. Los clientes no tienen en cuenta el impacto ambiental que tienen los materiales que van a ser utilizados en su proyecto y además si el concepto de marca no está dentro de su filosofía no se tiene en cuenta la utilización de estos. Pero de una manera desde la empresa de remodelación se puede persuadir y promover al cliente.

Sin embargo, los locales más pequeños lo pueden tener un poco más en cuenta porque son clientes jóvenes, una nueva generación, y hacen un acercamiento a este aspecto.

7. Los espacios que más remodelan los clientes son lugares donde existe una mayor concentración de personas, espacios transitorios, pero en los que la persona se quiere que perduren un pequeño periodo de tiempo.
8. el presupuesto promedio con el que cuenta los clientes es entre 12'000.000 a 30'000.000 y del cual se destina entre 2'000.000 y 5'000.000 que es el precio neto del material.

Esta entrevista me permitió darme cuenta que los dos aspectos principales que los usuarios tienen en cuenta al momento de remodelar un espacio, es la necesidad que requiere este, es decir las actividades que van a estar involucradas y por último el costo. Diciendo esto los materiales NFC al ser materiales que en su mayoría son realizados de lo que se considera como “desechos” el costo beneficio que pueden brindar es muy alto y que sumado a un valor estético agregado puede crear una gran demanda para la implementarlos en espacios arquitectónicos.

## **7. Conclusiones**

Este proyecto parte con la incertidumbre de cuál podría ser mi pequeño aporte dentro del semillero, visualizando desde el diseño la estrategia más adecuada para intervenir e implicar a nuevos contextos a los NFC. Mi interés sobre como interactuamos dentro de un espacio, y que aspectos influyen durante la permanencia en este: me llevaron a estudiar e investigar sobre la teoría del diseño Biofílico y la Neuro Arquitectura. Bases teóricas que me servirían para encaminar mi estrategia y mi propósito del proyecto.

Profundizando en estas áreas de estudio me pregunté porque la intervención de la naturaleza en los espacios arquitectónicos no estaba relacionada con los materiales utilizados, es decir que existiera una relación coherente entre el Diseño Biofílico y los materiales

involucrados. Explorando este cuestionamiento pongo a los NFC como objetivo para establecer dicha relación y ampliarlos a nuevos contextos aplicativos.

Poniendo así mi objetivo en intervenir a los NFC, la configuración estética que le debía otorgar a estos materiales se convertiría en la clave para poder adentrarlos al contexto planteado, pues las características estéticas involucradas en los materiales me hicieron dar cuenta de que:

- Todo material posee un valor estético, cualidades que ayudan a definir el “lenguaje de un producto”. Lenguaje que es traducido desde la sensación lumínica que el material proyecte, la sensación cromática o los patrones con los cuales este configurado de manera formal.
- La manera en que recibimos las características de los materiales la interpretamos desde la percepción y se hace ya sea de una manera positiva o negativa.
- Desde la percepción que reciba el consumidor se basa en la interacción, las expectativas y motivos que le produzca el estímulo sujeto a nuestros sentidos.
- La apariencia de los materiales influye en la comunicación del espacio, en el cual pasamos alrededor de nuestro 90% de nuestro tiempo.

Luego de tener clara la importancia de configurar a los NFC estéticamente necesitaba realizar un estudio sobre el estado del arte lo que podemos encontrar sobre acabados en maderas, cemento, la industria gastronómica y las principales tendencias emergentes, con esto halle que cada acabado aplicado a los distintos materiales tiene un objetivo específico; en el caso de los materiales analizados en el estado del arte se concluyó que:

- Los acabados aplicados en las maderas están centrados hacia aspectos en su mayoría funcionales, ya que se mira los factores a los cuales va a estar involucrada la madera
- Con el material del cemento los acabados son configurados más desde aspectos formales como la configuración de patrones y texturas, ya que de por si el material puede adaptarse a diferentes factores que no necesariamente requieren de algún recubrimiento adicional que los proteja.

- En la industria gastronómica el aspecto visual tiene un papel importante, el acabado que se busca en su mayoría esta con el juego de translucidez y colorimetría.
- Con las actuales tendencias emergentes los acabados se están generando a partir de los desechos, en su mayoría de plásticos, creando con ellos texturas y colores al fundir los desechos.

Con el propósito de realizar la intervención en los NFC la etapa de experimentación estuvo constituida por treinta y cuatro pruebas experimentales, logrando clasificarlas en tres categorías: la primera en luminosidad y transparencia realizadas con los componentes de almidón de yuca, maíz, glicerina y agua; la segunda categoría fue funcional, aunque a pesar de que no se llegó a una etapa de comprobación se intuye que las pruebas recubiertas con el biopolímero desarrollado, la cera de abejas y el polvo metálico pueden brindarle protección a la lámina de NFC a factores externos; y la tercera categoría, la cual definió el rumbo del resultado de este proyecto, estuvo constituida por la configuración en patrones y texturas una parte desarrollada en el laboratorio y otra desde el modelado 3D con herramientas de Rhino para proyectar las distintas configuraciones e intervenciones que se les podía dar a los NFC.

Con los resultados obtenidos de las representaciones tridimensionales realizadas se concluye que:

- La propuesta formal redefine la relación entre materia y medio ambiente desde los paneles bio compatibles elaborados con solo materiales naturales.
- Con estos paneles se exploran nuevas formas de construir y manufacturar, pero alineadas con la naturaleza.
- Reuniendo los estudios realizados en el semillero con esta propuesta recopilamos la forma en que diseñamos y configuramos nuestro espacio de hábitat, adaptándolos de formas más dinámicas
- Los patrones geométricos configurados en el material sirven para mejorar los comportamientos ópticos y mecánicos dentro de áreas estructura específica para el ambiente, derivado de materia orgánica.

## 8. Referencias Bibliograficas

Totaforti, S. (2018). Applying the benefits of biophilic theory to hospital design. *City, Territory and Architecture*, 5(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s40410-018-0077-5>

Kellert, S. R., & Calabrese, E. (2015). The practice of biophilic design. Retrieved from [www.biophilic-design.com](http://www.biophilic-design.com)

Berrio, S. S. (2015). Valor de mercado y percepción de la calidad. Aplicación en pavimentos y revestimientos interiores en el uso residencial. Tesis Doctoral Tomo II (Universidad Politécnica de Cataluña). Retrieved from [www.biophilic-design.com](http://www.biophilic-design.com)

Berrio, S. S. (2015). Valor de mercado y percepción de la calidad de los materiales de construcción. Aplicación en pavimentos y revestimientos interiores en el uso residencial. Universidad Politécnica de Cataluña.

CONSIDERACIONES SENSORIALES DE LOS MATERIALES. (1993). 353–376.

Lerma, B., & Doriana, P. D. (n.d.). Sensorialidad de los materiales (y de los productos): ¿Se puede reforzar la fase del metadiseño mediante las evaluaciones perceptivas? Elisava Temes de Disseny.

Ivonne, E. (2018). Intervención arquitectónica en el área de medicina crítica del Hospital Manuel Ygnacio Monteros aplicando criterios sensoriales. Universidad Internacional del Ecuador-LOJA.

Berrio, S. S., Garcia, E., & Roca, J. (2011). La incidencia de calidad de los materiales de construcción sobre la satisfacción del individuo: un análisis basado en encuesta de percepción subjetiva. *Journal of the Center of Land Policy and Valuations*. Retrieved from [http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles\\_n15/articles\\_pdf/ACE\\_15\\_SA\\_11.pdf](http://www-cpsv.upc.es/ace/Articles_n15/articles_pdf/ACE_15_SA_11.pdf)

Sistemas de acabado para concreto decorativo. (n.d.). Retrieved from [WWW.TOXEMENT.COM.CO](http://WWW.TOXEMENT.COM.CO)

Borque, A. M., & López, M. N. (2007). Materiales de Última Generación y Materiales Eficientes: MATERIALES COMPUESTOS - COMPOSITIES. Retrieved from [https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP\\_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/Introducci%F3n%20Composites%28Alberto%20Moral%2B%20Marar%20Nogueira%29.pdf](https://portal.uah.es/portal/page/portal/GP_EPD/PG-MA-ASIG/PG-ASIG-200637/TAB42359/Introducci%F3n%20Composites%28Alberto%20Moral%2B%20Marar%20Nogueira%29.pdf)

Pelta, R. (2010). Diseño Y Materiales Más Allá De Fábricas Y Laboratorios.

Martin, B., & Hanington, B. M. (2012). *Universal Methods of Design : 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions* (Vol. Digital ed). Beverly, MA: Rockport Publishers. Retrieved from <http://search.ebscohost.com.ezproxy.utadeo.edu.co/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=576491&lang=es&site=ehost-live>

Soto, R., López, J., Murillo, M., & Gaeta. (2018, September 26). Tintes para madera, Aprende más sobre cómo teñir una madera. Retrieved from <https://decarpinteria.net/tintes-para-madera>.

Publicado por canalHOGAR (2016, January 29). Tipos de tintes para madera. Retrieved from <https://www.hogar.mapfre.es/manualidades/tipos-tintes-madera/>.

Tratamiento natural de la madera. (2014, May 20). Retrieved from <https://www.ecototal.com/tratamiento-natural-de-la-madera/>.

Pinturas Ceresita. (n.d.). Retrieved from <https://www.ceresita.com/Que-producto-utilizar/Linea-madera/Barniz-Marino>.

Figure 2f from: Deltshv C (2016) A new spider species, *Heser stoevi* sp. nov., from Turkmenistan (Araneae: Gnaphosidae). *Biodiversity Data Journal* 4: e10095. <https://doi.org/10.3897/BDJ.4.e10095>. (n.d.). doi: 10.3897/bdj.4.e10095.figure2f

Pinturas Ceresita. (n.d.). Retrieved from <https://www.ceresita.com/Que-producto-utilizar/Linea-madera/Barniz-Marino>.

Anilina. (2019, October 30). Retrieved from <https://es.wikipedia.org/wiki/Anilina>

Budner, S. (2019, January 5). Neuroarquitectura: el poder del entorno sobre el cerebro. Retrieved from <https://lamenteesmaravillosa.com/neuroarquitectura-el-poder-del-entorno-sobre-el-cerebro/>

El diagrama de Voronoi, la forma matemática de dividir el mundo. (2017, May 8). Retrieved from [https://www.abc.es/ciencia/abci-diagrama-voronoi-forma-matematica-dividir-mundo-201704241101\\_noticia.html?ref=https://www.google.com/](https://www.abc.es/ciencia/abci-diagrama-voronoi-forma-matematica-dividir-mundo-201704241101_noticia.html?ref=https://www.google.com/)

Benitez Alvarez, M., Cruz Lopez, P., Evangelista, L., Flores Cruz, P., Guerrero Rodante, A., Hernandez Ibañez, O., ... Vazquez Sámano, D. (2015). *ACABADO DE SUPERFICIE*.

Cuidados y tratamientos para madera exterior. (2018, March 26). Retrieved from <https://www.blatem.com/es/actualidad/noticias/cuidados-y-tratamientos-para-madera-exterior>

Quimsaitw. (2016, April 10). Tratamiento para madera exterior - Proteger la madera del medio ambiente. Retrieved from <https://www.quimsaitw.com/la-mejor-manera-proteger-la-madera-del-exterior/>