

4. MARCO TEÓRICO

A continuación se hace un breve recuento del estado del arte en el tema de acabados superficiales, disponible en diferentes medios, como lo son libros, estudios realizados, internet y tesis de grado. Ver Tabla 9.

a) *Manufacturing Processes for Design Professional.* (Thompson, 2007)

El libro presenta tecnologías de acabado en forma clara y didáctica para el lector por medio de tablas con información clave de cada proceso, gráficos explicativos de la técnica y su respectivo equipo, e imágenes de aplicaciones industriales. Los temas tratados en cada proceso tratan factores esenciales para la selección de un acabado superficial, como son, el costo, aplicaciones típicas, la calidad, procesos relacionados, oportunidades de diseño, consideraciones de diseño, materiales compatibles e impacto ecológico, además de una explicación técnica del proceso. Cabe resaltar que este libro ha sido un elemento importante en el desarrollo del material guía de la materia “Procesos y Productos” del programa académico Ingeniería de diseño de producto.

b) *Material and design: the art and science of material selection in product design* (Ashby & Johnson, 2002).

El Libro describe diferentes formas de tratar superficies, describe los procesos y sus funciones, adicionalmente lista los materiales a los cuales dichos procesos pueden ser aplicados. Secundariamente, el libro cubre los procesos más comúnmente usados para crear cualidades visuales y táctiles en el producto. La clasificación de los procesos se divide en: Procesos de impresión, enchapado, pulido, recubrimiento, grabado y texturizado. La información escrita sobre estos es complementada con diagramas del proceso y su respectivo equipo o maquinaria.

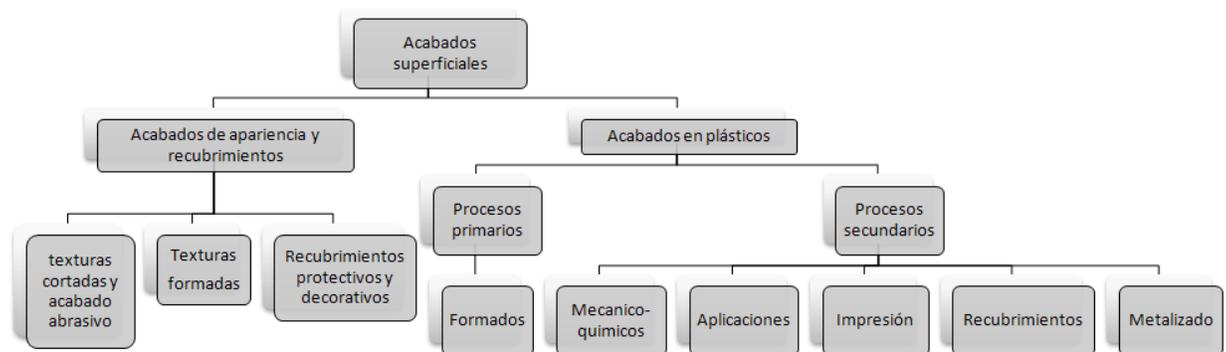
c) Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales Procesos y Sistemas (Groover, 1997)

El presente texto es el libro guía de la materia “Procesos y Producto” del programa académico de Ingeniería de diseño de producto de la Universidad EAFIT. Trata el tema de operaciones para el procesamiento de superficies clasificándolo en dos grandes grupos, limpieza y tratamiento de superficies y procesos de recubrimiento y deposición, los cuales están divididos en sus procesos afines.

Este hace una explicación teórica y principalmente técnica de cada proceso incluyendo principio (leyes) del proceso, máquinas, equipos y/o herramientas y aplicaciones industriales de este. Hace uso de gráficos, lo que facilita la comprensión del proceso, pero no de imágenes que muestren aplicaciones y alcance de estos.

d) *Industrial Design Material and Manufacturing Guide* (Lesko, 2004)

El autor divide el tema de los acabados superficiales en dos secciones, acabados de apariencia y recubrimientos y acabados para materiales plásticos. Estos temas cuentan con una clasificación de los procesos en forma de mapas conceptuales que facilitan el proceso de análisis de la información como se muestra en la Figura 6.

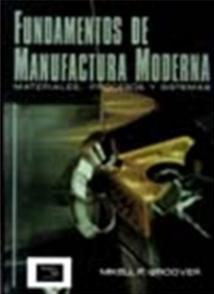
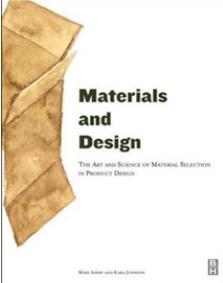
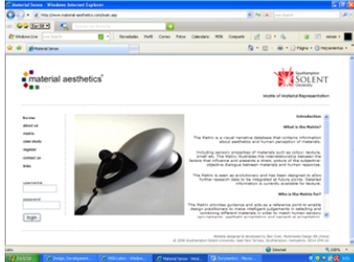


Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Esquema del tema Acabados superficiales abordados por el libro Industrial Design material and Manufacturing Guide. Jim Lesko

El libro contiene valiosa información visual como gráficos, mapas conceptuales e imágenes que facilitan el entendimiento e interiorización de la información teórica, pero la información no es tratada en profundidad y omite factores esenciales en la selección como la calidad, oportunidades y consideraciones de diseño, los materiales compatibles y los factores estéticos sensoriales, entre otros.

Tabla 9. Categorización del estado del arte.

Bibliografía con información técnica para la selección de acabados superficiales (para diseñadores de producto)	Bibliografía con información técnica sin énfasis en la selección de acabados superficiales.	Bibliografía en el ámbito de la experiencia del producto en relación a las cualidades sensoriales.
 <p>a. Manufacturing processes for design professional. Rob Thompson</p>	 <p>c. Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales Procesos y Sistemas. Mikell P. Groover</p>	 <p>e. Product Experience. Hendrik N.J. Schifferstein & Paul Hekkert.</p>
 <p>b. Materials and Design. The art and science of materials selection in product design. Mike Ashby and Kara Johnson.</p>	 <p>d. Industrial Design Material and Manufacturing Guide. Jim Lesko.</p>	 <p>f. http://www.material-aesthetics.com</p>
<p>g. Paper: Exploration into formal aesthetics. Dr Henfeng Zuo, Mark Jones.</p>		
<p>h. Selecting Materials in Product Design. Thesis Ilse van Kesteren.2008</p>		

Fuente: elaboración propia.

e) *Product Experience*. (Hekkert & Schifferstein, 2008)

A lo largo de los capítulos, los autores reúnen bases para la investigación de la experiencia de producto, puesto que el diseño industrial ha hecho énfasis en aspectos como la forma, los materiales y los procesos de manufactura, sin embargo el libro propone un enfoque en la experiencia que resulta de la interacción. Entre los temas tratados está la apariencia visual de los objetos y su experiencia táctil.

f) Herramienta online: <http://www.material-aesthetics.com/>

Esta página web es una base de datos visual, guía y punto de referencia para seleccionar materiales, la cual para ser utilizada debe ser comprada; contiene información sobre la estética y la percepción humana de los materiales haciendo una descripción detallada de los aspectos sensoriales de estos, como son la textura, el color y el olor, entre otros. El sitio evidencia la importancia de las textura y el color en los materiales, y hace una distinción entre la respuesta objetiva y subjetiva de la relación materiales-personas. A su vez, posee una explicación detallada de los aspectos que según ellos son importantes para la selección de un material, como percepción humana (visual y táctil), categorías de materiales, propiedades sensoriales, contexto y parámetros físicos. De las descripciones realizadas se hace un gran enfoque a las texturas, según la percepción táctil y los estímulos que se generan. En el tema de las texturas hay numerosa información detallada acerca de cómo se definen las texturas, su clasificación, especificación y percepción. La percepción es dividida a su vez en varias dimensiones: geométrica, físico-química, asociativa y emocional, con el fin de hacer un análisis integral de la textura según la percepción de ser humano en contacto con esta. Sin embargo solo se muestra la descripción de algunas texturas de manera teórica y aunque presenta 2 casos de estudio, donde se aplicó la base de datos visual, mostrando el proceso y los parámetros que se tuvieron en cuenta para realizarlos, no se presentan los resultados.

g) *Paper: Exploration into formal aesthetics.* (Zuo & Jones, 2001)

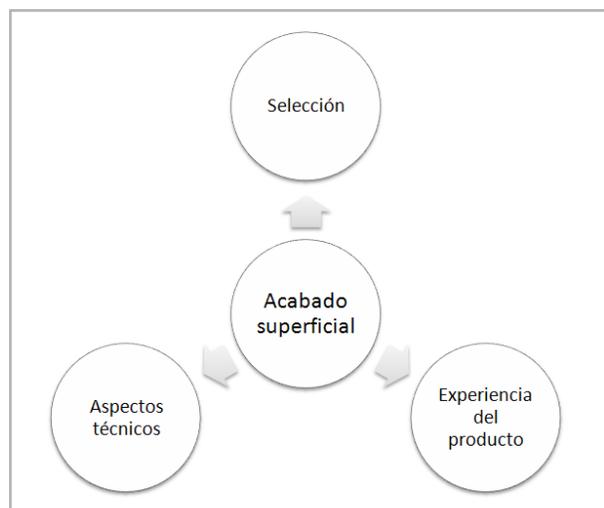
El estudio se concentra en la investigación sistemática de las texturas y el material; y trata el tema de la percepción de la textura desde la perspectiva práctica del diseño. Deja de lado la caja negra que trata la información de cómo percepción de la textura es procesada en el cerebro, y se concentra en aspectos periféricos, que incluyen la definición y clasificación de la textura, ¿cómo las personas la describen?, ¿cómo respuestas subjetivas a la textura se pueden relacionar con sus parámetros objetivos?, y por último cuales son las fuentes de textura para la práctica del diseño. A lo largo del *paper* se presentan ejemplos apoyados en imágenes, para explicar conceptos teóricos y así facilitar su entendimiento.

a) *Tesis: Selecting Materials in Product Design.* (Van Kesteren, 2008)

El objetivo de la tesis es explorar los hechos que dificultan el proceso efectivo de selección de material(es), para crear técnicas y herramientas que soporten a los diseñadores de producto en el proceso de selección bajo un enfoque de aspectos de interacción con el usuario. La tesis fue desarrollada en 3 fases: conocimientos sobre selección de materiales enfocados en el usuario, análisis de la práctica de selección de materiales y finalmente la síntesis de nuevas técnicas y herramientas. La sección del análisis explica un modelo creado con el propósito de entender el contexto de la selección de materiales, este describe las actividades llevadas a cabo por los diseñadores de producto y facilita la identificación de los factores críticos de las actividades de selección del material. La sección de síntesis describe el diseño y la evaluación la técnica “materiales en la selección de producto” (MiPS), la cual apunta a reducir los problemas encontrados en la fase del análisis y define los requerimientos de interacción con el usuario de un producto con respecto al material.

Este libro es un buen ejemplo metodológico que puede marcar y guiar el proceso de desarrollo de la herramienta de selección de acabados superficiales con énfasis en la convergencia de aspectos estético-sensoriales y de ingeniería. Además provee una buena fuente de ejemplo de análisis, síntesis y presentación gráfica de la información.

En el estado del arte se pudo observar que se cuenta con bibliografía con contenidos valiosos, desarrollados paralelamente en el mundo en este tema, que podrían hacer parte de una herramienta que permita el aprendizaje y selección durante diferentes fases del proceso de diseño, permitiendo al diseñador satisfacer los requerimientos funcionales del producto y necesidades del usuario, buscando una experiencia positiva al interactuar con este.



Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Aproximación divergente por parte de la bibliografía existente de los acabados superficiales.

El tema de los acabados superficiales es tratado desde diferentes perspectivas; se cuenta con bibliografía que describe técnicamente el proceso sin hacer énfasis en factores que motivan su selección, bibliografía que trata el tema con una explicación básica de los procesos de acabado superficial pero haciendo énfasis en diferentes aspectos que motivan la selección y por último bibliografía en el ámbito de la experiencia del producto en relación a las cualidades sensoriales. Cabe resaltar que no se encontraron libros que profundicen en el tema de selección de acabados, sin embargo se cuenta con bibliografía en selección de materiales que toca el tema de los acabados superficiales en relación a los materiales.

De lo anterior se puede ver la necesidad de presentar a los estudiantes una herramienta que integre los 3 diferentes enfoques que hoy en día se le dan a los acabados superficiales, ver figura 7, para así facilitar a los estudiantes el aprendizaje y la adecuada selección de estos.

5. ALCANCE

- Se realizará una investigación de los acabados superficiales y se clasificará para dar origen a módulos que documenten dicha información y faciliten su aprendizaje.
- Se ilustrará en una de las metodologías usadas en Ingeniería de diseño de producto, donde debe intervenir la selección del acabado superficial.
- Se desarrollará un módulo con los casos de estudio realizados en las empresas, para ayudar a los estudiantes a hacer conexión entre la información teórica y la realidad.
- Se presentará un *paper* académico que muestre la importancia de los acabados superficiales como interfaz con el usuario en la experiencia del producto.
- Entregar un módulo en Adobe Flash CS3 que por medio de criterios de selección guie al estudiante en la elección adecuada de los acabados superficiales para sus proyectos.
- Se entregará un directorio de las empresas locales y mundiales más representativas de los acabados superficiales presentados en módulo en Adobe Flash CS3.

6. METODOLOGÍA SEGUIDA EN EL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto de grado se siguió una metodología dividida en seis fases. En la primera fase se realiza la investigación de los procesos de acabado superficial, a partir de una búsqueda bibliográfica.

La información encontrada luego es depurada y clasificada, para luego proponer una taxonomía que agrupe los diferentes procesos de acabado superficial investigados.

En la segunda fase se desarrollan los casos de estudio técnicos con empresas de la industria Antioqueña; para su realización primero se seleccionan y contactan las empresas a visitar, se diseña el formato de preguntas del caso de estudio (que hace referencia al contenido de los módulos de aprendizaje), y posteriormente se realizan los casos de estudio en las empresas, donde se realiza una documentación a través de fotos, videos y grabaciones, que luego es analizada y documentada en los módulos. Paralelamente se realiza una exploración de las empresas de servicios de acabados superficiales presentes en Antioquia, y se elabora un directorio con la información recopilada.

En la tercera fase se realiza el diseño del módulo general, que agrupa el módulo de aprendizaje y el módulo de selección. Para su diseño se determinan, paralelamente, los criterios de selección, con base a los cuales se diseña y elabora el módulo de selección o herramienta de selección. Además, conjuntamente con la información obtenida de la fase I y II, se elabora el módulo de aprendizaje de los procesos de acabado superficial.

En la cuarta fase se realizan los casos de estudio cualitativos sobre la importancia de los acabados superficiales en la experiencia de interactuar con un producto; se diseña el caso de estudio, y se seleccionan y recogen las muestras de productos a ser estudiados y se contactan las personas a participar en el estudio. Posteriormente se realiza el caso de estudio táctil y visual del producto seleccionado con los usuarios. La información derivada del caso de estudio cualitativo es analizada y sintetizada en un paper académico.

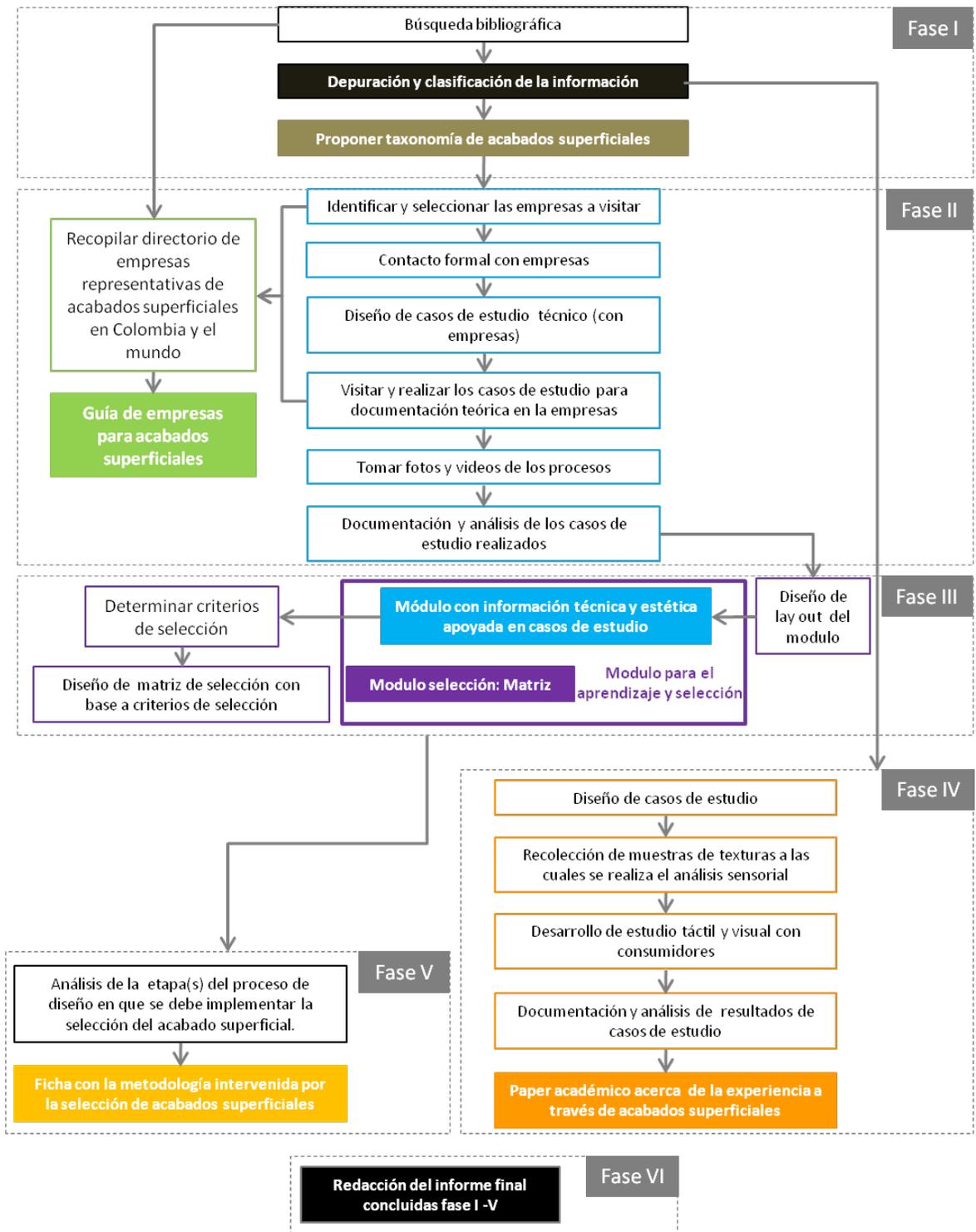


Figura 8. Diagrama de la metodología seguida para el desarrollo del proyecto.

En la quinta fase se realiza un análisis de la etapa o etapas de la metodología de diseño (Desarrollada en el departamento de Ing. De Diseño de Producto) en que se debe implementar la selección de los acabados superficiales, además de para que se realiza la selección en cada una de estas. A partir de esto se elabora una ficha con la metodología de diseño intervenida por la selección de los acabados superficiales para orientar al estudiante durante la selección de un acabado superficial durante el proceso de diseño.

Para concluir, en la sexta fase se estructura y escribe el informe final.

7. LOS ACABADOS SUPERFICIALES EN EL DISEÑO DE PRODUCTO

Los acabados superficiales son diferentes terminaciones que pueden mejorar las cualidades de la superficie de un producto a través de diferentes procesos técnicos. Estas cualidades pueden ser de tipo estético, como el color y la textura; de tipo funcional, como la resistencia a la corrosión, la reflexión de la luz, la conductividad eléctrica, entre otras; y de tipo emocional, como el agrado que se siente al tocar un satinado en la carcasa de un celular.

Si se analizan diferentes productos a nuestro alrededor se puede observar que los acabados superficiales además de aportar a un producto color, textura y función, aportan personalidad a este, por ejemplo, el anodizado en un Ipod Nano cumple la función de proteger el aluminio de la corrosión, permite una gran variedad de colores y una textura satinada, lo que a su vez identifica la marca Apple a lo largo de todos sus productos.

Si se tiene en cuenta que un producto se compone de 4 elementos esenciales, forma, color, textura y desempeño; en donde la ausencia de alguno de estos haría no probable la concepción de producto (por ejemplo, es difícil imaginar un celular sin color o sin forma), se hace evidente la importancia e influencia que tienen los acabados superficiales en el diseño, ya que intervienen directamente con el color, la textura y el desempeño de este.

En el siguiente numeral se explica cómo y para qué se puede implementar la selección de los acabados superficiales durante las diferentes etapas de la metodología de diseño de producto mediante el módulo en Adobe Flash CS3, compuesto por 3 módulos: técnico, de selección y caso de estudio de implementación y una exploración sobre la experiencia de interactuar con un producto; que fueron desarrollados para el presente proyecto de grado con el fin de facilitar la selección de los acabados superficiales, fomentar su aprendizaje e implementación para la innovación en el diseño.

8. LA SELECCIÓN DE ACABADOS SUPERFICIALES EN LA METODOLOGÍA DE DISEÑO DE UN PRODUCTO

Dependiendo de lo que se desea obtener a través de los acabados superficiales se puede implementar la selección de estos durante diferentes fases del proceso de diseño de un producto (Martínez, 2009). (Ver figura 9).

Si se busca obtener nuevas o diferentes utilidades en un producto, con fines como innovar o generar una identidad de marca, se debe implementar la selección desde las primeras fases del diseño, donde se realiza la investigación y exploración de diferentes acabados superficiales, sus cualidades y beneficios.

También se puede implementar la selección de los acabados superficiales durante la fase del desarrollo del producto, donde una vez determinados los requerimientos de este último, se busca alcanzarlos, por ejemplo, se requiere una muy buena reflexión de la luz para el diseño de una lámpara halógena, entonces se analiza si a través del metalizado al vacío, electrodeposición, pulido químico, electro-pulido, entre otros, se puede lograr esta especificación técnica; se desea informar al consumidor acerca del uso de un producto de aseo a través de símbolos, señales y texto, entonces, por medio de tampografía, serigrafía, o estampado en caliente, entre otros, se pueden lograr aplicaciones gráficas sobre un superficie, permitiendo al usuario comprender y reconocer las funciones de este.

En la fase final del desarrollo de producto, se implementa la selección de un acabado superficial cuando el producto ya está terminado, y el diseñador determina si un producto debe o puede ser mejorado. Esto sucede con estrategias de relanzamiento de un producto, donde se renueva el concepto de este, algunas veces modificando su apariencia y funcionalidad.

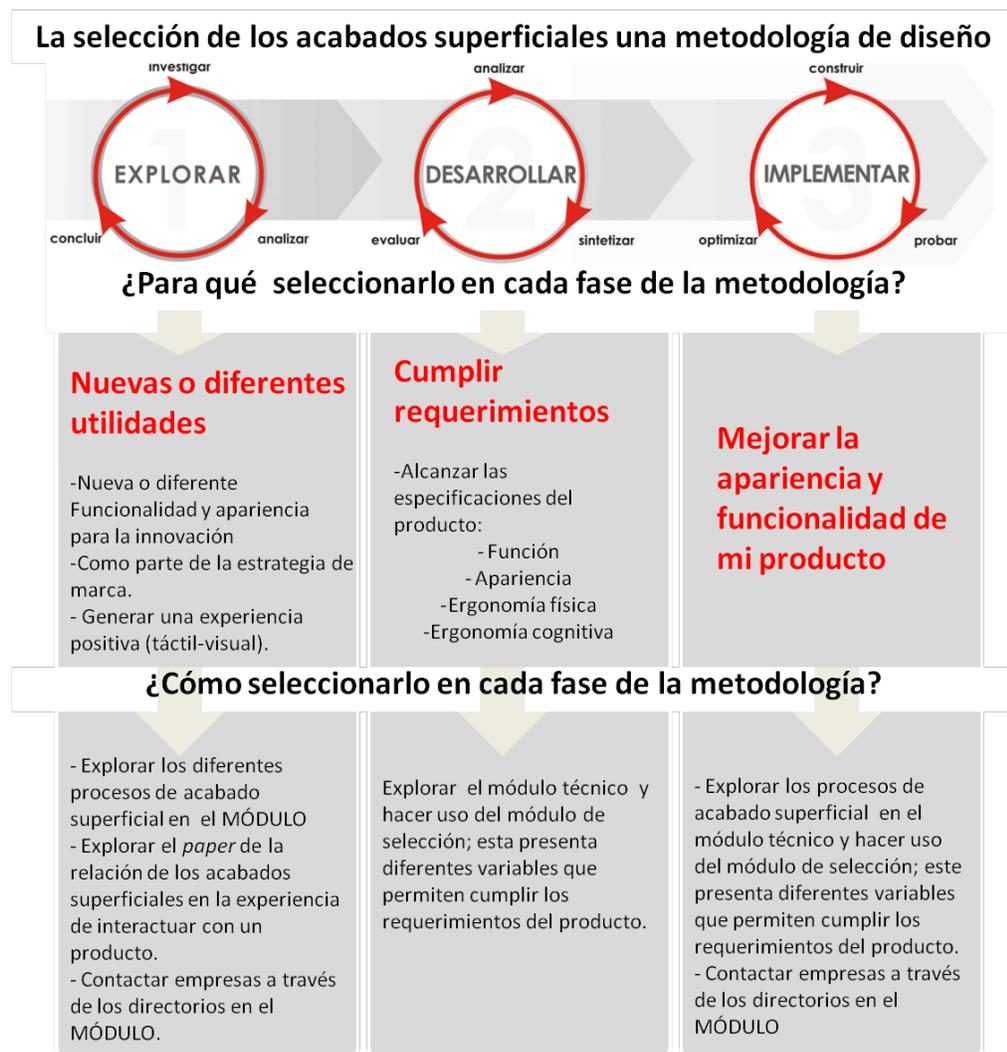


Figura 9. Metodología propuesta por el departamento de ingeniería de diseño de producto, intervenida por la selección de acabados superficiales.

9. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL MÓDULO

Para la elaboración del módulo en Adobe Flash CS3, se llevaron a cabo diferentes actividades, indispensables para el desarrollo de este. Estas están orientadas al cumplimiento del objetivo general del proyecto, articuladas en el módulo realizado en Adobe Flash CS3.

9.1 Procesos de acabados superficiales investigados

A partir de la revisión bibliográfica, depuración y clasificación de la información contenida en esta, se determinaron los procesos de acabado superficial a tratar en el proyecto de grado (tabla 10); esta decisión se tomó teniendo en cuenta la relevancia de cada proceso para la práctica del diseño de producto.

Tabla 10. Procesos de acabado superficial tratados por la bibliografía

PROCESO	1	2	3	4
Pintura por aspersión	■	■	■	■
Serigrafía	■	■	■	
Tampografía	■	■	■	
Metalizado al vacío	■	■	■	■
Pintura en polvo/electroestática	■	■	■	■
Electrodeposición	■	■	■	■
Electro-pulido	■	■	■	
Deposición sin electricidad	■	■		■
Galvanizado - inmersión en caliente	■		■	■
Repujado			■	
Estampado en caliente	■	■	■	
Anodizado	■	■	■	■

Tabla 11. Continuación tabla procesos de acabado superficial tratados por la bibliografía

PROCESO	1	2	3	4
Hydro-transfer printing		■	■	
Rectificado/lijado/pulido	■	■	■	
Rotado en tambor	■			■
Esmaltado en porcelana	■	■		■
Bombardeo con partículas atómicas	■			■
Desbaste abrasivo-acabado a chorro	■		■	■
Fotograbado		■	■	
Grabado en CNC	■		■	
Decoración con inserto en el molde		■		
Electro-formado				■
Pulido químico		■		
Recubrimiento iónico				■
Deposición química de vapor				■
Aspersión térmica	■			■

-
- 1. [Industrial Design Material and Manufacturing Guide. Jim Lesko.](#)
 - 2. [Materials and Design. The art and science of materials selection in product design. Mike Ashby and Kara Johnson.](#)
 - 3. [Manufacturing processes for design professional. Rob Thompson.](#)
 - 4. [Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales Procesos y Sistemas. Mikell P. Groover](#)
-

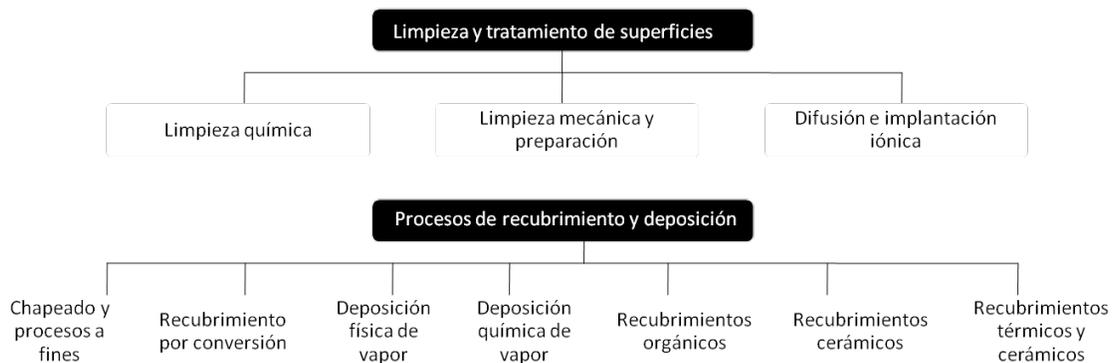
Fuente: elaboración propia.

9.2 Taxonomía

La taxonomía consiste en la categorización, clasificación y organización de temas en un modelo lógico.

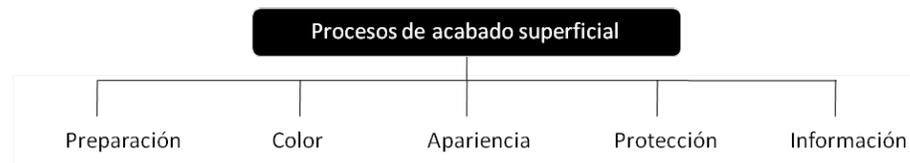
Para la elaboración de la taxonomía de los procesos de acabado superficial se realizó una exploración en diferentes referencias bibliográficas con el objetivo de analizar la categorización propuesta por estas y determinar su utilidad al momento del aprendizaje y selección de un acabado superficial desde el punto de vista de un Ingeniero de diseño de producto.

En el análisis bibliográfico se encontró que los procesos de acabado superficial se presentan con un enfoque técnico (ver figura 10) o con un enfoque práctico para diseñadores (ver figura 11).



Fuente: elaboración propia.

Figura 10. Taxonomía acabados superficiales del libro Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales Procesos y Sistemas. Mikell P. Groover.



Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Taxonomía acabados superficiales del libro Manufacturing processes for design professional. Rob Thompsom.

Después de analizar la taxonomía existente en libros, y comprender el porqué de estas, se comenzó a buscar una categorización que agrupara los diferentes procesos según la pregunta: ¿qué se puede lograr con los acabados superficiales?

Respondiendo esta pregunta se logra presentar a los estudiantes la información en los módulos técnicos, de forma didáctica, ordenada y lógica (Ver figura 12). Además permite que estos aprendan a partir de asociaciones, por ejemplo, si un estudiante requiere un producto con un aspecto metálico, entonces para este es más fácil entrar a la categoría que dice recubrimiento o acabado metálico, que buscar un proceso a partir del fundamento de este, por ejemplo, como procesos de adición, por deposición física de vapor.

La taxonomía propuesta es: aplicaciones gráficas, recubrimientos o acabados metálicos, aplicación de color y rugosidad/textura.



Fuente: elaboración propia.

Figura 12. Taxonomía acabados superficiales propuesta.

9.3 Identificación de temas a tratar en cada proceso

Los temas presentados en los módulos, por cada proceso de acabado superficial, se determinaron comparando los temas tratados por la bibliografía consultada, especialmente aquella con un enfoque para diseñadores, como *Materials and Design* de Mike Ashby y Kara Johnson, y *Manufacturing processes for design profesional* de Rob Thompson.

Los temas seleccionados buscan abordar aspectos que sean útiles para el proceso de diseño de un producto, estos son:

- **Introducción:** Realiza un breve recuento del proceso de acabado superficial y de características como cubrimiento, colores y rugosidad o textura que se pueden obtener por medio de estos, además de las formas sobre las cuales se pueden aplicar.
- **Materiales:** Presenta los materiales más comunes a los cuales se les puede aplicar el proceso de acabado superficial.
- **Aplicaciones:** Presenta por medio de imágenes, una variedad de productos a los cuales se les aplica generalmente el acabado superficial.
- **Características del proceso:** Muestra características de los procesos como calidad, oportunidades de diseño, costos y aspectos ambientales.
- **Consideraciones de diseño:** Muestra los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño de un producto para lograr una aplicación exitosa del acabado superficial en un producto.
- **Descripción técnica:** Muestra paso a paso como se realiza el acabado superficial sobre un producto específico mediante diagramas, videos y fotos.

9.4 Casos de estudio técnico

Se llevaron a cabo 10 casos de estudio con empresas de la industria colombiana, específicamente en Antioquia (Ver Tabla 11), tanto con el propósito de comprender y adquirir conocimiento sobre el funcionamiento de cada proceso, como para complementar la información recopilada, y profundizar en temas puntuales que no se encuentran en la bibliografía. Conjuntamente se pudo confrontar la teoría con la práctica, ver variaciones en los procesos y conocer nuevas tecnologías.

De igual forma los casos de estudio fueron de gran apoyo para la elaboración de los módulos, ya que las empresas visitadas fueron abiertas con su “*Know how*” y permitieron que se realizaran videos y se tomaran fotos de procesos y productos, facilitando la realización de módulos técnicos con gran contenido visual, esencial para un proceso de aprendizaje.

9.4.1 Selección de empresas a visitar

Inicialmente se procedió a realizar un sondeo en el directorio y en internet de empresas dedicadas a realizar cada uno de los acabados superficiales. De esto se obtuvo una lista de empresas que luego fueron contactadas telefónicamente. Con este primer contacto se buscó conocer más sobre su experiencia en el medio y sus actividades específicas, lo que permitió seleccionar las empresas a visitar.

Posteriormente se contactó la persona encargada de las visitas, a la cual se le expuso el tema del proyecto de grado, sus objetivos y la importancia de los casos de estudio para el desarrollo de este. Y se solicitó permiso para realizar el trabajo de campo en la empresa. Se entregaron cartas formales con membrete de la Universidad EAFIT para certificar la seriedad del proyecto.

Es de mencionar que se intentó seleccionar un producto específico de cada empresa, para ser analizado en el caso de estudio técnico, pero no fue posible debido a las

restricciones en los horarios en que los integrantes del proyecto de grado podían hacer la visita y los horarios programados de producción.

En la Tabla 11 se muestran las empresas visitadas con sus respectivos procesos de acabado superficial.

Tabla 11. Empresas visitadas son los respectivos procesos tratados.

EMPRESA	PROCESO	PRODUCTO(S)
Imusa (sede Llanogrande)	Anodizado duro Esmaltado en porcelana	Sartenes - Ollas
Imusa (sede Copacabana)	Estampado en caliente - Serigrafía - Tampografía	Termo - Contenedor para la leche
Galco	Galvanizado por inmersión en caliente	Campanas aislantes
Simex	Electroerosión	Diversos empaques del sector cosmético
Proplast	Estampado en caliente - Serigrafía - Tampografía	Diversos empaques del segmento de aseo personal
Problastin	Sand blasting - Granallado	Moldes - Estructuras
Andrés	Fotograbado	Solo entrevista (trabaja a domicilio para el sector de moldes de inyección)
Galvanitro	Cromado electrolítico de metal – Galvanizado electrolítico	Parrillas para neveras Haceb.
Cromo-plast	Cromado electrolítico de plástico	Tapa para pernos de camión.
Athepo	Pintura en polvo	Caja eléctrica

Fuente: elaboración propia.

9.4.2 Diseño de caso de estudio

Para el desarrollo de los casos de estudio, se elaboró un cuestionario con preguntas relacionadas con los temas tratados (ver numeral 9.3), que buscan profundizar y complementar la información obtenida de la bibliografía.

La visita se estructuró en 4 etapas:

- I. Presentación de los integrantes y el proyecto de grado.
- II. Cuestionario previo al recorrido por la planta.
- III. Observación y documentación, por medio de fotos y videos, durante el recorrido por la planta
- IV. Preguntas y recolección de muestras.

9.4.3 Documentación de casos de estudio

La información de los casos de estudio fue capturada por medio de grabaciones de voz para agilizar la visita y evitar la pérdida de datos importantes al copiar. Esta información se analizó, y se depuró para integrarla a los módulos técnicos, y queda documentada en estos a través de imágenes, videos e información tomada de la empresa.

9.5 Definición de criterios de selección para el módulo de selección

Los criterios de selección se forman a partir de los requerimientos de un producto, y es con base a estos que el diseñador puede realizar la selección de un acabado superficial entre diferentes alternativas. Estos se escogieron con base a las diferentes variables que pueden ser comunes entre varios procesos y que presentan relevancia en la práctica del diseño. Por ejemplo, se tiene un envase cilíndrico al cual se le requiere imprimir una imagen multicolor; estos son los requerimientos del producto que determinan los criterios de selección que se emplean para comparar los diferentes procesos de acabado superficial, y que permiten seleccionar entre estos, el más adecuado para cumplir el requerimiento. En este ejemplo, los criterios de selección serían la forma, las aplicaciones gráficas y el color.

Los criterios de selección encontrados son: Forma del producto, material del producto, cobertura, color, rugosidad, simulación de materiales, aplicaciones gráficas, función y material de recubrimiento.

9.6 Diseño gráfico módulo en Adobe Flash

A través del diseño gráfico, este proyecto busca presentar bajo un mismo lenguaje, de forma llamativa, simple y adecuada para el aprendizaje, los diferentes módulos en

Adobe Flash CS3 (selección, técnico y caso de estudio de implementación). Con esta premisa se realizaron varios conceptos prestando especial cuidado a elementos como el fondo, el color, la tipografía y las imágenes.

9.6.1 Usuario del módulo

Estudiantes universitarios del programa “Ingeniería de Diseño de Producto”, con interés en aspectos técnicos, estéticos y de la experiencia de interactuar con un producto, relacionados al tema de procesos de acabado superficial; quienes buscan apoyar el proceso de diseño de un producto. Generalmente los estudiantes conocen lo que se puede lograr a través de los acabados superficiales (el resultado final), pero desconocen con que acabado realizarlo y cómo aplicarlo a sus productos. Por ejemplo, un estudiante quiere realizar símbolos y flechas que faciliten el uso de un electrodoméstico, conocen que los electrodomésticos tienen estas aplicaciones gráficas, pero no saben que fueron realizadas a través de tampografía, serigrafía o decoración por inserto en el molde.

9.6.2 Bocetos

Previo a realizar los bocetos, se exploraron en internet diferentes sitios web con el fin de analizar aspectos como la navegabilidad, la estructura, la distribución, y la diagramación. De esta exploración salieron ideas para elaborar *sketches* rápidos de conceptos (ver figura 13).

De los *sketches* realizados se seleccionó uno para desarrollarlo detalladamente, este se presentó al asesor (ver figura 14), quien sugirió revisar el libro *Slide:ology* de Nancy Duarte, para mejorar este concepto a partir de unos lineamientos para organizar la información en la página, y el uso de imágenes y texto.

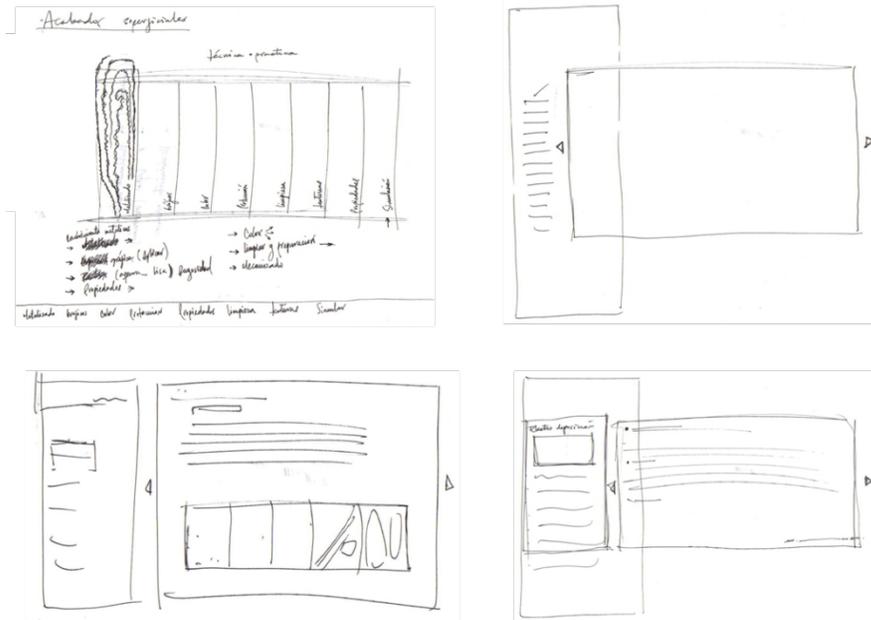


Figura 13. Sketches de conceptos



Figura 14. Primera aproximación al diseño del módulo

Consecutivamente se elaboró un nuevo concepto siguiendo recomendaciones presentadas por este libro y se fue evolucionando hasta obtener el diseño final (ver figura 15).

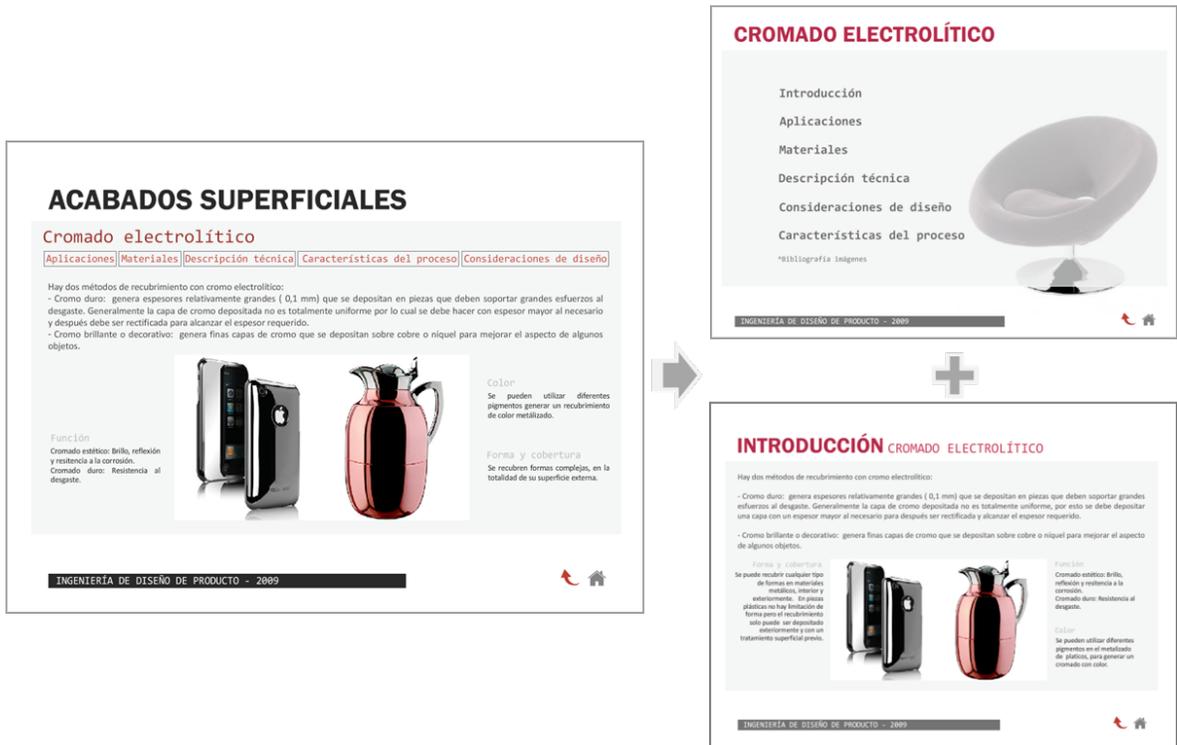


Figura 15. Evolución de un concepto preliminar al concepto final.

9.6.3 Diagramación

Para la diagramación del módulo se prestó especial cuidado a la teoría de los cuatro ingredientes para el diseño de una diapositiva: Fondo, color, tipografía e imágenes (Duarte, 2008). A continuación se hace un recuento de las características de estos cuatro elementos en el módulo.

- Fondo

Se realizaron para los sub-módulos del módulo dos tipos de fondo: A la izquierda, se puede observar el uso para el módulo técnico y el módulo de caso de estudio de implementación, mientras a la derecha el uso para el módulo de selección; ambos presentan un diseño sencillo y limpio de adornos, para que no compitan con la información presentada, ni distraigan o cansen al lector

- Colores

Los colores seleccionados para el fondo son el blanco, el gris claro y el gris oscuro.. Se usó el blanco porque es un color latente, capaz de potencializar otros colores vecinos y crear una impresión luminosa de amplitud. Se empleó el color gris por su poca atracción visual e idoneidad para fondos o elementos de relleno que no deben aportar información al espectador (Moreno, 2006). Y, finalmente, el gris oscuro se utilizó en elementos como barras y títulos generales por presenta el buen contraste con los colores antes mencionados.



Figura 16. Colores empleados en títulos.



Figura 17. Colores empleados en Sub-títulos.

Para permitir una diferenciación entre los títulos y subtítulos se recurrió a un conjunto de colores intensos, en los primeros más oscuros mientras en los segundos un poco más claros. Figura 16-17. Asimismo se manejaron para designar y agrupar los procesos pertenecientes a cada categoría de la taxonomía.

- Tipografía

Se emplearon tres tipos de fuentes “Calibri”, “Consolas” y “Franklin Gothic Demi”, estas tienen un diseño de letras homogéneo y sin serifa (Sans Serif), que facilita su percepción y la lectura en textos densos (ver figura 18).



Figura 18. Tipografía para textos, subtítulos y títulos

La fuente “Calibri” se empleó en textos, porque a pesar de tener los mismos puntos (tamaño de letra) que fuentes como “Arial” y “Tahoma” hace un mejor uso del espacio. Se asignó la fuente “Consolas” a todas las barras de links y subtítulos, esta tiene una distribución de las letras más espaciada, contrastante con las fuentes de textos y títulos.

Para títulos se seleccionó la fuente “Franklin Gothic Demi” porque es una fuente más pesada y con presencia, dándole importancia a estos.

- Imágenes/videos

En el diseño de los módulos se tuvo en cuenta el uso de imágenes y videos para explicar y simplificar conceptos, pues se conoce que la percepción y la asimilación de la información es un 83% visual (Zaldarriaga, 2009).

En las introducciones e índices del módulo se presenta una imagen de fondo alusiva a diferentes acabados superficiales, esta se ubica en un plano posterior al recuadro gris (en transparencia); esto se hizo con fines estéticos y para resaltar acabados en productos y enriquecer la experiencia visual del módulo, ver figura 19.

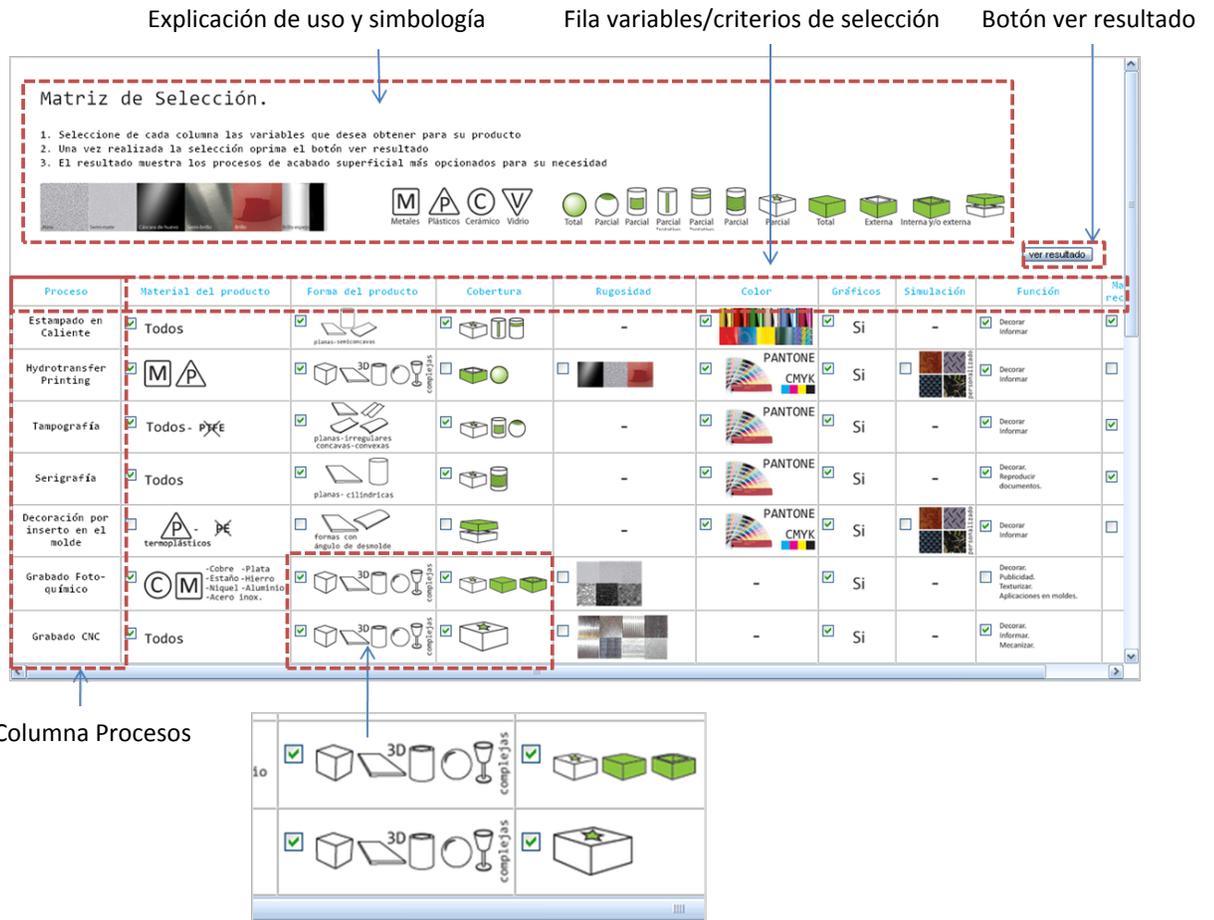


Fuente: elaboración propia

Figura 19. Imágenes en índices de los módulos técnicos

9.6.4 Diseño del módulo de selección

El módulo de selección incluye una matriz que le permite a un estudiante la selección de un acabado superficial mediante la marcación de las características que se desean obtener en la matriz. Las columnas designan variables que pueden ser comunes a los procesos (criterios) y las filas hacen referencia al proceso con cada una de las características presentes que este posee. En la parte superior e inferior, a la derecha, la matriz tiene un botón que dice “ver resultado”, al oprimirlo se obtiene el resultado que aparece en una página posterior. Ver figura 20.



Fuente: elaboración propia

Figura 20. Diseño matriz de selección.

Para la matriz se diseñó una simbología para representar las diferentes variables de selección. Esto se hizo con el fin de simplificar la matriz y permitir una fácil lectura y comprensión de esta. En las figuras 21-22 se muestran algunos de los diseños de simbología realizados.



Metales –plásticos-cerámicos-vidrio

Fuente: elaboración propia

Figura 21. Algunos símbolos para designar materiales de sustrato



Fuente: elaboración propia

Figura 22. Algunos símbolos para designar las variables de cobertura

Para facilitar la comprensión del criterio de selección de rugosidad se hizo una convención (ver figura 23) que permitiera a los estudiantes comparar entre estas imágenes en los diferentes procesos y así facilitar su selección.



Figura 23. Convención rugosidad

9.6.5 Diseño de la diagramación de los módulos técnicos

El diseño de la diagramación de los módulos en Adobe Flash CS3, se basó en el libro *Slide:ology: The Art and Science of Creating Great Presentations* de Nancy Duarte, que propone dividir la hoja en una cuadrícula, para ubicar la información de una manera eficiente y ordenada.

Se intentó mantener el mismo formato para todos los acabados superficiales, sin embargo algunos de estos presentan características del proceso que hacen necesario modificar la ubicación de imágenes y texto.

En la figura 24 se observa en líneas punteadas la ubicación de imágenes y en líneas continuas títulos y textos. La figura 24.1 es el índice de los temas tratados en los procesos; la figura 24.2 muestra la introducción, y variables importantes para la selección de acabados superficiales como la forma, la cobertura, el color, la rugosidad, entre otras, que se ubican en la periferia haciendo referencia a una imagen