



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

**Propósitos y Argumentos en el
Proceso de Diseño,**
*El diseño conceptual en torno a la
representación formal del producto*

Tesis Doctoral

Mauricio Allan Guerrero Valenzuela

Director

Prof. Dr. Bernabé Hernandis Ortuño

Valencia, Febrero del 2016



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Universitat Politècnica de València

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Departamento de Ingeniería Gráfica

**PROPÓSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO
DE DISEÑO:**

**El diseño conceptual en torno a la representación
formal del producto**

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y
Gestión de Proyectos Industriales

Valencia, 01 de Febrero del 2016

Tesis realizada bajo la dirección del profesor Dr. D. Bernabé Hernandis Ortuño en el Departamento de Ingeniería del Diseño, y que para la obtención del grado de doctor presenta D. Mauricio Allan Guerrero Valenzuela

Dedicatoria

A todos los que participaron y estuvieron conmigo silenciosamente, dedicado especialmente a mi esposa Soledad, quien en todo momento estuvo a mi lado dándome ánimo a continuar y por creer en mí. A mis hijos Fernanda y Pablo.

Agradecimientos

A todos quienes me apoyaron y contribuyeron a la realización de este inmenso trabajo y esfuerzo que se traduce finalmente en esta Tesis.

Agradecer profundamente todo el apoyo, guía y especialmente a la generosidad en dar incondicionalmente su tiempo y experiencia, la cual fue parte fundamental para la realización y culminación de esta investigación, al Dr. Bernabé Hernandis Ortuño quien con sus comentarios, sugerencias y guía forjaron en mí una visión y formación muy importante en tono a la investigación en diseño.

A todos mis queridos amigos del grupo de investigación y doctorado con los cuales compartí amistad, cariño y ayuda mutua en todo momento en tierras valencianas: John, Andrea, Begoña, Nelida, Karla y Almir.

A todos quienes creyeron en mí y siempre me animaron a continuar apoyándome hasta el final.

Gracias a todos

Resumen

El proceso de diseño ha sido estudiado de manera exhaustiva hasta el momento. No obstante, los resultados teóricos y empíricos en torno a la comprensión y conocimiento de la práctica del diseño, no ha concluido en un entendimiento claro y bien definido que considere los múltiples dominios que participan en el diseño y desarrollo de productos, sobre todo a la hora de estructurar el problema de diseño. Por otra parte la creciente necesidad de lograr un mejor entendimiento entre los diferentes actores que intervienen en el diseño de productos, a saber: diseñadores, ingenieros, comunicadores y especialmente los consumidores, evidencia que en la actualidad se requiere contar con procesos y metodologías más participativas, comunicantes e interconectadas, no sólo considerando los aspectos técnico-funcionales, sino también los aspectos asociados a las personas a través de la interacción y combinación de las acciones que se ejecutan durante el desarrollo del producto. Los factores de integración de las demandas del mercado, el uso de nuevas tecnologías, la actualización de los marcos referenciales tradicionales para la realización del proceso de diseño, etc., son determinantes en el momento de enfrentarse al proceso de diseño. Este contexto obliga al diseñador y a los equipos de diseño a reformular los procedimientos y protocolos que se llevan a cabo a partir de la definición del problema de diseño hasta la representación formal y la apariencia del producto. En este sentido las distintas disciplinas que participan comúnmente en los procesos de diseño intentan realizar, desde su propia perspectiva y conocimiento, un buen manejo y planteamiento de las actividades que componen la formalización del problema de diseño. Y así aunar los múltiples criterios y dominios que sean capaces de integrar interdisciplinariamente el que hacer, en el espacio de diseño. Si bien los modelos actuales abordan su realización, muchas veces los resultados adolecen de coherencia, son menos eficientes y algunas veces incluso están mal estructurados. Debido a esto entendemos que se debe replantear, la participación tanto de la ingeniería como del diseño en los procesos, así como también en la dimensión educativa y de la enseñanza del diseño respecto a las nuevas maneras de enfrentar y participar en la dinámica de la teoría y práctica del diseño y desarrollo de los productos.

La investigación se centra en la identificación, comprensión y profundización del conocimiento en la práctica del proceso de diseño, el diseño conceptual y de los resultados que se obtienen a través de las acciones conceptuales y la representación formal del diseño. Si bien la mayoría de los modelos metodológicos actualmente abordan el proceso de forma correcta, la mayoría de ellos no evidencia con claridad las actividades y acciones que se definen y posteriormente se desarrollan en la actividad de diseño conceptual, que es

donde principalmente, se definen los aspectos formales y la apariencia del producto, considerándola como la actividad clave y más crítica del proceso de diseño.

En primer lugar, se estudian las etapas y secuencias del proceso de diseño conjuntamente con el análisis de los modelos, que habitualmente son utilizados hasta ahora. A su vez se estudia la actividad de diseño conceptual y la definición del concepto de diseño y las acciones conceptuales que realizan el diseño y la ingeniería cuando se desarrolla el proceso de diseño conceptual. Por último se analiza e identifican factores fundamentales asociados al desarrollo morfológico, la forma y apariencia del diseño. En segundo lugar la investigación realiza estudios descriptivos por medio de la aplicación de un cuestionario a expertos y estudiantes de diseño e ingeniería para conocer la opinión y conocimiento aplicado en torno al fenómeno del proceso de diseño, el diseño conceptual y a la representación formal del diseño.

La investigación transcurre mediante el planteamiento de tres hipótesis y tres sub hipótesis que se articulan en torno a tres constructos interrelacionados y dependientes: a) proceso de diseño; b) diseño conceptual y c) representación formal del diseño, con los cuales se definen e identifican los elementos y variables que constituyen las secuencias de pasos, las acciones conceptuales comunes o específicas asociadas al diseño conceptual, al desarrollo morfológico del diseño y los componentes conceptuales relacionados con los valores visuales y formales que se asignan al diseño del producto. Todos los aspectos mencionados se analizan y verifican mediante estudios exploratorios de revisión de la literatura y estudios descriptivos con la obtención y tratamiento de datos por medio de mediciones estadísticas. En la investigación se obtienen resultados vinculados al problema de diseño de productos, desde la perspectiva del desarrollo del proceso: secuencia de pasos y acciones del diseño conceptual. Esto permite visualizar en el futuro nuevos escenarios en la práctica y enseñanza del diseño, así como también en la interpretación y modelado de nuevas metodologías que permitan materializar procesos de diseño sincrónico, fundamentalmente entre el diseño y la ingeniería.

Palabras clave:

Proceso de diseño, diseño conceptual, diseño industrial, ingeniería de diseño, enseñanza del diseño, forma del producto

Líneas de Investigación:

Proceso de diseño, diseño conceptual, enseñanza del diseño, metodología de diseño, métodos y sistemas, ingeniería de productos.

Resum

El procés de disseny ha sigut estudiat de manera exhaustiva fins al moment. No obstant això, els resultats teòrics i empírics entorn de la comprensió i coneixement de la pràctica del disseny, no ha conclòs en un enteniment clar i ben definit que considere els múltiples dominis que participen en el disseny i desenrotllament de productes, sobretot a l'hora d'estructurar el problema de disseny. D'altra banda la creixent necessitat d'aconseguir un millor enteniment entre els diferents actors que intervenen en el disseny de productes, a saber: dissenyadors, enginyers, comunicadors i especialment els consumidors, evidència que en l'actualitat es requerix comptar amb processos i metodologies més participatives, comunicants i interconnectades, no sols considerant els aspectes tecnicofuncionals, sinó també els aspectes associats a les persones a través de la interacció i combinació de les accions que s'executen durant el desenrotllament del producte.

Els factors d'integració de les demandes del mercat, l'ús de noves tecnologies, l'actualització dels marcs referencials tradicionals per a la realització del procés de disseny, etc., són determinants en el moment d'enfrontar-se al procés de disseny. Este context obliga el dissenyador i als equips de disseny a reformular els procediments i protocols que es duen a terme a partir de la definició del problema de disseny fins a la representació formal i l'aparença del producte. En este sentit les distintes disciplines que participen comunament en els processos de disseny intenten realitzar, des de la seua pròpia perspectiva i coneixement, un bon maneig i plantejament de les activitats que componen la formalització del problema de disseny. I així unir els múltiples criteris i dominis que siguen capaços d'integrar interdisciplinàriament el que fer, en l'espai de disseny. Si bé els models actuals aborden la seua realització, moltes vegades els resultats patixen de coherència, són menys eficients i algunes vegades inclús estan mal estructurats. A causa d'açò entenem s'ha de replantejar, d'una banda la participació tant de l'enginyeria com del disseny en els processos, així com també en la dimensió de l'ensenyança del disseny respecte a esta nova visió d'enfrontar i participar en la dinàmica de la pràctica del disseny i desenrotllament dels productes.

La investigació se centra en la identificació, comprensió i aprofundiment del coneixement en la pràctica del procés de disseny, el disseny conceptual i dels resultats que s'obtenen a través de les accions conceptuals i la representació formal del disseny. Si bé la majoria dels models metodològics actualment aborden el procés de forma correcta, la majoria d'ells no evidència amb claredat les activitats i accions que es definixen i posteriorment es desenrotllen en l'activitat de disseny conceptual, que és on principalment, es

definixen els aspectes formals i l'aparença del producte, considerant-la com l'activitat clau i més crítica del procés de disseny.

En primer lloc, s'estudien les etapes i seqüències del procés de disseny conjuntament amb l'anàlisi dels models, que habitualment són utilitzats fins ara. Al seu torn s'estudia l'activitat de disseny conceptual i la definició del concepte de disseny i les accions conceptuals que realitzen el disseny i l'enginyeria quan es desenrotlla el procés de disseny conceptual. Finalment s'analitza i identifiquen factors fonamentals associats al desenrotllament morfològic, la forma i aparença del disseny. En segon lloc la investigació realitza estudis descriptius per mitjà de l'aplicació d'un qüestionari a experts i estudiants de disseny i enginyeria per a conèixer l'opinió i coneixement aplicat entorn del fenomen del procés de disseny, el disseny conceptual i a la representació formal del disseny.

La investigació transcorre per mitjà del plantejament de tres hipòtesis i tres sub hipòtesis que s'articulen entorn de tres constructes interrelacionats i dependents: a) procés de disseny; b) disseny conceptual i c) representació formal del disseny, amb els quals es definixen i identifiquen els elements i variables que constitueixen les seqüències de passos, les accions conceptuals comunes o específiques associades al disseny conceptual, al desenrotllament morfològic del disseny i els components conceptuals relacionats amb els valors visuals i formals que s'assignen al disseny del producte. Tots els aspectes mencionats s'analitzen i verifiquen per mitjà d'estudis exploradors de revisió de la literatura i estudis descriptius amb l'obtenció i tractament de dades per mitjà de mesuraments estadístics.

En la investigació s'obtenen resultats vinculats al problema de disseny de productes, des de la perspectiva del desenrotllament del procés: seqüència de passos i accions del disseny conceptual. Açò permet visualitzar en el futur nous escenaris en la pràctica i ensenyança del disseny, així com també en la interpretació i modelatge de noves metodologies que permeten materialitzar processos de disseny sincrònic, fonamentalment entre el disseny i l'enginyeria.

Paraules clau:

Proces de disseny, disseny conceptual, disseny industrial, ingenieria de disseny, ensenyança del disseny, forma del producte

Línies de recerca:

Procés de disseny, disseny conceptual, ensenyança del disseny, metodologia de disseny, mètodes i sistemes, enginyeria de productes.

Abstract

The design process has been extensively studied so far. However, the theoretical and empirical around the understanding and knowledge of design practice results has not been completed in a clear and definite understanding that considers the multiple domains that participate in the design and product development, especially the when structuring the design problem. Moreover, the growing need for better understanding between the different actors involved in the design of products, namely: designers, engineers, journalists and especially consumers, evidence is now required to have more participatory processes and methodologies, communicating and interconnected, not only considering the technical and functional, but also issues related to people through interaction and combination of actions that run during product development aspects.

Factors integration market demands, the use of new technologies, upgrading of traditional frames of reference for the realization of the design process, etc., are decisive when facing the design process. This context requires the designer and design teams to rethink the procedures and protocols that are conducted from the definition of the design problem to formal representation and product appearance. In this regard the different disciplines that are commonly involved in the design process trying to make, from their perspective and knowledge, good management and planning of the activities that make up the formalization of the design problem. And combine multiple criteria and domains that are able to do interdisciplinary integrate in the design space. While current models approach their implementation often suffers from consistency results are less efficient and sometimes even poorly structured. Because of this we understand must rethink, firstly involving both engineering and design processes, as well as the dimension of design education about this new vision to face and participate in the dynamics of practice design and development of products.

The research focuses on identifying, understanding and depth of knowledge in the practice of the design process, conceptual design and results obtained through the conceptual actions and the formal representation of the design. While most models currently methodological approach the process correctly, most of them do not clearly evidence the activities and actions defined and later developed in the conceptual design activity, where mainly defined the formal aspects and appearance of the product, seeing it as the key and critical activity of the design process.

First, the steps and sequences of the design process in conjunction with the analysis of the models, which are usually used heretofore studied. In turn the

activity of conceptual design and definition of the conceptual design and the actions they take when design and engineering process develops conceptual design is studied. Finally it analyzed and identified key factors associated with morphological development, the shape and appearance of the design. Second research provides descriptive studies through a questionnaire to experts and students from design and engineering to know the opinion and applied knowledge about the phenomenon of the design process, the conceptual design and the formal representation of the design.

The research approach takes around three hypothesis and three sub hypothesis organized around three interrelated and dependent constructs: a) design process; b) conceptual design and c) formal representation of the design, with which they define and identify the elements and variables that constitute the step sequences, or specific common actions associated with the conceptual design, the morphological development of the conceptual design and related components with visual and formal values assigned to product design. All these aspects are analyzed and verified through exploratory studies of literature review and descriptive studies to the collection and processing of data by means of statistical measurements.

In research results related to product design problem are obtained, from the perspective of process development: sequence of steps and actions of conceptual design. This allows viewing in the future new scenarios in practice and design education, as well as the interpretation and modeling of new methodologies to realize synchronous design processes, primarily between design and engineering.

Keywords:

Process design, conceptual design, industrial design, engineering design, design education, product form

Research lines:

Design process, conceptual design, design education, design methodology, methods and systems, product engineering.

Autorización del Director de Tesis para su presentación

Dr. Bernabé Hernandis Ortuño como Director de la Tesis Doctoral: Propósitos y Argumentos en el Proceso de Diseño: El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto”, realizada en el Programa de Doctorado en: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales de la Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, por el Doctorando Sr. Mauricio Allan Guerrero Valenzuela, de nacionalidad Chilena, AUTORIZO la presentación de la citada Tesis Doctoral, desarrollada en la modalidad “*Tesis por compendio de publicaciones*”, dado que el documento de investigación reúne las condiciones necesarias para su defensa.

En Valencia, a 01 de Febrero del 2016

EL DIRECTOR DE LA TESIS

Fdo: Dr. Bernabé Hernandis Ortuño

Índice

Capítulo 1. Introducción

1.1	Generalidades de la Investigación.....	33
1.2	Contextualización de la investigación.....	35
1.3	Definición del problema.....	36
1.4	Objetivos de la investigación.....	37
1.4.1	Objetivos Generales.....	37
1.4.2	Objetivos Específicos.....	38
1.5	Hipótesis.....	38
1.6	Delimitación y alcances de la investigación.....	40
1.7	Justificación social de la investigación.....	42
1.8	Estructura de la Tesis.....	43

Capítulo 2. Estado del Arte

2.1	El proceso de diseño.....	49
2.1.1	Modelos para el diseño.....	51
2.1.2	Los modelos de influencia técnico-funcional.....	55
2.1.3	Las actividades y acciones del diseño.....	58
2.1.4	La experiencia y dominio del conocimiento en el control de las actividades del diseño.....	60
2.2	El diseño conceptual.....	62
2.2.1	Definición del concepto en el proceso de diseño conceptual.....	64
2.3	La creatividad en el proceso de diseño.....	67
2.3.1	El proceso creativo en el espacio del diseño.....	69
2.4	La descripción de los atributos y características del diseño.....	72
2.4.1	La descripción del atributo.....	74

2.4.2	Listados de atributos para el diseño.....	77
-------	---	----

Capítulo 3. Material y Métodos

3.1	La investigación: tipo y diseño.....	81
3.1.1	Las variables de la investigación.....	82
3.1.2	Métodos de estudio de las variables.....	83
3.1.3	Tipo de investigación.....	85
3.2	La fase exploratoria.....	86
3.3	La fase descriptiva.....	87
3.3.1	Comprensión de los niveles de experiencia: expertos y principiantes.....	87
3.4	La encuesta aplicada a estudiantes y expertos.....	89
3.4.1	Cuestionario aplicado a estudiantes.....	92
3.4.2	Cuestionario aplicado a expertos.....	94
3.5	Tratamiento de datos y análisis de resultados.....	95
3.6	Enfoque y seguimiento de la investigación.....	96

Capítulo 4. Resultados

4.1	Comprensión de los resultados: exploratorio - descriptivo.....	105
4.2	Constructo 1 (CO1): Proceso de diseño.....	107
4.2.1	Resultados del Constructo 1 (CO1): exploratorio.....	107
4.2.1.1	Modelos para el proceso de diseño.....	107
4.2.1.2	La estructura del diseño.....	111
4.2.1.3	Las actividades y acciones del diseño.....	114
4.2.2	Resultados del Constructo 1 (CO1): descriptivo.....	115
4.2.2.1	Pasos y etapas en el proceso de diseño.....	116
4.2.2.2	Secuencia de pasos en el proceso de diseño.....	119
4.2.2.3	Modelos metodológicos para el proceso de diseño.....	121

4.2.2.4	Acciones y pasos del proceso de diseño.....	123
4.3	Constructo 2 (CO2): Diseño conceptual.....	126
4.3.1	Resultados del Constructo 2 (CO2): exploratorio.....	127
4.3.1.1	El diseño conceptual.....	127
4.3.1.2	El concepto de diseño.....	129
4.3.2	Resultados del Constructo 2 (CO2): descriptivo.....	131
4.3.2.1	Definición de diseño conceptual: estudiantes.....	131
4.3.2.2	Definición de diseño conceptual: expertos.....	136
4.3.2.3	Definición del concepto de diseño.....	138
4.4	Constructo 3 (CO3): Representación formal del diseño.....	140
4.4.1	Resultados del Constructo 3 (CO3): exploratorio.....	140
4.4.1.1	Valores visuales para dar forma al diseño: el dominio de los atributos.....	141
4.4.1.2	Las actividades y acciones conceptuales para representar la forma del diseño.....	143
4.4.2	Resultados del Constructo 3 (CO3): descriptivo.....	146
4.4.2.1	Acciones previas para dar forma al diseño.....	146
4.4.2.2	Asociación de atributos para dar forma al concepto de diseño.....	152
4.4.2.3	Secuencias de variables para dar forma al concepto de diseño.....	158
4.4.2.4	Asociación de términos para dar forma al diseño.....	161
4.4.2.5	Acciones para desarrollar la apariencia del producto en el diseño conceptual.....	162
4.4.2.6	Acciones previas para dar forma al diseño.....	164
4.4.2.7	Acciones conceptuales previas para representar el diseño del producto.....	169

Capítulo 5. Análisis de los Resultados

5.1	Hipótesis H1.....	173
-----	-------------------	-----

5.1.1	Hipótesis H1a.....	177
5.2	Hipótesis H2.....	179
5.2.1	Hipótesis H2a.....	181
5.3	Hipótesis H3.....	182
5.3.1	Hipótesis H3a.....	186

Capítulo 6. Conclusiones y futuras líneas de investigación

6.1	Conclusiones generales de la investigación.....	191
6.2	Conclusiones específicas de la investigación.....	193
6.3	Limitaciones y futuras líneas de investigación.....	196

Capítulo 7. Divulgación de la Investigación

7.1	Artículo 1: Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos.....	201
7.2	Artículo 2: Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual.....	229
7.3	Artículo 3: Modelado y representación formal del concepto de diseño: Un estudio exploratorio de expertos y principiantes.....	257

Capítulo 8.	Referencias.....	285
-------------	------------------	-----

Capítulo 9. Anexos

9.1	Anexo 1: Encuesta de expertos.....	299
9.2	Anexo 2: Encuesta de estudiantes.....	319

9.3	Anexo 3: Esquema inicial para estudio de la encuesta.....	333
9.4	Anexo 4: Listado de expertos participantes del estudio.....	339
9.5	Anexo 5: Aceptación Publicación 1: Revista Ingeniare.....	341
9.6	Anexo 6: Aceptación Publicación 2: Revista Innovar.....	343
9.7	Anexo 7: Modelo de aceptación coautor Publicación 1: Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos	345
9.8	Anexo 8: Modelo de aceptación coautor Publicación 2: Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual	349
9.9	Anexo 9: Modelo de aceptación coautor Publicación 3: Modelado y representación formal del concepto de diseño: Un estudio exploratorio de expertos y principiantes	353

Listado de Figuras

Figura 1	Esquema de las hipótesis de la investigación.....	39
Figura 2	Esquema de la estructura del proceso de diseño. Adaptado de Dussel (1984).....	50
Figura 3	Diagrama del proceso de diseño secuencial. Adaptado de Oxman (1999).....	52
Figura 4	Modelo descriptivo del proceso de diseño. Adaptado de French (1999).....	53
Figura 5	Modelo de evolución funcional. Adaptado de Gero (2000)...	56
Figura 6	Modelo sistémico del proceso de diseño. Adaptado de Hernandis (2003).....	57
Figura 7	Modelado conceptual funcional. Adaptado de Chaur (2004).....	63
Figura 8	Modelado del concepto de diseño. Elaboración propia.....	65
Figura 9	Pensamiento y acción creativa. Adaptado de Eckert (2000).....	68
Figura 10	Modelo del pensamiento cíclico. Adaptado de Briede &	70

	Hernandis (2009).....	
Figura 11	Síntesis del proceso creativo. Adaptado de Plsek (1996).....	71
Figura 12	Contexto del atributo en el espacio de diseño. Elaboración propia.....	73
Figura 13	Dominio del atributo. Adaptado de Tong (2009).....	75
Figura 14	Esquema del análisis de los resultados.....	106
Figura 15	Estructura descriptiva del proceso de diseño. Adaptado de French (1999).....	108
Figura 16	Trayectoria del proceso de diseño. Elaboración propia.....	109
Figura 17	Modelo teórico del espacio de diseño. Elaboración propia...	110
Figura 18	Proceso de diseño secuencial. Adaptado de Oxman (1999).....	111
Figura 19	Modelo conceptual para la definición del concepto de diseño.....	112
Figura 20	Etapas del diseño conceptual. Adaptado de Chaur (2004).....	129
Figura 21	Contexto del atributo para el diseño del producto.....	142
Figura 22	Esquema de la estructura general del proceso de diseño. Elaboración propia.....	177
Figura 23	Espacio de las acciones conceptuales del proceso de diseño. Elaboración propia.....	178
Figura 24	Modelo de acciones conceptuales previas al desarrollo morfológico. Elaboración propia.....	183
Figura 25	Esquema descriptivo del proceso de desarrollo morfológico. Elaboración propia.....	186
Figura 26	Diagrama del proceso de diseño secuencial. Adaptado de Oxman (1999) (Publicación 1).....	204
Figura 27	Modelo descriptivo del proceso de diseño. Adaptado de French (1999) (Publicación 1).....	205

Figura 28	Modelo idealizado para la definición del concepto de diseño. Elaboración propia (Publicación 1).....	208
Figura 29	Etapas del diseño conceptual. Adaptado de Chaur B. Tesis Doctoral, UPC (2003) (Publicación 1).....	209
Figura 30	Modelo evolutivo funcional del proceso de diseño. Adaptado de Gero (2000) (Publicación 1).....	211
Figura 31	Modelo sistémico de Hernandis (2009) (Publicación 1).....	212
Figura 32	Modelo teórico del pensamiento y acción creativa. Adaptado de Eckert (Publicación 1).....	214
Figura 33	Modelo del pensamiento cíclico, Briede & Hernandis (2009) (Publicación 1).....	216
Figura 34	Ciclo de síntesis del proceso creativo, Plsek (1996) (Publicación 1).....	217
Figura 35	Comparativa de los modelos del proceso de diseño. Elaboración propia (Publicación 1).....	220
Figura 36	Pensamiento creativo en la ingeniería y el diseño. Elaboración propia (Publicación 1).....	221
Figura 37	Modelo teórico del espacio del diseño. Elaboración propia (Publicación 1).....	222
Figura 38	Trayectoria del proceso de diseño. Elaboración propia (Publicación 1).....	223
Figura 39	Modelado funcional. Adaptado de Van Wie (2005) (Publicación 2).....	232
Figura 40	Configuración del producto desde la función. Adaptado de Liang (2004) (Publicación 2).....	233
Figura 41	Contexto del atributo en la definición del diseño. Elaboración propia (Publicación 2).....	235
Figura 42	Distinciones del atributo. Adaptado de Tong (2009) (Publicación 2).....	237
Figura 43	Representación gráfica de las agrupaciones C1 y C2 (Publicación 2).....	247
Figura 44	Representación gráfica de las agrupaciones C1 y C3 (Publicación 2).....	248

Figura 45	Modelo de diseño del tipo secuencial. Adaptado de Oxman (1999) (Publicación 3).....	262
Figura 46	Modelo conceptual descriptivo previo al proceso de diseño de la forma. Elaboración propia (Publicación 3).....	274
Figura 47	Esquema descriptivo del proceso para el diseño de la forma. Elaboración propia, adaptado de Hsiao (2010).....	275

Listado de Tablas

Tabla 1	Modelos representativos del proceso de diseño.....	54
Tabla 2	Actividades de diseño: modelo secuencial. Adaptado de Wodehouse (2010).....	58
Tabla 3	Nivel de experiencia para la resolución del problema de diseño.....	60
Tabla 4	Esquema del tipo y diseño de la investigación.....	85
Tabla 5	Clasificación de expertos y principiantes. Adaptado de Liem (2009).....	88
Tabla 6	Esquema de análisis preliminar para la confección del cuestionario.....	91
Tabla 7	Clasificación de los estudiantes.....	93
Tabla 8	Estructura de la encuesta aplicada a estudiantes.....	93
Tabla 9	Estructura de la encuesta aplicada a expertos.....	94
Tabla 10	Clasificación de los expertos.....	95
Tabla 11	Esquema de relaciones de las preguntas del cuestionario de expertos y estudiantes.....	97
Tabla 12	Esquema de seguimiento de la investigación.....	100
Tabla 13	Esquema de relaciones de los constructos en las publicaciones.....	101
Tabla 14	Variables de la pregunta para el proceso de diseño.....	116
Tabla 15	Análisis factorial, pasos y etapas del proceso de diseño:	117

	estudiantes.....	
Tabla 16	Coefficiente de Variación de Pearson: estudiantes.....	117
Tabla 17	Secuencias de pasos del proceso de diseño: encuesta a estudiantes.....	119
Tabla 18	Análisis de frecuencias: estudiantes.....	120
Tabla 19	Tipología de modelos del proceso de diseño: expertos.....	122
Tabla 20	Frecuencias en el uso de modelos para el proceso de diseño: expertos.....	122
Tabla 21	Estudio de modelos metodológicos del proceso de diseño...	123
Tabla 22	Pasos y acciones del proceso de diseño: expertos.....	124
Tabla 23	Frecuencias de pasos y acciones para el proceso de diseño: expertos.....	125
Tabla 24	Variables para la definición de diseño conceptual: estudiantes.....	132
Tabla 25	Análisis factorial definición de diseño conceptual: estudiantes.....	133
Tabla 26	Frecuencia para la definición de diseño conceptual: estudiantes.....	134
Tabla 27	Análisis Coeficiente de Variación de Pearson: estudiantes.....	135
Tabla 28	Acciones para la definición de diseño conceptual: expertos.....	137
Tabla 29	Frecuencias para la definición del diseño conceptual: expertos.....	138
Tabla 30	Variables para la definición del concepto de diseño: expertos.....	139
Tabla 31	Frecuencias para la definición del concepto de diseño: expertos.....	139
Tabla 32	Serie de acciones previas para dar forma al diseño: estudiantes.....	147
Tabla 33	Análisis factorial de acciones para dar forma al diseño:	148

	estudiantes.....	
Tabla 34	Coeficiente de Variación de Pearson, acciones para dar forma al diseño: estudiantes.....	149
Tabla 35	Frecuencias de acciones previas para dar forma al diseño: estudiantes.....	151
Tabla 36	Variables del listado de atributos: estudiantes.....	152
Tabla 37	Análisis de Componentes Principales (ACP), (7 componentes): estudiantes.....	153
Tabla 38	Comunalidades (ACP): estudiantes.....	154
Tabla 39	Análisis de Componentes Principales (ACP), (3 componentes): estudiantes.....	155
Tabla 40	KMO: estudiantes.....	155
Tabla 41	Prueba de Componentes Rotados (agrupaciones): estudiantes.....	156
Tabla 42	Agrupaciones de atributos (3 agrupaciones): estudiantes.....	157
Tabla 43	Secuencias para dar forma al concepto de diseño: estudiantes.....	159
Tabla 44	Frecuencias para dar forma al concepto de diseño: estudiantes.....	160
Tabla 45	Secuencia de términos para dar forma: estudiantes.....	161
Tabla 46	Acciones para dar forma en el diseño conceptual: expertos	162
Tabla 47	Frecuencias para desarrollar la forma en el diseño conceptual: expertos.....	163
Tabla 48	Serie de acciones previas para dar forma al diseño: expertos.....	165
Tabla 49	Análisis Factorial (dar forma): expertos.....	166
Tabla 50	Sumario estadístico de acciones previas para dar forma al diseño: expertos y estudiantes.....	167
Tabla 51	Frecuencias de acciones previas para dar forma al diseño: expertos.....	168
Tabla 52	Secuencias para representar la forma del diseño:	169

	expertos.....	
Tabla 53	Frecuencias para representar la forma del diseño: expertos y estudiantes.....	170
Tabla 54	Información para el proceso de diseño. Adaptado de Wodehouse (Publicación 1).....	212
Tabla 55	Modelos contemplados en la revisión de la literatura. Elaboración propia (Publicación 1).....	219
Tabla 56	Sumario de la muestra de estudiantes participantes del experimento (Publicación 2).....	240
Tabla 57	Listado de variables del experimento. Elaboración propia (Publicación 2).....	241
Tabla 58	Análisis de componentes principales. Elaboración propia (Publicación 2).....	242
Tabla 59	Reducción de variables a partir de la serie inicial del experimento (Publicación 2).....	243
Tabla 60	Reducción de componentes. Elaboración propia (Publicación 2).....	244
Tabla 61	KMO, reducción de componentes (Publicación 2).....	244
Tabla 62	Matriz de componentes rotados (Publicación 2).....	245
Tabla 63	Términos agrupados y codificados (Publicación 2).....	246
Tabla 64	Clasificación y categorías del nivel de experiencia. Elaboración propia (Publicación 3).....	266
Tabla 65	Perfil de los encuestados. Elaboración propia (Publicación 3).....	268
Tabla 66	Esquema de codificación del estudio. Elaboración propia (Publicación 3).....	269
Tabla 67	Sumario estadístico del estudio 1. Elaboración propia (Publicación 3).....	271
Tabla 68	Sumario estadístico del estudio 2. Elaboración propia (Publicación 3).....	273

Capítulo 1
Introducción

1. Introducción

1.1 Generalidades de la Investigación

El problema de diseño actualmente se ejecuta tradicionalmente y se ha venido haciendo de la misma manera por mucho tiempo. En este sentido los modelos que se utilizan abordan el proceso de diseño desde diferentes perspectivas y dominio del conocimiento, por lo que su realización depende muchas veces de la experiencia de la persona que diseña. No abundan los modelos que claramente puedan describir tanto las actividades y acciones, sobre todo en los aspectos procedimentales y protocolos para llevarlo a cabo. Se observa que las actividades más descritas son las que representan el dominio de la ingeniería y las menos descritas la de índole más creativa donde gobiernan las acciones mentales, abstracciones e ideas donde están presentes los aspectos más humanizados. De manera simultánea se experimenta una falta de coherencia e integración entre las diferentes disciplinas que generalmente participan del proceso de diseño generando indefiniciones a la hora de trabajo en conjunto y de resolver el problema de diseño. El predominio de lo científico y la lógica prevalece, por lo general, sobre aquellas acciones de índole más exploratorias, conceptuales y de estados mentales que generan incertidumbre en todo momento.

Por otra parte la necesidad de contar con un lenguaje unificado, de significados e interpretaciones asociadas a la solución de diseño no tiene un diálogo multidisciplinar que sea capaz de disminuir los esfuerzos y la brecha en el espacio del entendimiento mutuo para una óptima práctica del diseño y dar valor a los productos, tanto visuales como funcionales de manera integrada. El significado de ciertos términos conceptuales puede ser interpretado y expresados de diferentes maneras por quien diseña, ingenieros o diseñadores. De hecho un mismo término puede tener más de un significado por lo que puede ser utilizado para expresar diferentes intenciones en cada dominio específico.

Los tiempos van cambiando, evolucionando hacia nuevas prácticas y maneras de hacer las cosas, razón por la cual los modelos tradicionales y los mismos métodos de diseño comienzan a tener un alto grado de obsolescencia quedándose atrás debido a la dinámica del mercado así como también en la participación cada vez más activa del consumidor, factor no menor a considerar al momento de diseñar productos. En este sentido también se observan las dificultades que se presentan al momento de interpretar y representar las necesidades y aspiraciones de las personas expresadas en los diseños, es decir sobre aquellos factores, aspectos y apariencia que se otorga

a los productos no siempre se encuentran las características y atributos que son muy valorados por las personas, sobre todo cuando estos son considerados como un elemento fundamental al momento de tomar decisiones de compra.

La identificación de las personas con uno u otro producto depende por lo general de la expresión formal y caracterización que se le da al artefacto diseñado. Este tipo de valores visuales, muchas veces con un fuerte acento simbólico se deben tomar en cuenta, y por ende deben ser considerados en las acciones conceptuales que es donde se manejan las ideas y sus representaciones. Este tipo de valores extrínsecos de un producto valoran los aspectos sensoriales y perceptivos que se tiene de un producto tal y como lo expresan Lenau (2003) y Castelli, citado por Mitchell (1995) señalando que son las expresiones más estéticas y de estilo, es decir los factores más subjetivos y blandos del diseño. Estos elementos descritos, bien empleados y bien definidos en el proceso de diseño conceptual tienen por objeto apoyar la caracterización de conceptos y describirlos mediante la expresión formal de la solución de diseño, por tanto deben ser entendidos y manejados por disciplinas tan duras y concretas como la ingeniería, así como también en aquellas de carácter más humanizados como el diseño de productos o el marketing. De hecho uno de los objetivos de la investigación es identificar en este tipo de elementos conceptuales constituyentes del diseño conceptual poder aportar al conocimiento para que sea aplicable tanto para la enseñanza del diseño como para el diseño y desarrollo de productos para las empresas.

La dinámica que se presenta en el espacio del diseño es un fenómeno que afecta a más de un componente activo y participativo en este tipo de procesos. Esto se ve reflejado desde el aprendizaje del diseño hasta la participación de las empresas, que es donde se exponen coherentemente los objetivos y especificaciones para el diseño del producto.

Esta investigación, por tanto, se orienta bajo dos aspectos significativos. Por una parte desde la dimensión de la enseñanza del diseño aportando nuevas visiones en apoyo para resolver el problema de diseño y a la optimización del proceso de diseño, y por otra parte, a la recurrente intención de lograr la integración y protocolización efectiva de los diferentes dominios del conocimiento en las disciplinas que tradicionalmente participan del proceso de diseño como de la actividad clave y más crítica del proceso como lo es el diseño conceptual. Con esto la investigación encuentra también la oportunidad de ayudar y guiar a futuros diseñadores e ingenieros para solucionar eficientemente la realización de proyectos tanto de diseño industrial como para el desarrollo de productos.

1.2 Contextualización de la investigación

El rol del diseño en la realización de proyectos industriales cada vez más requiere del manejo de aspectos y variables que deben ser considerados desde el arranque del proceso de diseño. Debido a esto, los participantes de dicho proceso requieren de claridad para su realización y sistematización de las actividades, pasos y etapas que lo constituyen con el objeto de ejecutarlo eficientemente.

Este fenómeno ha sido profundamente estudiado en el tiempo, intentando dar las condiciones óptimas para resolver el problema de diseño. Esto ha llevado a que los especialistas y expertos en áreas tales como la ingeniería, arquitectura o diseño entre otras, expongan sus hallazgos y aproximaciones proponiendo modelos metodológicos idealizados, por lo general a partir del dominio del conocimiento en particular, lo cual muchas veces no contempla el trabajo multidisciplinar y distintas visiones al abordar el proceso. Debido a esto nos encontramos que al momento de recurrir a alguno de estos modelos existentes no asegura que ha sido bien ejecutado a la espera de buenos resultados para la solución de diseño.

Nos encontramos con modelos del tipo descriptivo como el modelo de French (1999), prescriptivo como el de Pugh (1991), del tipo sistémico como el de Hernandis (2003) o el modelo de tipo axiomático como el de Suh (1995) por mencionar algunos. La gran mayoría se estructura en base a los aspectos más duros, de los sistemas técnicos y funcionales. Si observamos estos modelos nos encontramos que las actividades y acciones más descritas son aquellas del dominio de la ingeniería y no las de índole más creativa o asociadas a las personas donde se requiere del manejo de las ideas y conceptos con marcados acentos en el conocimiento y dominio de dimensiones como la estética, el estilo, entre otras, que subyacen en el campo sensorial y perceptivo del espacio del diseño y de las personas. De hecho en la literatura estudiada se considera que las acciones más borrosas y con un alto grado de incertidumbre son aquellas que corresponden a las actividades que se ejecutan en el diseño conceptual. Los hallazgos realizados en la literatura estudiada también indican que es en el dominio de la ingeniería donde se ejecutan las actividades más claras y específicas, lo cual permite generar las condiciones y estructura del problema de diseño, incluso es allí donde se genera el concepto al cual finalmente se le otorga la forma física expresado en un producto.

La comprensión y claridad de lo que significa el diseño es importante para llevarlo a cabo. Este paradigma debe ser considerado como una actividad racional como lo expresa Dorst (1997), citado por Restrepo, 2004, en que la búsqueda de una solución se enmarca en un cierto espacio del problema el

cual contiene la información sobre los estados de las acciones y tareas que allí se ejecutarán, sean estas racionales o conceptuales. Para ello se necesita un cuerpo de conocimiento e instrucción para un buen aprendizaje acerca de los sistemas y procesos de diseño que intervienen en una buena estructuración del problema de diseño y que esta sea conocida por quien está diseñando. Por otra parte como lo señala Ralph (2009), se requiere una mejor comprensión de lo que significa diseño, por lo que desde el punto de vista de la instrucción, la educación y enseñanza de cualquier diseñador deben incluir conocimientos claros y precisos de que es diseñar.

1.3 Definición del problema

Las dificultades que se presentan cada vez que se pone en marcha el proceso de diseño son evidentes. Por una parte las acciones procedimentales para ejecutarlo no siempre son claras y precisas. De hecho nunca se realizan de la misma manera y dependen, por lo general, de la experiencia y dominio del conocimiento de quien diseña, del tipo de problema de diseño y su complejidad. Autores Cross (2001); Dorst (2007), señalan que la formulación de la estructura del problema de diseño debe ser apropiada y bien definida y que no bastan las habilidades y una buena recopilación de la información del proyecto de diseño. Cuando nos enfrentamos a distintas realidades y observamos que las necesidades, requisitos y sobre todo las intenciones de determinar una buena estructura del problema de diseño, éstas evidencian claramente que la pertenencia y dominio corresponden por lo general a diferentes mundos conceptuales, señalado por Meijer (2000), citado por Dorst (2007), quedando una clara evidencia que el foco del razonamiento básicamente está en el entendimiento entre el problema de diseño y la solución de diseño. El enfoque de esta investigación se centra en la decisión de estudiar y analizar el fenómeno del problema de diseño y de las actividades procedimentales y protocolares que lo componen en su ejecución, con el objeto de representar finalmente la solución formal del producto.

En primer lugar se plantea abordar el estudio inicialmente con el análisis y comprensión más en profundidad del fenómeno del proceso de diseño a nivel exploratorio, reconociendo la implicancia de los factores, dimensiones y variables que lo integran, como las actividades del diseño, acciones y tareas conceptuales, el diseño conceptual y los aspectos relacionados con la representación formal del producto. También analizar a los participantes del proceso de diseño y de quien diseña, asociado a la intervención al momento

de ejecutar las acciones conceptuales, y comprender tanto el proceso de diseño conceptual y la definición del concepto de diseño.

Por otra parte aminorar la incertidumbre al momento de diseñar a partir del estudio y observación de tres dimensiones relevantes que subyacen en el fenómeno del problema de diseño: el proceso de diseño, los pasos y etapas que lo componen y estructuran, así como también las actividades y acciones que se realizan. El diseño conceptual como una actividad crítica de este proceso y finalmente las acciones conceptuales que permiten al diseñador representar formalmente el concepto de diseño. Todos estos constructos estudiados siempre desde una perspectiva multidisciplinar que apoye tanto al conocimiento más profundo del diseño así como también al aprendizaje y enseñanza en la educación del diseño.

A partir de lo anterior surgen las preguntas que conforman el cuerpo de investigación de la tesis:

- ¿Existen discrepancias y similitudes en la manera de abordar el proceso de diseño desde la perspectiva del diseño y la ingeniería?
- ¿Cuáles son las actividades y acciones procedimentales relacionadas con la disciplina formativa que influyen a la hora de estructurar el problema de diseño?
- ¿Cómo se resuelve la representación y expresión formal del concepto de diseño a partir de las acciones conceptuales de diseño e ingeniería?
- ¿Cómo se definen las cualidades y características expresivas asociadas a los atributos que definen la forma y apariencia del producto?

1.4 Objetivos de la Investigación

1.4.1 Objetivos Generales

- OG1.** Analizar, desde la perspectiva del diseño y la ingeniería, el alcance metodológico del problema de diseño a partir de las actividades y acciones de índole lógica y conceptual que se ejecutan en el proceso de diseño.
- OG2.** Aportar conocimiento para la educación y enseñanza del diseño que permita disminuir la brecha para el entendimiento e integración del quehacer multidisciplinar en el proceso de diseño.

1.4.2 Objetivos Específicos

- OE1. Profundizar en la comprensión de los diferentes modelos metodológicos del proceso de diseño, lo cual permita identificar las actividades y acciones que lo integran.
- OE2. Identificar las concordancias y discrepancias de las acciones y tareas que se ejecutan en el proceso de diseño, tanto en el dominio del diseño como en el de la ingeniería para comprenderlo.
- OE3. Identificar y comparar las acciones que desarrollan expertos y principiantes en la fase de diseño conceptual.
- OE4. Analizar e identificar las acciones conceptuales que permiten definir y representar formalmente el concepto de diseño, que da como resultado la apariencia del producto.
- OE5. Identificar y comprender la importancia de los atributos que se asignan al producto en la fase de diseño conceptual.

1.5 Hipótesis

Para lograr los objetivos de la investigación se plantean una serie de hipótesis a partir del análisis en torno a los constructos del estudio (CO1, CO2 y CO3), y su correlación multidimensional en el espacio del diseño, como lo muestra la Figura 1. Este análisis se realiza por medio de tres hipótesis principales (H1, H2 y H3) y sub hipótesis (H1a, H2a y H3a) las cuales se abordan desde el punto de vista procedimental, comprensión y manejo de los elementos fundamentales que integran el proceso de diseño, y de los agentes participativos considerados fundamentalmente desde la perspectiva de las áreas del diseño y la ingeniería.

El contexto de la investigación de índole teórica-conceptual advierte que el cuerpo de conocimientos y de fuentes de información lo constituyen en primer lugar la dimensión metodológica que referencia las actividades, acciones y pasos para la realización de los procesos para dar solución al problema de diseño. En segundo lugar los aspectos asociados a la dimensión humana que considera principalmente a quienes participan y ejecutan las acciones en el proceso de diseño, de la relación existente para la realización de la fase de

diseño conceptual, de la percepción que tienen para su ejecución desde diferentes niveles de experiencia y del dominio del conocimiento. Los planteamientos se sustentan en aquellas relaciones indicadas tanto contextuales como procedimentales y en aquellas que plantean cuestiones de contrastes y comparativas que permitan comprender y validar las hipótesis en su totalidad.

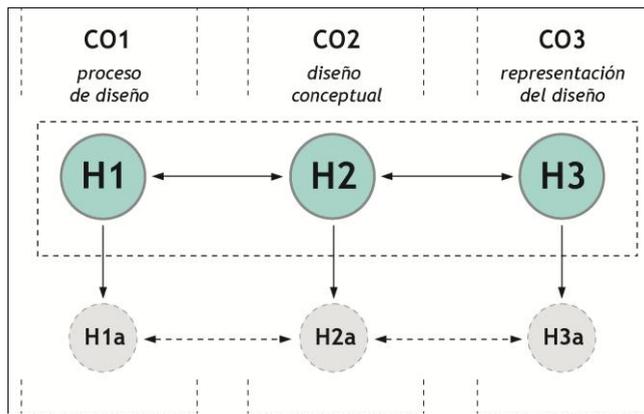


Figura 1: Esquema de las hipótesis de la investigación

- H1.** Existen concordancia y acercamiento entre el diseño y la ingeniería a la hora de estructurar el proceso de diseño.
- H1a.** Los pasos y acciones iniciales que se ejecutan en el proceso de diseño, guardan relación con el dominio y formación disciplinar de quien diseña.
- H2.** En el diseño conceptual se definen los aspectos asociados a la representación y configuración formal del producto mediante la combinación de las acciones conceptuales entre el diseño y la ingeniería.
- H2a.** El concepto de diseño se genera partir de la definición de las especificaciones, requerimientos y objetivos del problema de diseño.

H3. Las expresiones visuales que representan formalmente al concepto de diseño guardan relación con las acciones conceptuales combinadas y ejecutadas entre el diseño y la ingeniería.

H3a. Los atributos y valores visuales que se asignan a la forma del producto guardan relación con los múltiples dominios del diseño y con las dimensiones formal, funcional y perceptual.

1.6 Delimitación y alcance de la investigación

Esta investigación se enfoca en el dominio del espacio del diseño, del proceso de diseño y de los elementos constituyentes y procedimentales que lo componen, es decir las actividades y acciones convencionales que se ejecutan para el diseño de productos, actividades, pasos y etapas así como también del diseño conceptual expresado mediante los siguientes constructos:

1. **CO1:** El proceso de diseño y su ejecución, considerando las definiciones y aplicaciones de las actividades y acciones para su realización en aquellos agentes participantes desde la perspectiva del diseño y la ingeniería con la intención de comprender y estudiar dicho fenómeno teniendo como objeto de entender el problema de diseño y su estructuración y las concordancias y discrepancias en los diferentes dominios del conocimiento.
2. **CO2:** El diseño conceptual asociado fundamentalmente a la importancia y definición del concepto de diseño y todas sus implicancias para la generación de formas y caracterizaciones expresadas en la solución de diseño. También su relación y participación en el proceso de diseño junto con las actividades y acciones conceptuales de las etapas que lo integran.
3. **CO3:** La representación y caracterización formal que se constituye en la solución de diseño respondiendo a los objetivos, especificaciones, a los elementos y factores constituyentes del propio proceso de diseño, así como también en la identificación y análisis de aquellos valores visuales que permiten definir la asignación de atributos en el diseño del producto.

El estudio se centra primero en el reconocimiento de los conceptos de la investigación a partir del análisis y estudio del espacio participativo de diseño desde la perspectiva de diferentes fuentes documentales. La exploración y descripción del fenómeno se realiza inicialmente a partir del estudio del estado del arte del proceso de diseño principalmente de los modelos metodológicos que se utilizan tradicionalmente en la actualidad en base a fuentes secundarias tales como libros, tesis doctorales relacionadas, revistas científicas y fuentes principales a partir de la realización de un cuestionario a principiantes y expertos en diseño enfocados bajo los siguientes aspectos principales:

- Estudiar las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual para el diseño de productos, sus actividades y acciones tradicionales que permitan entender el fenómeno de diseño
- Identificación de valores visuales descriptivos y expresivos que definen la caracterización del producto definidos por el concepto de atributo
- Exploración de los modelos metodológicos para la realización y ejecución del fenómeno del proceso de diseño
- El estudio de las actividades y acciones que se realizan para la resolución del problema y solución del diseño
- Determinar las concordancias y discrepancias para la ejecución del proceso de diseño conceptual desde la perspectiva del diseño y la ingeniería las cuales permitan establecer
- Entender el fenómeno del proceso de diseño conceptual, sus alcances y su relación con el dominio del conocimiento de quienes participan en su realización, así como también comprender la generación y definición del concepto de diseño

En la investigación se hace referencia permanente los procedimientos, pasos o etapas que se realizan en el proceso de diseño, así como también a quienes participan de este proceso, diseñadores e ingenieros, a los niveles de experiencia, es decir principiantes y expertos y al dominio del conocimiento en el espacio del diseño. El carácter teórico-conceptual de la investigación determina su alcance en aportar conocimiento y no aplica en la determinación de algún resultado del tipo instrumental o propositivo de modelado o del tipo metodológico, sino que permite la incorporación de nuevos conocimientos y

puntos de vistas que no están contemplados en la actualidad, lo cual correspondería a otro tipo de estudio futuro.

1.7 Justificación Social de la investigación

Una de las condiciones más importantes en la realización del fenómeno del proceso de diseño es contar con una base teórica del diseño y de las metodologías adecuadas, primero para entender el pensamiento y dominio del conocimiento de quienes participan y también del dominio y conocimiento de los procedimientos y protocolos adecuados que se llevan a cabo durante las actividades que demanda el problema de diseño.

En primer lugar es fundamental comprender y entender los aspectos procedimentales con el objeto de contar con una metodología de diseño eficaz que de cumplimiento a las expectativas de quien diseña y del encargo de diseño. De hecho los modelos actuales del proceso de diseño son muy específicos y de dominios muchas veces no participativos para resolver el problema de diseño y su estructuración. En este sentido el reto todavía se centra en gran medida en hechos contrastantes. Por una parte sabemos que el diseño es en sí mismo un acto creativo sin lugar a duda y que deja la libertad de expresarse a partir de ideas y conceptos, y por otro lado que cualquier metodología necesariamente implica una serie de pasos y actividades de carácter lógico y sobre todo que deben estar muy bien estructurados. Por tanto la resolución del problema de diseño bajo esta consideración, aún no está clara. Según Simon (1973), citado por Dorst (1997) propone que el diseño es un proceso de búsqueda de una solución en un cierto espacio del problema de diseño, viéndolo como un espacio metafórico en que las actividades y acciones tienen lugar, debiendo contener la información necesaria sobre el estado inicial del problema. Sin embargo se tiene poca información sobre el tema del problema de diseño.

Tanto para diseñadores e ingenieros es importante contar con métodos y herramientas adecuadas para resolver el problema de diseño desde una perspectiva inter y multidisciplinar. Este fenómeno ha sido estudiado durante mucho tiempo, sin embargo los resultados aplicados a nivel instrumental y metodológico ha dado pobres resultados o bien mal estructurados.

Por estos motivos la investigación centra los esfuerzos en apoyar y entregar nuevos conocimientos que aporten en dos dimensiones: una dimensión coadyuvante para el diseño y la ingeniería, y otra para la enseñanza y estudio del proceso de diseño.

En estos fundamentos se asienta el proceso de investigación, es decir a partir del análisis, identificación y comprensión del fenómeno del diseño y de los elementos que lo conforman. Por otra parte que sirvan a quienes participan en su realización, toma de decisiones y resolución del problema de diseño.

Con estas consideraciones, los aportes de esta investigación se constituyen como principal justificación para su realización la de entregar nuevo conocimiento y perspectivas:

En la disciplina del diseño

Respecto del proceso de diseño generar un aporte al cuerpo de conocimientos para la realización actual del proceso de diseño, tanto a nivel conceptual que permita entender la importancia de la fase de diseño conceptual y todas sus implicancias en el proceso, y a la caracterización del concepto de diseño desde diferentes perspectivas como el diseño y la ingeniería. Con esto se busca crear nuevos conocimientos aplicables en el quehacer de diseñadores e ingenieros y de todos quienes participan, sobre todo en el uso y aplicación de metodologías adecuadas para el diseño de productos.

En la enseñanza y educación del diseño

Un valor teórico como aporte principal a la definición específica del dominio del conocimiento a nivel formativo en áreas como el diseño y la ingeniería que permitan adecuadamente considerar la integración de los constructos de la investigación a niveles metodológicos a través de contenidos y criterios que permitan el desenvolvimiento eficiente con área afines y específicas evidenciando que las actividades y acciones que se realizan en el fenómeno del proceso de diseño son por lo general multidisciplinarias y coadyuvantes en todo momento, desde el inicio hasta el término del proceso para resolver el problema de diseño.

1.8 Estructura de la tesis

En primer lugar orientar una comprensión exhaustiva de los constructos centrales de la investigación: proceso de diseño, diseño conceptual y caracterización formal. Esta investigación se estructura en siete (7) capítulos que comprenden las etapas fundamentales y una parte final que contiene los anexos.

CAPITULO 1

Expone todos los aspectos introductorios y alcance de la investigación que permite comprender y entender el foco del estudio. Este capítulo incluye contenidos que permiten entender cómo y porque se define el problema, los objetivos (general y específicos), la delimitación y alcance de la investigación y la justificación a nivel disciplinar, de enseñanza y de estudio del fenómeno estudiado.

CAPITULO 2

Este capítulo contiene el estudio y análisis del cuerpo de conocimiento necesario para comprender y conocer en profundidad el problema de estudio en la investigación. En primer lugar se estudian los aspectos más relevantes asociados a los constructos de la investigación: proceso de diseño, diseño conceptual y caracterización del concepto, Esto se aborda a partir de una revisión de la literatura y del estado del arte, estudiando aquellos aspectos más relevantes que coadyuvan en el proceso de diseño, así como también de la fase de diseño conceptual. Se estudian las actividades y acciones lógicas y conceptuales que se ejecutan en el proceso de diseño, como se estructura el problema de diseño en torno a las actividades identificadas y su participación. Por otra parte se estudia la ejecución y realización del proceso de diseño desde la perspectiva del diseño y la ingeniería, comparando e identificando las concordancias y discrepancias que existen en ambas disciplinas. Se establece un marco teórico/conceptual en torno al proceso de diseño considerando aquellos elementos fundamentales para resolverlo, los pasos que lo componen y cuáles son los factores visuales relevantes que permiten describir y expresar los aspectos formales del producto.

CAPITULO 3

Este capítulo versa sobre el material y métodos empleados para la recolección de datos provenientes de las fuentes de información utilizadas en los estudios de la investigación del tipo exploratorio y descriptivo. Se describe la estructura en base a los constructos estudiados, los instrumentos y estados procedimentales para su ejecución. Los estudios exploratorios como fuentes principales tomados de la literatura estudiada y de un cuestionario estructurado para expertos y principiantes de diferentes países.

CAPITULO 4

En este capítulo se exponen los resultados de la investigación en un orden de desarrollo a partir de la descripción de los constructos apoyado por los

resultados exploratorios de índole cualitativa que se obtienen de la literatura estudiada y del estado del arte, a la vez se presentan los resultados obtenidos de carácter cuantitativo obtenidos de la recolección de datos del cuestionario a expertos y principiantes en base a los constructos estudiados.

CAPITULO 5

Se expone el análisis y la discusión de los resultados y hallazgos realizados en la investigación centrados en la revisión de la literatura y en los resultados obtenidos del cuestionario a expertos y principiantes. También al contraste de las hipótesis de la investigación con los resultados obtenidos.

CAPITULO 6

En este capítulo se comentan las conclusiones del estudio, así como también las futuras líneas de investigación, limitaciones y aportes de la investigación.

CAPITULO 7

Se presentan las publicaciones elaboradas en base al cuerpo central de la investigación relacionada con los constructos del estudio con el objeto de contrastar con la comunidad académica los resultados obtenidos. Se desarrollan tres (3) publicaciones centrando principalmente el foco en cada uno de los constructos de la investigación correlacionándolos como parte integral del fenómeno del problema de diseño y que han tenido como objeto la validación de las hipótesis del estudio y de los contenidos del cuerpo de conocimiento que integran el documento de la tesis.

CAPITULO 8

Referencias bibliográficas, sitios web visitados.

CAPITULO 9

Los anexos los cuales incluyen los elementos gráficos, cuestionario, estructura metodológica del estudio y documentos que validan las instancias tanto de las publicaciones como de la dimensión administrativa y formal de la tesis.

Capítulo 2

Estado del arte

2. Estado del arte

Este capítulo se refiere a la información que sustenta la investigación enfocado en el estudio de los constructos: proceso de diseño, diseño conceptual y caracterización formal. El propósito principal es comprender el fenómeno del problema de diseño, sus alcances, cómo se aborda y los procedimientos que se ejecutan por quienes participan cada vez que se activa la realización del proceso de diseño.

El estudio de este fenómeno se centra en la correlación existente entre los conceptos involucrados, actividades, acciones conceptuales, y pasos que integran el proceso de diseño entre otros, y de todos los elementos contextuales y teóricos que se estructuran en torno al problema de diseño.

Las fuentes de información lo constituye el estudio general del estado del fenómeno con el análisis de la literatura basado en autores afines al área de la indagación. Otra de las fuentes principales es el análisis que se realiza de publicaciones actualizadas vinculadas a la investigación en diseño de carácter exploratoria y descriptiva.

2.1 El Proceso de Diseño

El objetivo del proceso de diseño es la realización de un artefacto con una forma determinada. Es un proceso dinámico y operativo, donde cada una de las partes involucradas para su ejecución está coherentemente estructurada entre sí dar cumplimiento a las expectativas y necesidades que surgen del encargo de diseño y a la solución final. El proceso de diseño es un sistema general en sí mismo y se encuentra integrado por subsistemas dependientes coherentemente formalizados y sistematizados. El proceso de diseño involucra otros procesos internos tales como el proceso proyectual, es decir la acción de proponer y visualizar a partir del uso de algún método alternativas que describan y representen las ideas iniciales del problema, o el proceso de diseño conceptual donde el proceso creativo adquiere importancia apoyando las actividades y acciones conceptuales y mentales de quien diseña.

Dentro de los subsistemas del proceso de diseño también se encuentran los subsistemas fundamentales que ordenan las actividades y acciones que se ejecutan tales como el proceso de análisis (estado inicial del proceso de diseño), el proceso de síntesis, de evaluación, entre otros. Para Dussel (1984) durante la implementación del proceso de diseño desde las etapas iniciales,

los diferentes procesos mencionados se entrelazan con otros procesos por lo que se deben prever coherentemente los puntos de contacto para una eficiente realización.

En la Figura 2 la formalización del proceso de diseño se observa que es de carácter metódico y orgánico y está constituido por un conjunto de reglas y normas como lo señala Dussel (1984). Estas deben ser tenidas presentes en las acciones cotidianas del diseñador. También señala que el proceso de diseño está estructurado por un conjunto de métodos los cuales permiten en todo momento asegurar un correcto y efectivo resultado.

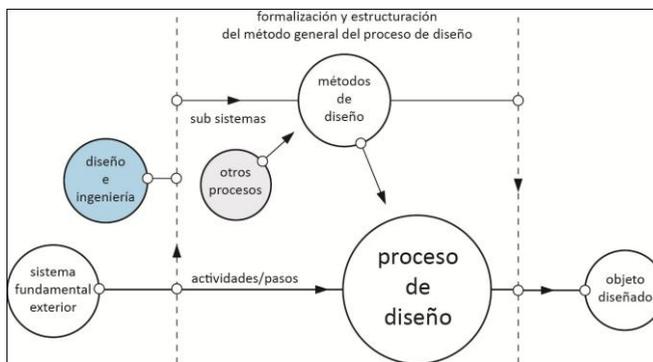


Figura 2: Esquema de la estructura del proceso de diseño. Adaptado de Dussel (1984)

El proceso de diseño, su estructuración y estados procedimentales han sido abordados desde diferentes perspectivas teniendo en cuenta por lo general las distintas visiones de quienes participan en su ejecución y del dominio del conocimiento específico y de la experiencia para la realización del problema de diseño. De hecho la relación intrínseca que existe con la disciplina, la formación profesional y la experiencia son factores a tomar en cuenta al momento de desarrollar el proceso de diseño.

Al estudiar el fenómeno se observa una gran oferta de modelos que intentan dar a conocer y comprender metodologías para diseñar con diferentes enfoques que ofrecen más de una manera de abordar el problema de diseño. Estos modelos fundamentalmente se orientan al ordenamiento de pasos, procedimientos y sistematización de actividades que se ejecutan tradicionalmente para resolver el problema de diseño.

No es posible explicar totalmente cómo evoluciona el objeto de diseño desde una idea hasta el producto, así como tampoco es posible explicar en forma

precisa como el diseñador transforma un problema indefinido en una descripción precisa, comentado por Rodríguez & Donatelli (1993), no así desde el punto de vista de la ingeniería que lo tiene más claro ya que responde de manera lógica y concreta. De hecho ha sido difícil explicar el proceso de diseño y todos los intentos han sido hasta ahora poco claros.

Actualmente los modelos utilizados en el proceso de diseño abordan el análisis de sus fases desde perspectivas muy diferenciadas. Se observa falta de integración y sinergia en las acciones que definen y ordenan los procedimientos de diseño y que a su vez describen su ejecución. Al analizar gran parte de los modelos existentes suelen aparecer factores diferenciadores muy marcados como consecuencia del análisis pormenorizado de las fases y etapas que los componen, así como en lo que se refiere a la sistematización del proceso, encontrando diferencias en la manera de representar la solución final del diseño. Se observa que no abundan los modelos capaces de realizar una descripción clara del proceso de diseño, de las acciones y de los procedimientos que se utilizan para su definición en la fase conceptual, desde la ingeniería como de la perspectiva del diseño como lo señalan Howard, Culley & Deconinck (2008). La gran cantidad de exigencias que enmarcan al proceso de diseño hace que se plantee como una actividad multidisciplinaria desde su inicio, la cual debe estar delimitada a partir del planteamiento de los objetivos, especificaciones y requerimientos técnicos, sin dejar de lado las consideraciones y connotaciones subjetivas, humanizadas y todos los aspectos relacionados con las personas.

Si observamos las fases más descritas del proceso de diseño, podremos evidenciar que son aquellas relacionadas con las acciones propias de la ingeniería y las menos descritas aquellas de índole más creativa. Los procesos mentales y creativos provocan una incertidumbre patente que genera indefinición, no encontrando una formalización de procedimientos claros que nos lleven a una correcta implementación y resolución del proceso de diseño.

2.1.1 Modelos para el diseño

Para Marrero & Martínez (2008), no hay una opinión unánime ni exacta sobre lo que ocurre durante la acción de diseñar, ni tampoco existe concepto preciso para la palabra diseño como lo expresa Alcaide & Artacho (2001). No solo se limita a la representación externa, a la estética o a la apariencia formal o semántica, o solo a los aspectos morfológicos de un producto Briede (2005), tales como la textura, el color o su apariencia, pero no al artefacto en

su conjunto. El término “*design*” en lengua anglosajona, se asocia a las actividades que se realizan para el desarrollo de una idea de producto, dando énfasis a la realización del proyecto de diseño en su conjunto. De hecho el sentido del término diseño adquiere importancia al momento de dar inicio a las acciones conceptuales que se ejecutan en el proceso de diseño. Por otra parte en el campo de actuación del diseño se observa que los modelos de pensamiento funcional, como la gran mayoría de los modelos del proceso de diseño, se centran en la temporalidad del proceso, es decir responden rápidamente a los requerimientos y especificaciones propiciadas por los aspectos funcionales. Estos modelos son de realización secuencial como lo muestra la Figura 3, dando énfasis a la definición de las especificaciones del diseño (EDP), así como también a la realización inicial de las tareas de índole más duras y concretas en concordancia con el propósito del diseño.

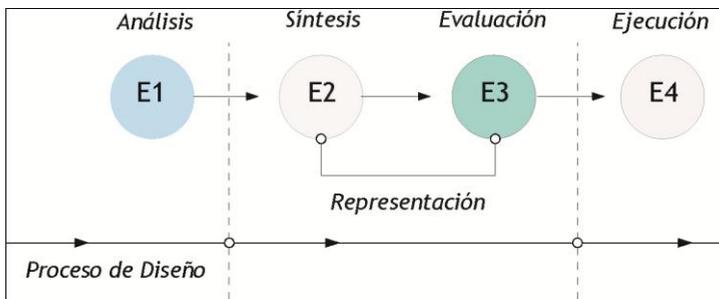


Figura 3: Diagrama del proceso de diseño secuencial. Adaptado de Oxman (1999).

La mayoría de estos modelos enfatizan la rápida generación del diseño, Cross (2002), centrándose en la solución al problema y posteriormente al análisis de la solución. Se enfocan principalmente en la reducción de etapas y en la obtención de resultados rápidos y efectivos en la dimensión funcional. Este tipo de modelos llamados descriptivos se identifican con las fases del proceso de diseño tradicionalmente aceptadas como lo muestra la Figura 4, interviniendo a través del diseñador de manera simple y secuencial, como lo haría el método científico de prueba y error. Este tipo de modelos como lo señalan Dym & Little (2006) en que proponen integrar inicialmente las especificaciones y atributos, además de interpretar las necesidades del usuario, dándole continuidad con la realización de la fase de diseño conceptual. Estos modelos por lo general no dan solución a los sub-problemas del diseño, sobre todo donde justamente adquieren importancia los aspectos de representación formal del producto. De hecho aquellos factores que más dificultan la integración de las acciones conceptuales realizadas por el diseño

y la ingeniería, son aquellas en las que predomina la abstracción, el manejo de las ideas y las representaciones mentales, considerándola como la parte más abierta y borrosa del proceso de diseño conceptual.

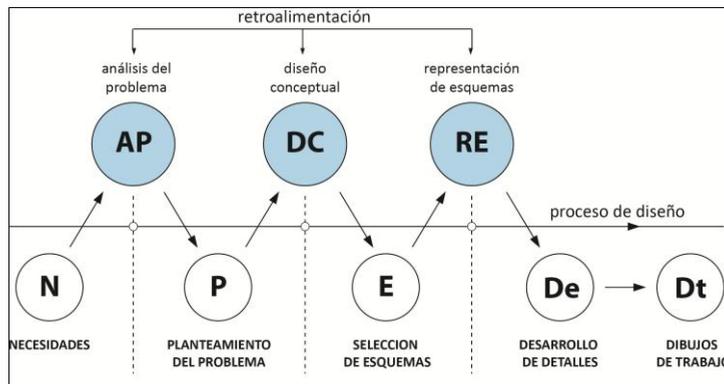


Figura 4: Modelo descriptivo del proceso de diseño. Adaptado de French (1999).

Existen también modelos centrados en el diseño de conjunto, estos dan pautas de cómo desarrollar las fases de implementación, y son denominados modelos prescriptivos, incorporan en las fases y acciones del proceso de diseño los procedimientos, tareas, y actividades necesarias para un buen análisis, desarrollo y ejecución del mismo. También existen modelos que denominaremos como “*orientados a la creatividad*”, los cuales permiten considerar de manera simple e intuitiva los procedimientos en las acciones conceptuales inherentes del diseñador al momento de diseñar.

El diseño se plantea como una actividad sistemática que permite identificar las necesidades del cliente y el mercado, controlando los procesos que consigue desarrollar el producto Pugh (1991). En esta tipología podemos encontrar los modelos denominados axiomáticos como el de Suh (1995), cuya orientación sistemática demuestra que responde a bases científicas para la consecución del diseño, sintetizando todas las actividades del proceso y los requisitos funcionales en los denominados “*dominios técnico-funcionales*”, dejando al “*dominio físico*” todas aquellas tareas y acciones que complementen la solución desde la ingeniería. Su base fundamentalmente teórica deja claro que el propósito es vincular la forma con la función. La revisión de la literatura muestra la existencia de un gran número de modelos metodológicos para el proceso de diseño, como lo muestra la Tabla 1, en la

cual se han identificado aquellos más representativos. En general el modelo representa el proceso que desarrolla quien diseña apoyado fundamentalmente en los métodos que se utilizarán para ordenar principalmente la información de entrada al proceso, así como también la que se genera durante el proceso.

También encontramos listados de modelos del proceso de diseño estudiados por diferentes autores como Chaur (2004); Howard (2008), por mencionar algunos, que nos permite visualizar la enorme oferta de modelos que existen.

Esto ha ayudado, a través del tiempo, a realizar una clasificación de modelos del proceso de diseño, utilizando criterios tales como el dominio del conocimiento, número de pasos que se ejecutan, concordancias de actividades, propósitos y objetivos del diseño, tipo de diseño como por ejemplo diseño mecánico, diseño computacional, de productos entre otros.

<i>Modelos</i>	<i>Descripción de etapas / pasos</i>		
Asimow (1962)	Necesidades Factibilidad	Diseño preliminar Diseño de detalles	Producción
Hubka y Eder (1982)	Diseño conceptual Orden del diseño	Diseño de detalles	
French (1985)	Necesidades Análisis del problema	Diseño conceptual Esquemas del diseño	Diseño de detalles
Gómez-Senent (1989)	Información Necesidades	Estudio preliminar Diseño básico	Diseño detallado Desarrollo
Pugh (1990)	Mercado Especialización	Concepto de diseño Diseño de detalles	Fabricación Comercialización
Gero (1990)	Formulación Síntesis	Análisis Evaluación	Reformulación Descripción del diseño
Suh (1990)	Atributos del usuario Requerimientos funcionales	Parámetros del diseño Variables del proceso	
Cross (1994)	Exploración Generación	Evaluación Comunicación	
Ulrich (1995)	Planeación del producto Desarrollo del concepto	Diseño del sistema Diseño de detalles	Pruebas Producción
Pahl & Beitz (1996)	Tarea Clarificación de la tarea	Diseño conceptual Materialización del diseño	Diseño de detalles
Hernandis (2003)	Diseño estratégico Diseño conceptual	Diseño de detalles Simulación	Validación
Dym (2006)	Definición Necesidades Diseño conceptual	Diseño preliminar Diseño detallado	Comunicación Fabricación

Tabla 1: Modelos representativos del proceso de diseño.

Se identifican una serie de actividades y pasos recurrentes en los modelos revisados que sugieren un gran número de concordancias entre las diferentes perspectivas planteadas, principalmente en los dominios del diseño y la ingeniería.

2.1.2 Los modelos de influencia técnico-funcional

El proceso de diseño comienza con un propósito y concluye con la obtención del resultado de ese propósito. Para ello se ha especificado y documentado toda la información necesaria para la fabricación del producto Asimow (1962), citado por Mulet (2003). Para Dym & Agogino (2005), el diseño en la ingeniería es un proceso sistemático, inteligente en el cual los diseñadores generan, evalúan, y especifican los conceptos para los dispositivos, los sistemas, o los procesos, cuya forma y función alcanzan los objetivos de los clientes o las necesidades de usuarios mientras satisfaga al sistema especificado. Para Ulrich & Eppinger (2004), la eficiente identificación de las necesidades del cliente está estrechamente asociada con el establecimiento de las especificaciones, la selección y generación del concepto.

En lo señalado por Otto & Wood (2001) el modelado funcional del proceso da paso a la transformación de las necesidades en especificaciones para el diseño. Las acciones iniciales permiten la descripción precisa de los objetivos del producto en la fase preliminar de análisis. Ulrich (2004) las llama *“especificaciones objetivo”*, constituyéndose en una de las directrices que definen el propósito del diseño: *“Las especificaciones definidas en la fase inicial del proceso establecen el propósito del producto”*. Las funciones se interpretan como el sustento del concepto de diseño permitiendo el flujo de información y la generación de la base funcional en la estructura del producto. En definitiva implica que el dispositivo o artefacto haga lo que debe hacer atendiendo a la finalidad para la que se ha concebido. La función de un producto señalado por Otto & Wood (2001) es la relación reproductiva entre la entrada disponible y la salida deseada de un producto (la solución), *“independiente de la forma particular final que se le otorgue”*.

Para Pahl & Beitz (1991), al determinar el problema de diseño se deben establecer los modelados funcionales, el problema se divide en sub-problemas, facilitando el entendimiento y los procedimientos que se realizarán durante todo el proceso. Entonces debe ocurrir lo mismo con las funciones, se subdividen en funciones secundarias lo que facilitaría la búsqueda de la solución haciendo menos complicada su resolución. Por lo

general los modelos consideran de manera diferente el análisis inicial para la identificación y establecimiento de las funciones. En el modelo de Pugh (1991), las funciones están en la fase de especificaciones y formulación, en el modelo de Ullman (1997) se encuentran en la fase de desarrollo de las especificaciones del diseño. Para Cross (2003) las funciones se sitúan en la fase de exploración y generación. En el modelo de evolución funcional, como lo muestra Gero (2000), tal y como se observa la Figura 5, la función, el comportamiento y la estructura se consideran sub-espacios o abstracciones del proceso cuyos objetivos se transformarían en una descripción del diseño. La función describe la finalidad del diseño, el comportamiento describe el funcionamiento y la estructura describe la solución Mulet (2003), la función describe la finalidad del diseño, el comportamiento describe el funcionamiento y la estructura describe la solución.

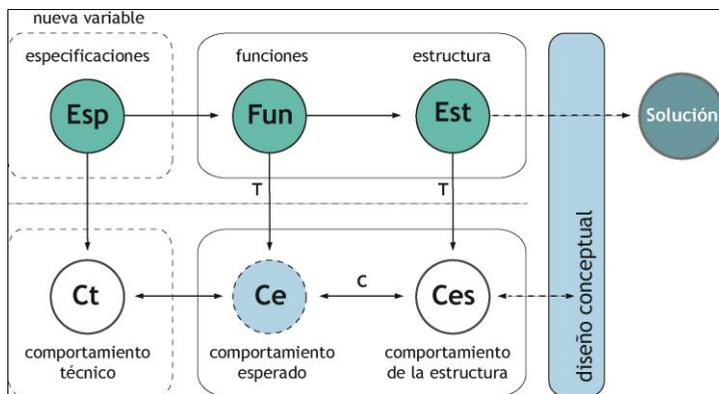


Figura 5: Modelo de evolución funcional. Adaptado de Gero (2000).

Se observa que no hay grandes diferencias en la manera de abordar las tareas en el proceso a partir de las funciones y especificaciones en este tipo de modelos en particular. Las especificaciones dicen lo que se debe hacer y en qué momento de la etapa del proceso se debe trabajar. Los sub-problemas y los procedimientos aparecen en el proceso presentando las tareas para el logro.

Otro tipo de modelo es el sistémico Hernandis (2009), el cual responde de manera óptima a la definición de las limitaciones en las acciones y tareas necesarias para la resolución del diseño. La ventaja de esta metodología sistémica es su flexibilidad al momento de trabajar en el espacio de diseño ya

que contempla al mismo tiempo todos los sub-sistemas que se correlacionan con el procedimiento que se ejecuta durante las actividades del proceso.

El modelo sistémico, como se observa en la Figura 6, integra las acciones en las dimensiones fundamentales del diseño: forma, función y ergonomía. Realiza de manera global el desarrollo del producto, y engloba tanto a la fase de diseño conceptual como a la de detalle. El modelo estimula el pensamiento creativo en tres fases: pensamiento convencional, división simultánea e integración, permitiendo visualizar, en todo momento, los aspectos del espacio del diseño e interactuar rápidamente en el tratamiento y ordenamiento de la información según lo requieran los distintos sub-sistemas propuestos por el modelo.

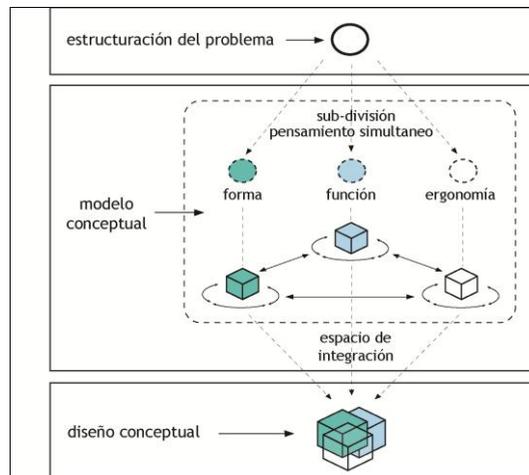


Figura 6: Modelo sistémico del proceso de diseño. Adaptado de Hernandis (2003).

Distinta es la propuesta de Ulrich & Eppinger (2004), en la cual el proceso de diseño genera una gran cantidad de información y debe ser sistematizada de manera lógica y racional. Este enfoque secuencial como lo muestra la Tabla 2 permite determinar la información necesaria de entrada y salida de datos en el proceso.

	<i>Etapa/Paso</i>	<i>Imput</i>	<i>Output</i>
<i>F1</i>	planificación	Datos del mercado Reportes de la empresa	Informes, documentación, planificación, comunicación
<i>F2</i>	desarrollo del concepto	Competencia, mercado Diseño de esquemas	Técnicas, bocetos, reuniones de equipo, comunicación
<i>F3</i>	diseño a nivel de sistema	Patentes Diseño preliminar, esquemas	Técnicas, bocetos, reuniones de equipo, comunicación
<i>F4</i>	detalles de diseño	Catálogos, planos de fabricación Diagramas de componentes	Dibujo de detalles, cálculos, modelos 3D y matemáticos
<i>F5</i>	prueba y refinamiento	Estandarización Base de datos	Datos experimentales, materiales, ensamblajes, especificaciones, fabricación
<i>F6</i>	producción	Consumidor, datos de venta Retroalimentación	Presentaciones de venta, fotos instrucciones, presentaciones gráficas

Tabla 2: Actividades de diseño: modelo secuencial. Adaptado de Wodehouse (2010).

Asociar las funciones con especificaciones permite determinar los objetivos del proceso: “generar las directrices, las acciones y tareas para el desarrollo del concepto de diseño”. Las funciones son factores clave para dar la partida a la fase de diseño conceptual, y deben estar en concordancia con la definición previa de los requisitos y las necesidades, tanto del usuario como en la planificación del proyecto.

2.1.3 Las actividades y acciones del diseño

Para León Duarte (2005), el proceso de diseño incluye todas las actividades que se realizan para llegar a un conjunto de especificaciones que satisfacen una necesidad. Es así que las actividades del diseño están estrechamente vinculadas con la generación del concepto y con la solución de diseño, como lo señala Sim & Duffy (2003). Estas actividades consideran tareas y acciones del proceso de diseño que se realizan a partir de los datos de entrada y de los requerimientos del encargo. Este tipo de acciones racionales permiten definir inicialmente objetivos, especificaciones y definir muy bien las necesidades, por lo que las dimensiones de entrada al proceso finalmente son las que modelan el concepto y dan forma al diseño. De hecho son las que preliminarmente describen los posibles escenarios donde el problema de diseño se verá traducido en una solución representada por la forma física del producto.

Por lo general, estas actividades son de índole racional (Sim & Duffy, 2003) y confieren al proceso de diseño poder contar con un esquema estructurado considerando las estrategias y métodos seleccionados por quien diseña. La estructura por lo general es secuencial y preliminarmente genérica en un primer momento, es decir es el punto de inicio del proceso de diseño, independiente del dominio de quien diseña para luego adoptar rutas más específicas dependiendo de la experiencia y dominio del conocimiento del problema de diseño que tenga el diseñador o ingeniero y cuyo propósito principal es dar cumplimiento a las especificaciones y objetivos de entrada al proceso. Todas estas acciones verdaderamente siempre están insertas en acciones conceptuales en todo momento hasta que se traduzca finalmente en una expresión formal deseada.

Según Dorst (2007,) las actividades del diseño pueden verse como un conjunto de necesidades, requisitos e intenciones las cuales son inalterables en el problema de diseño. La recopilación de información, vista como una actividad inicial, es esencial durante el arranque del proceso de diseño. En cuanto a los requisitos iniciales, estos se utilizan para definir el espacio del problema de diseño para describir la solución deseada. Como podemos apreciar en todo momento las actividades y acciones conceptuales que se llevan a cabo intentan por una parte resolver el problema de diseño y por otra parte dar con la solución de diseño, por tanto podemos decir que el propósito principal de las actividades de diseño es generar propuestas descritas formalmente en una única solución y dar cumplimiento a las especificaciones como a los objetivos del encargo. La actividad de diseño, definido por Reymen I.M. y otros autores (2006) es un estado transitivo, es decir que es capaz de provocar la transformación del objetivo y un cambio de estado del concepto hacia una forma física, caracterizando el concepto en el nivel conceptual del proceso.

Reunir datos e información fundamenta la estructura del problema en el proceso. El comportamiento enfocado en el problema de diseño y la solución de diseño es un comportamiento aprendido, como lo indica Restrepo & Christiaans (2004) el cual se traduce en estados procedimentales y protocolos que representan las trayectorias que guían el proceso en todo momento. Para Visser (2009), el carácter rutinario o adaptable de las actividades y acciones dependerá de las representaciones mentales y experiencia previa que la gente construya de ella, puesto que todo proceso comprende tanto acciones repetidas como nuevas tareas.

2.1.4 La experiencia y dominio del conocimiento en el control de las actividades del diseño

La exploración de los distintos niveles del conocimiento y dominio para la resolución de problemas en escenarios genéricos o específicos de diseño se plantean por lo general como una serie de reglas y procedimientos de rutina. Como lo señala Cross (2001), la experiencia y la repetición de soluciones anteriores y familiares, que en un momento dieron buenos resultados pueden ser aplicadas nuevamente por quien diseña para resolver nuevos problemas de índole similar, abordando las mismas estrategias utilizadas.

En general los niveles de conocimiento que aparecen en la literatura estudiada reconocen la existencia de rangos y clasificaciones como lo muestra la Tabla 3, no siempre bien definidos y algunas veces incompletos. Por lo general difieren en la mirada de las situaciones del problema de diseño y de sus pasos para resolverlo, ya que podría ser un experto en ciertos aspectos en la ejecución de una actividad de diseño, y en otras podría ser novato o principiante, como lo señala Dorst (2007). En cuanto a los procedimientos que se realizan en el proceso creativo o científico se advierte que el dominio creativo, desde la perspectiva del diseñador, por lo general es vago y mal estructurado según Bjorklund (2013), no así desde el punto de vista de la ingeniería, donde el método científico permite estructurar eficientemente el problema de diseño y definirlos de buena manera. El comportamiento tanto de expertos como de principiantes en relación al nivel de conocimiento, se refiere a como es procesada la información para resolver y representar el problema de diseño. Popovic (2004) señala que existe considerable evidencia acerca de las diferencias entre expertos y novatos para representar el conocimiento, es decir como es procesado y como es utilizado finalmente.

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Dreyfus H. (2003)	Novato	Principiante Avanzado	Competente Solucionador	Competente	Experto Real
Popovic V. (2004)	Principiante o Novel	X	Intermedio	X	Experto
Bouchard C. (2006)	Novicio	X	Experto Intermedio	X	Senior
Liem A. (2009)	Principiante	X	Intermedio	Senior	Experto
Bjorklund T. (2013)	Novato	X	X	X	Experto

Tabla 3: Nivel de experiencia para la resolución del problema de diseño.

En este sentido el comportamiento de niveles de expertos y principiantes para la resolución del problema de diseño evidencian diferencias en rendimiento, profundidad en el análisis y estructuración del problema. Por una parte experto, es decir, un rendimiento superior en las tareas de representación en la esfera del conocimiento (Ericsson & Lehmann (1996), Ericsson & Smith (1991), citado por Bjorklund (2013), en general con problemas y actividades bien definidas estratégicamente para el análisis y la síntesis del problema. Por lo mismo, quienes participan en la ejecución del proceso para resolver el problema de diseño actúan determinados por el nivel de experiencia y dominio del conocimiento que tengan. De hecho esta investigación está impulsada por estos factores observados en la literatura estudiada.

El “*nivel de experiencia*”, es decir cómo se percibe la situación para la resolución y estructuración del problema de diseño, Popovic (2004) señala que el experto es “*la posesión de un vasto conjunto de conocimientos, procedimientos y habilidades*”. Se evidencia que la participación de niveles superiores tanto de conocimiento y experiencia, es decir los expertos, tienen un manejo de la información mucho más selectiva y de índole más significativa sobre todo en el conocimiento específico tal y como lo señala Bjorklund (2013), además existe una notoria diferencia en la etapa de las representaciones mentales, sobre todo asociado a la calidad de las soluciones del problema y en la profundidad de la estructura basada en el procesamiento de la información y datos con los que se cuentan. Para Visser (200), los expertos son capaces de reconocer los principios subyacentes del problema rápidamente y centrarse en ello y no en características superficiales como lo haría un principiante. En cambio en los niveles de menor experiencia, es decir principiantes o novatos por lo general basan su actuación en acciones procedimentales de bajo nivel, menor a la de los expertos, sobre todo al momento de generar alternativas de solución y en la calidad de las representaciones mentales, puesto que por lo general se centran en características superficiales, de menor alcance y con menor detalle, así como en la estructuración del problema de diseño.

En cuanto al “*dominio del conocimiento*”, es el nivel de experiencia basado en el manejo de la información, y de cómo es relacionada e interconectada en diferentes eventos experienciales. El dominio del conocimiento del problema de diseño significa un rendimiento superior donde los expertos son capaces de recordar de mejor manera lo significativo y relevante de la información que controlan (Bjorklund, 2013), además del manejo de analogías aplicadas a problemas que son familiares, como lo comentan Ball, Ormerod & Morley (2004), los cuales pueden ser repetidos exitosamente. En cambio los principiantes o novatos simplemente no cuentan con mucha información previa acumulada por lo que la construcción de esquemas o rutinas mentales

no son capaces de dar resultados de calidad en tiempos y actividades similares como los expertos. Debido a esto la utilización de un mismo método en la estrategia del proceso podrá ser aplicado sencillamente, en el caso de los principiantes, o automáticamente en el caso de los expertos.

El comportamiento del experto se fundamenta en el procesamiento de la información que manejan y en el desenvolvimiento para la resolución de problemas desde el dominio del conocimiento y en el buen manejo para la realización de tareas específicas. También se visualiza en la rápida y eficiente organización sobre problema, por lo que su trabajo es mucho más coherente trabajando hacia el cumplimiento de objetivos. En cambio los principiantes con frecuencia no tienen la capacidad de identificar esquemas adecuados para tareas determinadas (Visser, 2009), debido a esto el nivel de la solución están basadas en esquemas disponibles muchas veces no específicos para resolver la tarea.

2.2 El diseño conceptual

Según Deng (2002), diseño conceptual es la fase más crítica en un proceso de diseño, también es un proceso altamente creativo como lo señala Benami & Jin (2002). Por su parte Horvarth (2000) indica que desde el punto de vista metodológico se considera la fase más temprana de realización en el proceso de diseño aportando con la generación de ideas en el diseño de un producto, desde la exploración de ciertos requisitos, funciones y especificaciones aportados en la definición y estructuración del problema de diseño. Se considera a su vez que el diseño conceptual se constituye como el nivel más abstracto en el espacio de las ideas y de los procesos mentales los cuales son considerados como factores cognitivos y de resultados impredecibles.

Según Taura & Nagai (2013), el diseño conceptual implica dos fases típicas de realización: un plan mental y la creación de formas, con lo cual considera al proceso de diseño conceptual como una actividad clave para el diseño de productos en las fases tempranas del proceso y sobre todo para la generación de conceptos. Las actividades que se realizan en esta etapa procuran contar con una gran cantidad de información y de datos los cuales permitan traducirlos en especificaciones, claridad de los aspectos funcionales y sobre todo en los principios de solución Jin, Li & Lu (2007), los que pudieran derivar del análisis de la información para la generación de conceptos, todo esto en apoyo a la ejecución de la fase de diseño conceptual.

Como lo señala Horvath (2000), el diseño conceptual depende de las capacidades cognitivas humanas tales como la ideación, de abstracción, o la creativa, entre otras.

El diseño conceptual es el menos comprendido en el proceso de diseño, por lo tanto es el campo menos formalizado y estructurado en la acción de diseñar. En este sentido también aparecen factores influyentes en su ejecución tales como el enfoque del problema de diseño y sobre todo quien diseña, esto último relacionado con el dominio del conocimiento y la experiencia alcanzada en el tiempo. En esta escasa formalización del proceso conceptual, trabajar en este tipo de espacio requiere efectivamente de procesos bien definidos: *“El lenguaje contextual y visual debe ser capaz de representar la solución de diseño expresada finalmente en una forma”*. La claridad semántica y lingüística en la terminología utilizada debe ser compartida por el diseño y la ingeniería, y deben ser expresadas y representadas a través de formas homólogas y comunes para definir la solución al diseño. El diseño conceptual se inicia con la sinergia entre las especificaciones y los objetivos que se circunscriben al producto señalado por Chaur (2004), a los requerimientos técnicos, restricciones y variables del diseño como se observa en la Figura 7, donde el modelo conceptual determinado por la ingeniería no tendrá forma física y podrá transformar las expectativas de las ideas en formas que las representen hasta que no suceda lo siguiente: a) el proceso de diseño esté finalizado y b) que la forma final del producto sea representada físicamente por el diseñador.

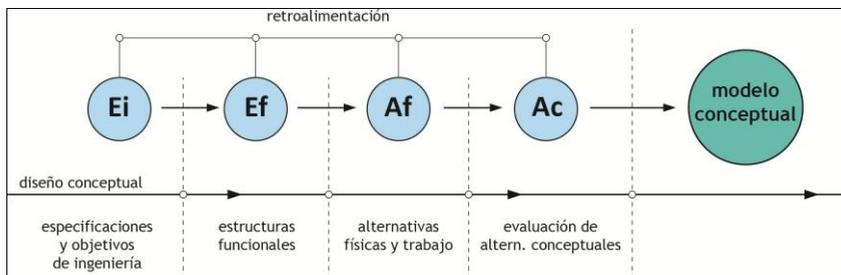


Figura 7: Modelado conceptual funcional. Adaptado de Chaur (2004).

Estas condiciones observadas en las acciones tradicionales del diseño conceptual proponen que las interconexiones que se produzcan entre estas dimensiones sean las encargadas de modelar el concepto de diseño.

2.2.1 Definición del concepto en el proceso de diseño conceptual

De todas las fases del proceso de diseño, la que corresponde a la fase de definición del concepto de diseño es la más crítica, ya que en esta etapa se determina la esencia de un producto, como lo señala Masur & Salustri (2007). Por otra parte todas las actividades posteriores que se ejecutan durante el proceso asumen que el concepto de diseño seleccionado permanecerá en todo momento y que está bien definido.

Si buscamos una definición del término concepto podemos encontrar variadas respuestas (caracterización del concepto, 2015). Por ejemplo que el concepto es una idea general y sobre todo abstracta, o es una representación mental, o alguna idea que sea expresada por un término en particular como “silla” o “mesa”, esto se definiría como una abstracción o muchas veces como una imagen mental donde interviene la experiencia y el conocimiento que se tenga al haber interactuado con ese término que se transforma en algo físico y lo representa.

Un concepto por tanto es una unidad cognitiva y con un significado que nace de una construcción mental y se entiende solo por el simple hecho de haber tenido alguna experiencia en la interacción con el entorno y las personas. Los conceptos no son estáticos, definitivos o absolutos (Hurtado D. 2006), de hecho son dinámicos, pueden cambiar y están por lo general en un estado de desarrollo. Si el concepto es la esencia de un producto u objeto, esto se refiere al significado que representa, por lo cual su objetivo es comunicar una idea a través de una forma, enlazando términos significantes con la idea inicial. En general existe una fuerte conexión el lenguaje tales como a) términos, b) palabras, c) adjetivos o c) verbalizaciones con el concepto expresado como una idea general con sentido y capacidad expresiva significativa, o con algún artefacto u objeto en particular que sea representado físicamente. Como lo señala Chiu & Salustri (2014) estas conexiones e identificaciones pueden ser breves como una sola palabra, combinaciones de adjetivos y sustantivos, o combinaciones verbales o metáforas y analogías que se identifican para describir conceptos. Hansen & Andreasen (2003), identifican tres explicaciones diferentes de conceptos y de sus orientaciones: a) los aspectos técnicos del concepto, es decir de la ingeniería, b) la orientación o aspectos del mercado asociado al diseño de productos y c) la integridad y el valor de ambos entendimientos durante la fase de diseño conceptual.

También podemos encontrar diferencias en el sentido de significado en los diferentes dominios, y según quien diseña, ingenieros o diseñadores, será lo que determine finalmente la solución final, para el diseñador concepto del

“diseño” (producto), para el ingeniero “*concepto de diseño*” (propósito o meta). Parece ser que definen lo mismo, pero la interpretación de las tareas y acciones del proceso dependiendo de quién las ejecuta son diferentes. Ir directamente desde la idea inicial hasta el producto, hace que los modelos utilizados determinen y representen la solución forzadamente. También debemos constatar que los procesos dependientes del azar no van ligados con lo racional y viceversa. Se dice que los aspectos funcionales, es decir el cumplimiento del propósito o meta del diseño (el artefacto), sustentan la generación y definición del concepto (Figura 8), ya que permiten el flujo de información necesaria para definir las funciones del diseño y que haga lo que debe hacer finalmente, como lo señalan Otto & Wood (2001) quienes la consideran como la relación reproductiva entre la entrada y la salida deseada del diseño, independiente de la forma final que tenga el artefacto.

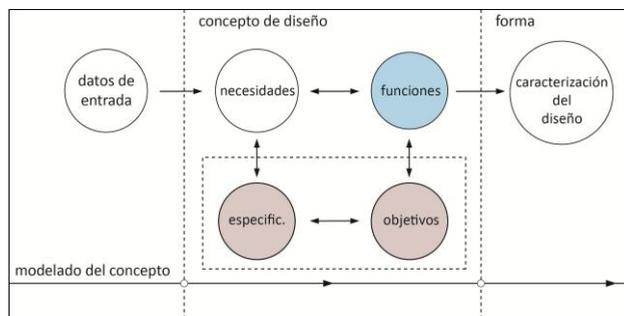


Figura 8: Modelado del concepto de diseño. Elaboración propia

La generación del concepto da inicio al modelado de la solución de diseño. Respecto a esto Taura & Nagai (2013), indican que en la fase de diseño conceptual los resultados del diseño, desde el punto de vista del diseñador suelen ser el resultado de la ideación mental, cuyos procedimientos para dar forma al producto se consideran como el resultado de aquella ideación que por lo general se consideran impredecibles. También sugiere que este tipo de procedimientos y consideraciones “*deben ser compartidos entre los múltiples dominios del diseño*”, como por ejemplo la ingeniería, el diseño de ingeniería, el diseño industrial, etc., y que es en ésta fase donde se generan las ideas y especificaciones que permiten generar el concepto de diseño. El término *concepto* se asocia por lo general a las actividades conceptuales y al manejo de las ideas., siendo un término abstracto que surge desde los procesos mentales, del pensamiento creativo del diseño o de la ingeniería. En definitiva es la búsqueda de representaciones físicas que permiten llevar una

idea a la realidad física que sea capaz de responder y representar, a la necesidad por una parte y a la solución dada del problema de diseño.

La definición del concepto comienza como una construcción mental basada en algún término, palabra, idea o metáfora como parte inicial del problema de diseño. Se entiende que nos encontramos en el espacio y en un estado conceptual de nivel abstracto en el cual se describe el propósito y las alternativas de soluciones para el diseño. Cuando se asocia a las actividades típicas del proceso de diseño, nos encontramos con distintos significados: desde la perspectiva del diseño el concepto representa valores visuales, sensoriales y perceptivos asociados a las personas y a los aspectos más humanizados donde adquieren un rol fundamental los atributos y las características que definen la apariencia del producto. En cambio, desde el punto de vista de la ingeniería el concepto se asocia a la función, al cumplimiento de los objetivos y al propósito, es decir que el artefacto haga lo que debe hacer. En este sentido los modelos del proceso de diseño tradicionalmente utilizados, por ambas disciplinas, muchas veces caracterizan la solución de diseño forzosamente. Se aprecia que los procedimientos protocolares y acciones que dependen de factores abstractos o azarosos en el diseño conceptual no van vinculados con lo racional y viceversa. De hecho en la dimensión del desarrollo de productos como lo señala Ulrich (2004), las especificaciones bien definidas y claras permiten generar un buen concepto de diseño. Sin embargo se debe considerar que en la fase de diseño conceptual (Mulet, 2003) los resultados esperados de la solución de diseño muchas veces son impredecibles.

La exploración del espacio conceptual del diseño es de naturaleza divergente, pudiendo generar un gran número de ideas pudiendo obtener mejores y nuevas alternativas para la solución de diseño. De hecho en la mayoría de los modelos utilizados para la realización de la fase de diseño conceptual se observa que el objetivo es dar cumplimiento al propósito del problema de diseño al amparo del dominio de la ingeniería, y al diseño denominado creativo se le da importancia solo cuando se activa o se hace necesario y en aquellas acciones que requieran determinar la apariencia del producto.

La respuesta de diseño se dice que es una descripción del producto final que se va a fabricar, permitiendo al dominio de la ingeniería sentar las bases para definir y resolver el problema de diseño. Pareciera ser que el diseño industrial y el diseñador no importa como trabajen (Cross, 2002), siempre y cuando produzcan la descripción final del producto, es decir los aspectos formales. De hecho pareciera ser que el único propósito del diseño es dar la forma física al producto (Ulrich, 2004), o preocuparse solamente de los aspectos estéticos, o de la interacción con las personas.

Optimizar la definición del concepto permitiría proponer nuevas y mejores ideas que aumenten las probabilidades de éxito de un producto, como lo señala Briede & Hernandis (2009), no con el objeto de generar nuevos propósitos para el diseño, ya que estos vienen definidos por las especificaciones, aspectos funcionales y objetivos, sino que representen e interpreten finalmente las necesidades y expectativas de las personas.

2.3 La creatividad en el proceso de diseño

La creatividad implica por lo general hacer algo que es nuevo, señalado por Hevner & Chatterjee (2010), e incorpora en la solución de diseño algo del dominio y la experiencia que está en la mente del ser creativo. La creatividad se manifiesta en la ingeniería, las artes y las ciencias; dependerá del enfoque y objetivo que se tenga, así como del área y espacio donde se despliegue para que el proceso creativo dé como resultado muchas alternativas para la solución de diseño. Como lo señala De Bono (2007), algunos consideran que la creatividad es tener talento, y que el pensamiento creativo tiene que ser raro, pero esto no tiene nada que ver con la naturaleza de la creatividad. Uno de los objetivos fundamentales del pensamiento creativo es *“poder descubrir nuevas y mejores maneras de hacer las cosas”*. Los modos de diseñar según De Bono son dos, el modo habitual, que plantea los requisitos y con ellos se puede generar el molde para luego tratar de encontrar algo que se amolde a ellos, lo que permite que la creatividad del diseñador sea dirigida a soluciones conocidas y el modo conceptual, que permite desarrollar conceptos creativos, y luego ver cómo se les *“da forma”* satisfaciendo los requerimientos de entrada. En este caso las especificaciones modelan el concepto, y si el pensamiento creativo se orienta al diseño aumenta las expectativas y la cantidad de posibles soluciones para dar respuesta a algo que no existe.

La creatividad parece ser de naturaleza subjetiva, ilógica y azarosa, pero no lo es. Cualquiera puede sumergirse en la creatividad libremente, pero las técnicas sistematizadas y organizadas mentalmente formalizan la creatividad. La creatividad es *“orden mental y de pensamiento”*, requiere dirección y sentido, si no se tiene un orden, un conocimiento y un comportamiento lógico y deliberado de la causa que lo origina (la motivación), difícilmente podrá generar pautas y patrones creativos que permitan al diseñador dar respuestas creíbles y confiables. Según Esteve de Quezada (2001), la creencia de que cuanto menos condicionantes y requisitos se tengan, se es más creativo, es errada, la creatividad debe abrir espacios de búsqueda, es decir, mientras

más condicionantes existan inicialmente (a partir del análisis del problema), mayor será la capacidad creativa para proponer alternativas y dar solución al diseño. En cambio para los sistemas observados desde la ingeniería la creatividad es considerada de “naturaleza resolutoria técnica”, la funcionalidad de los conceptos debe ser bosquejada como respuesta a las especificaciones que representan el problema y el propósito del diseño, “determinación del problema de diseño”. Por lo general esta fase se representa mediante esquemas, dispositivos o sistemas de configuraciones funcionales y técnicas. La creatividad según Casakin (2007) es un aspecto de fascinación y estimulación del ser humano y de su pensamiento, y tiene la capacidad de reestructurar viejas ideas y aplicarlas a una nueva.

El pensamiento creativo alberga en sí mismo los procesos cognitivos relacionados con las soluciones. Se asocia a la exploración y percepción que inicialmente describe el análisis del problema y de la idea que se tenga para que pueda ser representada a través de una imagen preliminar en la mente. Con esto se instalan las condiciones y estructuras morfológicas del objeto para caracterizarlo físicamente en el espacio de interacción objeto-usuario (espacio del diseño). Estas relaciones y asociaciones mentales pueden ser convencionales o no convencionales, y dependiendo del ámbito y contexto del problema será resuelta su expresión formal. Por otra parte, de los espacios conceptuales emergen abstracciones, imágenes y objetos permanentemente, lo que permite al diseñador introducirse en la fase de diseño generativo gracias a la experiencia y entrenamiento previo que éste haya tenido. La solución generada se da en la acción creativa como se observa en la Figura 9.

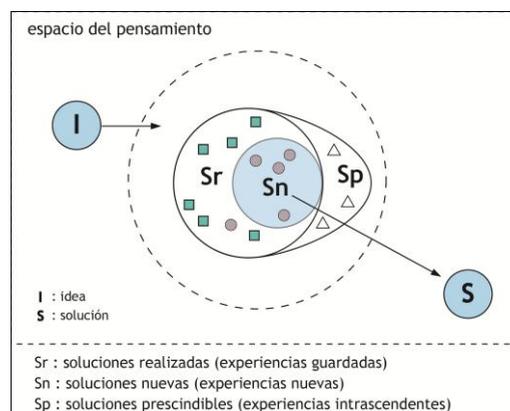


Figura 9: Pensamiento y acción creativa. Adaptado de Eckert (2000).

Por su parte Gómez-Senent (1998), señala que las soluciones conceptuales que se adopten como definitivas deben haber pasado por un proceso mental estructurado desde las operaciones que se realizan: dirección, evaluación y decisión para proponer la solución que permitirá el mejor resultado y camino posible, pudiendo encontrarse en cada uno de los pasos, las secuencias y acciones del proceso creativo, independientemente del modelo utilizado.

La naturaleza repetitiva de los modelos creativos permite complementar o redefinir un concepto de diseño y su solución, mejorando los resultados en el transcurso del proceso. El pensamiento creativo aporta las pautas para un “*comportamiento creativo*” en el diseño. Si el creador compromete sus sentidos y toda su actividad en el proceso que lleva adelante, lo más probable es que sus acciones y resultados sean adecuados. Si no es así, reflejará en su proceso creativo la no utilización de factores cognoscitivos para la resolución de un modelo conceptual. Por lo tanto podemos decir que la creatividad es un proceso mental en el espacio del pensamiento (pensamiento creativo) y que al mismo tiempo se observa en el objeto representado en la forma de la solución final (representación de la forma).

2.3.1 El proceso creativo en el espacio del diseño

Desde la perspectiva de la aplicación en el proceso de diseño conceptual y de las acciones comúnmente utilizadas, De Bono (2007), señala que el proceso creativo normal es como un camino principal continuo, la creatividad es encontrar, o que aparezcan, caminos laterales (input y output) que permitan extender las posibilidades de crear. Por su parte Briede & Hernandis (2009), comentan que “*cada proceso innovador es acompañado por un proceso creativo*” y que las soluciones se pueden encontrar en cualquier momento del proceso. El pensamiento cíclico, como se observa en la Figura 10, responde a esta premisa, y los resultados obtenidos demuestran que un modelo sistémico logra integrar mejor el objetivo de diseño planteado desde el inicio del proceso, permitiendo iterar dinámicamente en la búsqueda de la mejor respuesta de diseño, y retroalimentar las alternativas propuestas por el diseñador.

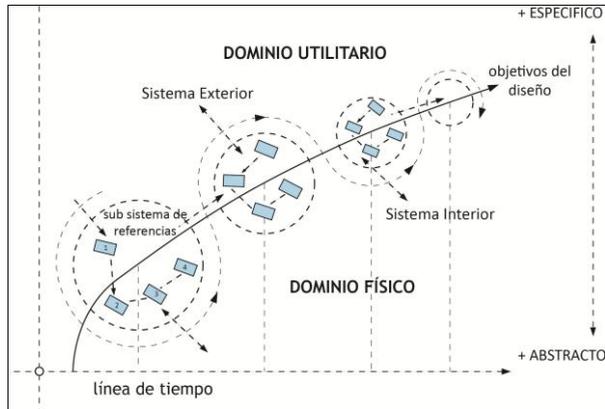


Figura 10: Modelo del Pensamiento Cíclico. Adaptado de Briede & Hernandis (2009).

Las acciones proyectuales y exploratorias convergen y divergen a lo largo de la trayectoria del proceso. La iteración permanente de los resultados que se van obteniendo, y la división de problemas en sub-problemas y en otras acciones determina las características más significativas del proceso creativo. Para el pensamiento creativo, según Mancini (2000) existen dos tareas explícitas: la determinación del problema y la solución del problema: “*Problem Setting and Problem Solving*”. Ambas están relacionados con actividades mentales: la racionalidad y el conocimiento. El espacio de búsqueda mental por lo general se asocia a las soluciones esquemáticas del proceso proyectual, y deja de lado en la resolución del problema los aspectos y cualidades formales que atañen a las personas. El vínculo entre el pensamiento creativo y el pensamiento lógico, a partir de un hecho teórico científico, frente a un hecho interpretativo emocional, intenta establecer el dialogo entre lo racional y lo irracional haciendo patente que: “*Todo proceso proyectual pasa por una actividad mental y creativa*”. El reto consiste por tanto en dar forma y sentido a las expresiones físicas, cualidades y características de cada nuevo objeto proyectado, considerando que éste, a su vez, dependerá de factores tales como: materiales, nuevos procesos de fabricación y nuevas tecnologías entre otros a considerar.

La innovación generada debe integrar las variaciones en el “sistema producto” como resultado del proceso realizado, lo que se traduce en nuevas formas y aspectos físicos que se integren con las estructuras funcionales y técnicas en la solución de diseño. El miedo a lo desconocido y la falta de credibilidad interna de las propias capacidades creativas llevan muchas veces a definir y

dar forma a un producto mediante parámetros funcionales y técnicos validados por la ingeniería y garantizados por el rigor de los datos y especificaciones que se definen en el proceso de diseño. Se asume, que las dimensiones del diseño conceptual y el espacio en donde se desenvuelve son consideradas por quien diseña como propias a su área de intervención. En estas circunstancias la determinación de un producto y del proceso no es coincidente, muchas veces carecen de importancia aquellas acciones que reducen los tiempos para dar la solución al diseño. La secuencia de tareas en el proceso de diseño se ve dificultada por la búsqueda de representaciones adecuadas que interpreten aquellos rasgos formales que unidos básicamente a la función pueden definir eficientemente la solución del diseño y su forma.

En este sentido, el modelo propuesto por Plsek (1996), es el que mejor representa el proceso creativo como lo muestra la Figura 11. Los dominios y espacios conceptuales están bien identificados a partir de un proceso cíclico de cuatro pasos, representando y describiendo las acciones y sub acciones que permiten generar las ideas y las soluciones. Identifica las tareas que se deben realizar secuencialmente, pero no dice cómo actuar con ellas en los procedimientos y acciones para la correcta interacción entre las diferentes etapas.

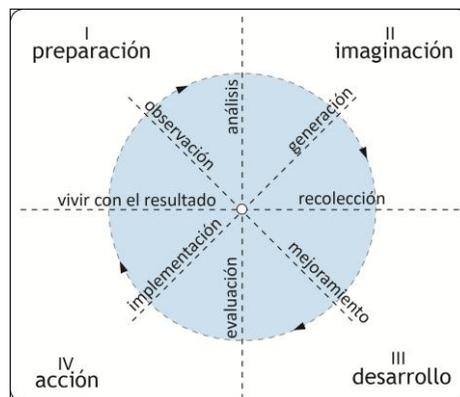


Figura 11: Síntesis del proceso creativo. Adaptado de Plsek (1996).

Desde el espacio del diseño, como se impulsa el proceso creativo observamos que por una parte la experiencia es importante a la hora de definir las estructuras cognitivas que permiten obtener soluciones, o la estrategia de ensayo y error la que es muy utilizada por los diseñadores, como lo señala

Yilmaz & Collen (2011). En el caso de la ingeniería, su estrategia consiste en evaluar preliminarmente las múltiples soluciones que se pudieran generar antes de empezar la evaluación definitiva. Lloyd & Scott (1994), citado por Yilmaz & Collen (2011), encontraron que el enfoque centrado en la solución estaría relacionado con el nivel de experiencia previa, es decir un razonamiento generativo en contraste con el razonamiento deductivo en el problema de diseño.

Variadas formas del pensamiento creativo han sido identificadas, según Clinton & Hokansson (2011), tales como el pensamiento divergente, es decir múltiples ideas, la identificación de problemas y el pensamiento evaluativo. Como aparece la creatividad es la gran incógnita, ya que sucede, y cuáles son los factores que influyen en el proceso creativo siguen siendo difíciles de definir objetivamente, y este fenómeno debe seguir siendo estudiado.

2.4 La descripción de los atributos y características del diseño

El término atributo refiere a todas aquellas cualidades y características de un determinado individuo las que resultan ser inherentes a un objeto o sujeto. Las características y cualidades que conforman el producto y que aportan a la percepción del usuario son las que finalmente satisfacen e identifican las necesidades y expectativas de un consumidor. Por su parte Godas (2006) establece tres criterios para clasificar los atributos de un producto: según su naturaleza, utilidad y carácter diferenciador. Cohran (2000) los clasifica según el cliente, el mercado y el producto, en cambio Lenau (2003) los agrupa y orienta desde la perspectiva de la comunicación semántica del objeto, clasificándolos en: sensoriales, percibidos y estilísticos. Por su parte Tong (2009) hace una clasificación desde la utilidad, estilo, concepto y commodity, siendo estos últimos aquellos atributos básicos inherentes en el diseño de un producto desde la perspectiva de la función, Rindova & Petkova (2007) sugieren tres dimensiones del atributo: *funcional*, *simbólico* y *estético*. También se pueden concebir tres dominios de atributos del producto como lo indica Lee & Widdows (2011): de rendimiento (propósito y funciones), de apariencia (atractivo visual) y de comunicación (ayuda a la expresión). Se aprecia en la literatura revisada que el contexto donde se posicionan los atributos y los valores que representan el producto fundamentalmente son dos: el funcional/utilitario (objeto), y el de estilo/perceptivo, de carácter más humanizado (sujeto). El lenguaje visual de los aspectos comunicacionales y de uso de un producto tiende a interpretar básicamente la necesidad de la

interacción entre el sujeto y el objeto en el diseño del producto, como lo muestra la Figura 12. La tarea de traducir sentimientos, impresiones, o emociones en un objeto es difícil, comenta Ortiz Nicolas (2001), y muchas veces la intención de determinados mensajes subjetivos expresados por el diseñador suelen ser especulativos.

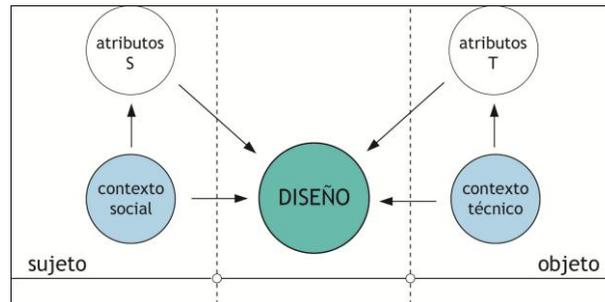


Figura 12: Contexto del atributo en el espacio de diseño. Elaboración propia.

La representación de los rasgos asociados a la personalidad del individuo tienen el potencial de influir favorablemente en la compra y consumo de un producto según lo que señalan Desmet (2008) y Ortiz Nicolas (2011). Estos valores humanizados, por lo tanto deben ser bien definidos desde el inicio, y validados por el propio usuario en las dimensiones apropiadas del diseño conceptual, sobre todo a la hora de tomar las decisiones que afectan directamente al diseño del producto. En este sentido los espacios contextuales claramente toman relevancia en el proceso de diseño. El mercado, la empresa y el producto, son dimensiones en cuyos espacios las consecuencias de las acciones y tareas que allí se realicen deben dar cumplimiento a los propósitos y expectativas, tanto del consumidor como de la empresa. Particular relevancia adquiere la etapa en la que se encuentre la realización y ejecución del diseño señalado por Vergara M. y otros autores (2006), así como también de los atributos y significados distintivos que influenciarán y describirán finalmente al objeto.

Las “*dimensiones contextuales*” se pueden clasificar en dos: contexto técnico y contexto social. En este sentido el diseñador beneficia el contexto social, ya que facilita el significado toda vez que caracteriza el diseño a través de las representaciones y expresiones físicas. Es aquí donde los atributos y sus valores visuales son expresados en el modelado de la forma del objeto. Por otro lado el significado del cumplimiento y comportamiento de los atributos

funcionales se asocian a la utilización o interacción del producto con las personas y de cómo son capaces de utilizarlo, por lo que los valores de utilidad son aquellos que dan el grado de cumplimiento de la función representados en el contexto técnico.

La traducción de las necesidades del usuario en un lenguaje de ingeniería y de diseño debiera producirse desde el arranque del proceso de diseño. En estas etapas iniciales, el lenguaje utilizado debe interpretar, describir y representar conceptos y valores visuales a través de palabras que representen a las funciones, especificaciones, y las mediciones del objeto (Dym & Little, 2006). Aurisicchio y otros autores (2011) señalan que las funciones también pueden representar aspectos estéticos manifestándose a través de los sentidos del sujeto y contribuyendo a la percepción del objeto. Los atributos estéticos se relacionan con los valores visuales que tiene el usuario del propio objeto, incorporando cualidades y aspectos con una mayor carga metafórica tales como placer; agrado; indiferencia; atractivo o fragilidad, entre otros. Estos significados son útiles en la realización del estilo y la representación física de un producto los cuales le dan las características y aspectos más humanizados al objeto. El rol de estas características, en lo técnico, es comunicar acerca de la función y su modo de uso como si fueran una guía que permite activar el producto. La apariencia y aspecto del objeto es la primera impresión que tiene el usuario del producto en la etapa de compra. Los estímulos visuales preliminares deben cumplir con las expectativas, anhelos y entendimiento que requieren las personas en relación al producto.

2.4.1 La descripción del atributo

Los atributos del diseño describen todas las condiciones y características que lo hacen reconocible y que interpretan las necesidades del usuario (León, 2009). Estos pueden derivar, por ejemplo, del pliego de especificaciones del diseño, y uno de sus objetivos principales es establecer las bases para la definición preliminar del concepto de diseño y la puesta en marcha del proceso de diseño. El concepto de atributo se define como el concepto de representación del diseño, indicado por Tong (2009) tal y como lo muestra la Figura 13, y su aplicación requiere que las propiedades y características estén bien definidas desde el arranque del proceso. Los atributos que se dan en el ámbito del diseño industrial, por lo general, se centran en el usuario más que en el proceso y en las acciones del diseño de ingeniería. Debido a esto los factores socio-cognitivos adquieren mayor relevancia y valoración en el

contexto y distinción del atributo. Cuando el diseño se centra en los aspectos físicos, del material o del proceso juegan un rol importante para los aspectos funcionales. Lenau (2003) hace una distinción, definiéndolos como los valores suaves y duros, entendiéndose a la asignación de términos conceptuales que son capaces de denotar una correcta visualización expresiva de las propiedades y cualidades desde la perspectiva del objeto o del usuario. En una experiencia realizada en Helsinki por Lenau (2003), se pudo consensuar entre alumnos de diseño industrial, de negocios y de ingeniería una serie terminológica que asignaba palabras a productos específicos. Lo importante de este experimento fue que se pudo determinar la existencia de una tendencia asociativa entre ellos, y que ésta correspondía a dimensiones sensoriales y perceptivas, vale decir que los atributos del producto denotan y connotan efectivamente estados de la experiencia cognitiva, psicológica y de la conciencia en los usuarios, y que estos son la base para el modelo conceptual cuyos aspectos y cualidades influyen efectivamente en la definición preliminar del concepto básico del producto (valores suaves).

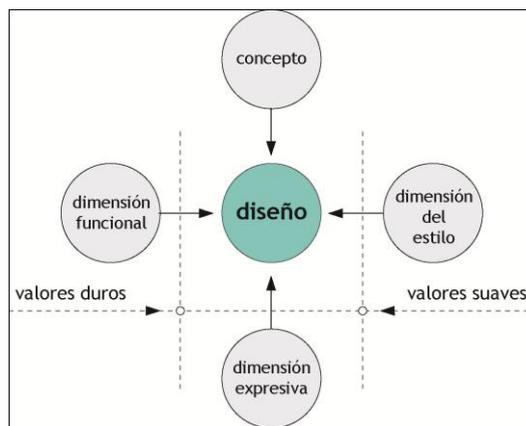


Figura 13: Dominio del atributo. Adaptado de Tong (2009).

Los aspectos funcionales, formales, ergonómicos, estructurales, etc., definen y caracterizan los valores y términos que argumentan la forma física del diseño. Esto a través de un lenguaje que relaciona la característica deseada y un atributo que la represente pudiendo ser tangibles o intangibles (Fundación COTEC 2008). La primera imagen que enfrenta el consumidor permite evaluar los atributos del producto y su objetivo principal es dar una valoración visual de las expresiones otorgadas al producto (Blijlevens y otros autores, 2009). Las estrategias de las empresas cada vez más enfrentan el desafío de diseñar

un nuevo producto tomando en cuenta que las condiciones iniciales del diseño están bien definidas por un estudio preliminar que se ha centrado en el comportamiento del consumidor, deseos, anhelos e intereses personales. Para que los consumidores decidan comprar un producto u otro deben convencerse que el producto va a satisfacerlo y tendrá algún beneficio, objetivo o valor importante en ellos Gutman (1982), Walker & Olson (1991), citado por Van Kleef (2006). Los atributos simbólicos, psicológicos, funcionales, físicos, etc., muchas veces son conocidos una vez que el producto está en el mercado, pero sería mejor conocerlos previamente. No basta con establecer las funciones como el único indicador de medición para definir el concepto de diseño, ya que los atributos físicos asociados a la percepción del consumidor deben ser cumplidos también. Atributos como modernidad, simplicidad o alegría son eminentemente abstractos, debido a que no se pueden medir, pero si son capaces de representar los beneficios personales y los valores que proporcionan la base subyacente de los anhelos del consumidor. En cambio los atributos más concretos o físicos que representan valores medibles como el color, la textura, la resistencia o la estructura, son aquellos asociados a los valores del campo funcional de un producto.

Los atributos se diferencian en su designación descriptiva en diferentes estados expresivos del producto. Por una parte están aquellos de evaluación preconcebida lo cuales actúan sobre productos ya fabricados, su orientación es determinar mejoras futuras desde la perspectiva del mercado, del negocio o del consumidor (rediseño). Por otro lado están aquellos que intentan influir en los aspectos funcionales en una alta gama de productos como lo señala Blijlevens (2009), y las variantes designadas en un gran número de atributos con una fuerte carga asociada a los aspectos utilitarios y funcionales. El sistema referencial del atributo es un conjunto representativo de características que debe satisfacer un producto, y debe manifestar las cualidades técnicas, de calidad, etc., que le den un mayor valor a la vista del consumidor sobre todo a la hora de elegir (Fundación COTEC, 2008) un producto u otro. Este sistema lo componen diferentes grupos de atributos, como los de aspectos estéticos, son aquellos que relacionan al producto con los valores morfológicos como geometría, estructura o superficies, los cuales intervienen en el campo expresivo de la forma. Otra agrupación es la de los valores perceptivos siendo aquellos que se relacionan con los aspectos más humanizados y sensoriales de significado eminentemente abstracto que no se pueden medir como pudieran ser la alegría, el agrado o lo atractivo. Estos últimos adquieren fundamental connotación al relacionarlos con el término "concepto". Esta distinción según comenta Tong (2009), es el atributo que connota ideas conceptuales basadas en la conceptualización que se realiza en el proceso de diseño conceptual.

2.4.2 Listados de atributos para el diseño

El listado de atributos es una técnica de principios de la década de 1930 (Proyecto Tractors, 2007). Gracias a ésta técnica se pueden obtener diferentes maneras de cambiar, modificar o mejorar los atributos definidos en un sistema de productos. La técnica propuesta por Crawford (1954), es ideal para el diseño de nuevos productos, pero también puede ser utilizada para la evaluación y mejora de productos existentes. Por lo general los listados de atributos se asocian a palabras o sustantivos que representan características o cualidades físicas, de uso o estilo, siendo este un buen método analítico-representativo y combinatorio para apoyar el diseño conceptual de productos.

Para facilitar las acciones conceptuales del proceso de diseño podemos contar con listados de atributos que apoyan la definición expresiva del diseño. Las listas pre-hechas tales como la de Axon (2015), que definen atributos generales, o la de Michalko (2006) más descriptiva y sistematizada, la cual agrupa términos bajo dimensiones descriptivas, de proceso, de precio y aspecto social. Los listados pre hechos tienen su origen en las técnicas para la creatividad que intentan identificar preliminarmente los valores que se le asignen a un objeto. Estos listados de atributos han sido propuestos por diferentes autores según la literatura consultada. Su orientación es hacia diferentes campos de actuación en el proceso de diseño tales como el marketing, el negocio, el mercado, la ingeniería y el diseño.

El contexto donde se desenvuelve el diseño y la etapa en que se encuentra su realización es importante a la hora de decidir entre un listado u otro, sobre todo considerando los conceptos y términos que lo componen. Debido a esto muchas veces los términos empleados no cumplen con el propósito y no logran describir lo que intentan representar. Por lo general, se extraen de estos listados solo aquellos conceptos o términos que sirven y validan el propósito y lo que se quiere representar en el objeto. Lo más importante es tener claro en que dimensión se va a utilizar, si en lo funcional, formal, estético, o de estilo, por mencionar algunos, intentando describir y expresar las intenciones del diseñador para representar físicamente el diseño. Hasta ahora mayoritariamente este tipo de listados han surgido desde la perspectiva del marketing y del mercado, y su propósito principal es determinar los atributos que representen emociones, sensaciones y estilos asociados a valores más humanizados y menos técnicos, Karjalainen (2003), Ortiz Nicolas (2008), Bedolla (2009). También hay listados de atributos pre hechos que incorporan tímidamente combinaciones de palabras y conceptos asociados a los aspectos y características funcionales como lo señalan Cohran et. al (2000), Bedolla,

Lloveras & Gil (2004). Se debe hacer una distinción importante a aquellos términos o conceptos que se asocian a los aspectos funcionales de un diseño, ya que en este caso el término atributo está asociado al propósito, a la definición de objetivos y componentes técnicos del objeto o propiedades de carácter sintáctico, tales como el tamaño o la dimensión. Toshizawa y otros autores (2007) señalan que las características del diseño de ingeniería son claras condiciones objetivas y de restricciones respecto a la función, desempeño y solución. Por lo general, son elementos físicos, mecanismos o materiales los que son descritos desde la puesta en marcha del proceso de diseño siendo estos la base fundamental para la definición del concepto de diseño. La existencia y uso de listados de atributos de función se refieren a las acciones que deben activar el diseño para que se produzca la interacción entre un componente y otro y su entorno Liang & Paredis (2004), así como la transferencia de energía, material y señales. La información de los atributos de función convierte un proceso fenomenológico en principios físicos medibles, como lo comenta Wen-Chuan (2001), o bien como lo indica Hernandis B. (2009), pueden ser también listados de pliegos de condiciones proveniente de las especificaciones del producto.

Capítulo 3

Material y Métodos

3. Material y Métodos

En este capítulo se dan a conocer todos los contenidos relacionados con el diseño de la investigación, su metodología de desarrollo, así como también de los métodos cuantitativos y cualitativos empleados, como lo señala Schmelkes, (1988), citado por Avila Baray (2006, pp. 64):..”*Esta sección debe detallar el procedimiento de investigación que se utilizará..., se tiene que explicar lo que se va a realizar para lograr el objetivo de investigación, cómo se hará y con quién se efectuará*”. El estudio se considera en sus fases exploratoria y descriptiva, dando cuenta de las fuentes principales y secundarias que permitieron, por una parte entender el contexto donde se encuadra la investigación, seguido de los procedimientos para la recolección de datos, el tratamiento de la información mediante métodos estadísticos.

En segundo lugar se desarrollaron dos encuestas para ser respondidas por los grupos de estudio, tanto expertos como estudiantes de diseño e ingeniería presentada mediante un instrumento de medición en formato impreso tipo cuestionario construido mediante grupos de preguntas en torno a los constructos de la investigación. Para la recolección de datos y diferentes tipologías de análisis, estos fueron estadísticos aplicados con el Software SPSS. Por último se describen los análisis de los datos obtenidos para cada uno de los constructos que sustentan la investigación.

3.1 La investigación: tipo y diseño

Se establece una estructura metodológica a partir del tipo de investigación que se realizó con los criterios iniciales que permitieron la obtención de información y datos relevantes para entender el fenómeno estudiado. El diseño de la investigación según Christensen (1980), citado por Hernández et. al (1997), se refiere a un plan o a una estrategia para responder a las preguntas de la investigación, a su vez sirve al investigador para alcanzar sus objetivos, responder las interrogantes y analizar las hipótesis. El tipo de investigación determina las tareas y pasos acompañado de los métodos y técnicas que se emplearán.

Con relación a la tipología de investigaciones, en este estudio se determina el foco en la manera de tratamiento de los datos recogidos. El planteamiento de Dankhe (1976); Hernández et. al (1997), señalan que se clasifican en cuatro tipos de investigación: *exploratoria, descriptiva, correlacional y*

explicativa. Se adoptaron las clasificaciones del tipo **exploratoria y descriptiva**. En la fase exploratoria su propósito consistió en la preparación del camino, considerando la revisión bibliográfica y búsqueda en la literatura especializada. También con el objeto de aumentar el grado de familiaridad con el fenómeno, relativamente desconocido, y llevarlo a un plano del conocimiento más completo. Los estudios exploratorios son capaces de identificar relaciones potenciales entre las variables del estudio (Arcia, 2010), por lo que el factor de búsqueda en la literatura fue muy considerado para conocer con mayor profundidad el fenómeno del proceso de diseño y las relaciones existentes entre las actividades, pasos, acciones y procedimientos, así como también para una mayor comprensión del diseño conceptual el concepto y las acciones conceptuales que se realizan en el proceso de diseño. Por otra parte se consideró relevante la correlación existente entre los agentes participantes desde la perspectiva del diseño y de la ingeniería, enfocada en los factores de experiencia, dominio del conocimiento y principios de estructuración del problema de diseño.

La segunda fase de la investigación, del tipo descriptiva no causal, tuvo como foco describir en profundidad lo relacionado con el fenómeno estudiado como lo señala Mejía (2005) en que la investigación descriptiva pretende comprender como es la realidad, y no causal porque no se busca determinar las causas del fenómeno estudiado. De hecho las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura y el comportamiento del fenómeno del estudio como lo señala Cardozo (2013), por lo que ésta investigación se centró en la identificación y descripción de los estados procedimentales y protocolos que se ejecutan durante el desarrollo del proceso de diseño, en la fase de diseño conceptual, así como también en identificar tanto las concordancias y discrepancias en las acciones que ejecutan diseñadores e ingenieros al abordar el problema de diseño.

3.1.1 Las variables de la investigación

Para entender el método de estudio de las variables que integran el fenómeno de estudio, conviene entender el significado del término primero. Según Mejía (2005), nada es posible de hacer si no hay variables en una investigación, señala además que la variable da la posibilidad de asignar dos o más valores, de índole descriptiva, relacionándola directamente con el problema de estudio. De hecho se consigna que las variables no son independientes de la

conceptualización que de ellas hace el investigador, y algo muy importante es que las variables también pueden ser interpretadas como *constructos*, *conceptos abstractos* o *construcciones hipotéticas* que sirven para la investigación, pudiendo el investigador elaborar sus propias variables también. En este caso las variables expuestas en la investigación se derivan del desarrollo típico consensuado y estudiado en la literatura, así como en la enseñanza del diseño para el desarrollo del proceso de diseño y sus actividades. También son considerados los agentes que participan en el proceso desde la perspectiva del diseño y la ingeniería de manera individual o formando parte de equipos de diseño.

Respecto a la clasificación de las variables se utilizó la de Mejía (2005), el cual define la variable de la investigación como una propiedad que se le asigna al fenómeno con dos o más valores y clasificándolas según la función que cumplen en relación con las hipótesis de la investigación: *independientes*, *dependientes* o *intervinientes*. Se tomó la opción de *variable dependiente*, ya que la función que cumplirán en el estudio provocaría posibles efectos sobre otras variables de diferente magnitud y valor, pero que están directamente relacionadas entre sí en los constructos o abstracciones. Permitió además obtener una mejor comprensión del fenómeno del *proceso de diseño* y todos los elementos que lo integran, sobre todo poniendo el foco en la estructuración de un modelo genérico del proceso de diseño, donde se utilizan generalmente los mismos pasos y secuencias para su realización. Para ello las variables fueron agrupadas en conjunto de preguntas relacionadas con los constructos de la investigación a partir de bloques y grupos de afirmaciones en las preguntas del cuestionario aplicado.

3.1.2 Métodos de estudio de las variables

Según el método de estudio de las variables una investigación puede ser del tipo *cualitativa* o *cuantitativa*. En el caso del procedimiento de análisis cualitativo se inicia con un acercamiento previo a la realidad que va a ser objeto de análisis como lo comenta Quintana & Montgomery (2006), revisando la documentación existente disponible, lo que permitió observar la realidad del problema expuesto en esta investigación. Este tipo de método, respecto de las variables, solo expresan nominaciones, es decir, no expresan de ninguna manera cantidad ni magnitud (Mejía, 2005, pp. 35), y no pueden cuantificarse. Por su parte el método cuantitativo se realiza cuando se requiere una medición de las variables, expresando los resultados en valores

numéricos. En caso de nuestro estudio se utilizarán ambos métodos de análisis.

Por otra parte, en el caso del estudio exploratorio se aborda el análisis de la literatura cuyo objeto fue documentar y planificar el foco de la investigación a partir del conocimiento de los constructos: a) **proceso de diseño**, b) **diseño conceptual** y c) **representación del diseño (forma)**. Se emplearon datos principales para estructurar el estado del arte extraído de tesis doctorales, libros especializados, revistas científicas, artículos relacionados con la disciplina del diseño y la ingeniería, construyendo con estas fuentes el Estado del Arte de la investigación.

Respecto a la aplicación del método cuantitativo, se consideró el desarrollo de una encuesta, la cual fue implementada mediante la elaboración de un cuestionario que respondieron los grupos de estudiantes (principiantes) y los expertos. Importante mencionar los diferentes niveles de experiencia y conocimiento de los participantes del estudio en la realización del proceso de diseño, todos ellos con formación en las disciplinas de diseño e ingeniería. En primer lugar se consulta a dos grupos homogéneos de estudiantes de diseño e ingeniería (n=400) de Chile, España y México respecto de los constructos de la investigación (13 preguntas). Para el análisis de los datos se aplicaron métodos de análisis estadísticos descriptivos y de consistencia: frecuencias, análisis factorial (reducción de variables) y C.V. de Pearson para homogeneidad de respuestas.

En el caso de los expertos (n=20) con formación en áreas del diseño y de la ingeniería de Chile, España, Colombia, Venezuela, Francia, Portugal y Brasil se consultó respecto de los constructos de la investigación al igual que los estudiantes a partir de un cuestionario similar, con un grado mínimo de variabilidad tanto en el número como en los contenidos de preguntas clave con el objeto de realizar comparativas y contrastes que permitieron validar los datos y resultados obtenidos de las respuestas de los estudiantes. De igual manera el foco de la encuesta a expertos fue relacionado al comportamiento procedimental para ejecutar el proceso de diseño, el nivel de coincidencias y discrepancias enfocado en el nivel de experiencia, y en el dominio del conocimiento para resolver el problema de diseño. En este sentido la opinión de los expertos permitió verificar y validar concordancias y acciones comunes que realizan durante la ejecución del proceso de diseño.

3.1.3 Tipo de investigación

Tener una base de conocimientos previos es importante como punto de partida al proceso de investigación, (Mejía, 2005). Se consideró la revisión de la literatura existente actualizada para entender el fenómeno de estudio más profundamente. Por otra parte el problema científico se formuló en forma de pregunta, cuestión muy importante a la hora de plantear el propósito del estudio, ya que este método permite plantear el problema desde el punto de vista científico. Conocer el estado de la cuestión fue importante, pudiendo acceder a fuentes referenciales principales realizadas en bases de datos de revistas científicas y publicaciones electrónicas, repositorios de tesis doctorales, actas de congresos, bibliografía impresa tales como libros impresos, revistas científicas indexadas y herramientas de búsqueda web. Considerando los objetivos de la investigación y la necesidad de validar las hipótesis de la investigación, se propuso una estructura teórica metodológica de la investigación, la cual se desarrolló a partir de la definición de niveles de estudio principal y secundario, como lo muestra el esquema de la Tabla 4:

Nivel de estudio	Estudio de las variables	Tipo de datos	Métodos y datos	Tipo de análisis
exploratorio	cualitativo	principales	revisión de literatura	base de datos de revistas y publicaciones electrónicas
		secundarios		consulta en repositorios de tesis doctorales
descriptivo	cuantitativo	principales	encuesta a estudiantes	coeficiente de Cronbach
	cualitativo			frecuencia
				encuesta a expertos
				análisis factorial

Tabla 4: Esquema del tipo y diseño de la investigación.

Se adopta un modelo de investigación que presente en forma sistematizada todos los elementos y características que se requieren. Según la clasificación de Mejía (2005), ésta dependerá del tipo de pregunta y del planteamiento del problema, por lo que la investigación se definió de tipo *teórica*, orientada a los fundamentos teóricos del problema; *descriptiva* porque pretende conocer

la realidad del problema y **relacional no causal**, es decir que verifica si existe alguna relación entre una variable y otra sin pretender hacer juicios que pretendan intuir la relación causal entre las variables del estudio.

3.2 La fase exploratoria

Se establecieron primero las consideraciones para el análisis de la literatura en apoyo al conocimiento y profundidad de los aspectos relevantes del problema que han sido poco estudiado, apoyando la preparación del campo de estudio y aumentando el grado de comprensión y conocimiento del fenómeno poniendo el énfasis en los constructos de la investigación para tener una visión más integral y amplia respecto del proceso de diseño, de las actividades que lo integran, y de la estructuración del problema de diseño. A su vez una mejor comprensión del fenómeno del diseño conceptual y los aspectos que se relacionan con la generación y definición del concepto, lo que finalmente lleva a definir y expresar el modelado de la forma del producto. Este tipo de método exploratorio de investigación es bien considerado y utilizado porque permite facilitar el cumplimiento de los objetivos de la investigación Kerlinger, (1983), citado por Avila Baray (2006). Este tipo de método se centra en los hechos sin predecir las relaciones que pudieran existir entre las variables del estudio, siendo el propósito principal documentar más profundamente el tema de la investigación.

En esta fase se establecieron los primeros análisis del estudio respecto a los constructos y sus relaciones e interconexiones, considerando las condiciones de dependencia entre ellos. Principalmente la revisión de la literatura permitió identificar, por una parte a los principales autores y sus planteamientos respecto al fenómeno de estudio, y determinó el marco situacional, experimental y propositivo desarrollado hasta ahora sobre el problema abordado en la investigación. Las fuentes principales de la revisión de la literatura permitieron acceder a buena información en temas y áreas relativas al proceso de diseño, el diseño industrial, factores y dimensiones conceptuales, la comprensión del concepto de diseño y de las actividades de diseño. La terminología de diseño, las propiedades y características del diseño de productos, y de la comprensión de los atributos en el diseño. Por último de la dimensión humana y participativa de los agentes que diseñan, la experiencia y dominio del conocimiento desde diferentes perspectivas como lo son el diseño y la ingeniería.

3.3 La fase descriptiva

En esta etapa los objetivos inicialmente, se centraron en la formulación y descripción de las características y cualidades de las preguntas de la investigación respecto de las variables que la integran. Se consideraron para estos efectos, conjuntos relacionales tanto de preguntas como de variables que se abordarían para entender el fenómeno estudiado, es decir los constructos de la investigación. La construcción de dos encuestas permitió poner de manifiesto el comportamiento del fenómeno estudiado desde el punto de vista de los expertos y de los estudiantes. Este hecho proporcionó información relevante sistematizada y comparable con el propósito posterior de identificación del nivel de coincidencias y discrepancias en las respuestas de los grupos de estudio, y determinar la existencia o no de acciones, tareas y pasos comunes tanto en el hacer como en el saber hacer y en el desenvolvimiento de quien diseña en el espacio de diseño, cada vez que se ejecutan las actividades de diseño y del diseño conceptual.

Dadas las características del estudio de tipo cuantitativo, se requirió de un tratamiento y medición de los constructos y variables que pudieran sistematizar las respuestas desarrollando un cuestionario como instrumento de medición de las respuestas para cada grupo de estudio, considerando el nivel de experiencia y el dominio del conocimiento de cada uno de ellos. Dichos niveles se clasificaron según criterios de *pertinencia*, *experiencia* y *conocimiento* en el desarrollo del proceso de diseño en las del diseño y la ingeniería.

3.3.1 Comprensión de los niveles de experiencia: expertos y principiantes

Los expertos en relación al nivel de conocimiento, se refiere principalmente a la manera de procesar la información, y en como resuelven el problema. Popovic (2004) señala que existe considerable evidencia acerca de las diferencias entre expertos y principiantes, proponiendo una clasificación en un contexto educativo de acuerdo a tres niveles: *principiante*, *intermedio* y *experto*, en cambio Bjorklund (2013) hace una clasificación en el contexto del desarrollo de productos como *novatos* y *expertos*, Liem (2009), por su parte propone cuatro categorías según su nivel de experiencia y ocupación: *principiante*, *intermedio*, *senior* y *experto*. En otra clasificación, como la de Bouchard et. al (2006), la proponen a partir del grado de experiencia en el

diseño de automóviles distinguiendo tres niveles: **novicio**, **experto intermedio** y **senior**, a su vez Dreyfus (2003) propone niveles de experiencia para la resolución de problemas distinguiendo cinco niveles considerando los modos de percibir, interpretar, estructurar y resolver problemas: **novato**, **principiante avanzado**, **competente solucionador**, **competente** y **verdadero experto**. Se observa que en los diferentes niveles de experiencia propuestos por los autores, coinciden principalmente que para la resolución del problema existen notorias diferencias en el rendimiento, profundidad en el análisis y estructuración del problema, sobre todo en el manejo de la información específica relacionado con el cumplimiento del propósito del problema de diseño. El experto tiene un rendimiento superior en las tareas de representación en la esfera del conocimiento (Ericsson & Lehmann (1996), Ericsson & Smith (1991), citado por Bjorklund (2013), en general con el problema y las actividades bien definidas estratégicamente para el posterior análisis y la síntesis. Por lo mismo, quienes participaron de éste estudio fueron seleccionados por el nivel de experiencia acumulado en el tiempo.

El “*nivel de experiencia*”, es decir cómo se percibe la situación para estructurar y resolver el problema de diseño, Popovic (2004) señala que el experto es “*la posesión de un vasto conjunto de conocimientos, procedimientos y habilidades*”, evidenciando que la participación de niveles superiores tanto de conocimiento y experiencia, es decir los expertos, tienen un manejo de la información mucho más selectiva y de índole más significativa.

<i>Categoría</i>	<i>Clase</i>
Principiante	Estudiante, docente o profesional con menos de 5 años de experiencia
Intermedio	Educador o profesional de 5 a 10 años de experiencia
Senior	Educador o profesional de 10 a 18 años de experiencia
Experto	Educador o profesional con más de 18 años de experiencia

Liem A., Abidin S., Warell A. - (2009)

Tabla 5: Clasificación de expertos y principiantes. Adaptado de Liem (2009).

Los expertos son capaces de reconocer los principios subyacentes del problema rápidamente y centrarse en ello y no en características superficiales Visser (2009) como lo haría un principiante. Para este estudio se adopta la

clasificación de Liem (2009), categorizando a los encuestados según su ocupación (experiencia profesional) y experiencia educativa como lo muestra la Tabla 5.

3.4 La encuesta aplicada a estudiantes y expertos

La selección del instrumento de medición para el estudio, éste debería cumplir con características de estandarización y sistematización para la recogida de información, complementar muy bien las estrategias planteadas, es decir la preparación de las preguntas en función de las variables, a la selección de los encuestados (grupos de estudio, grupos representativos de la población) y a la misma selección del instrumento como por ejemplo una lista de cotejo, un cuestionario, un listado de verificación, entre otros (Hechavarria, 2012). Una encuesta es un método o actividad planeada para indagar y obtener datos sobre hechos o juicios, y se logra mediante las respuestas orales o escritas a un conjunto de preguntas previamente diseñadas aplicadas masivamente (García, 2002). El tipo fue una encuesta estructurada y cerrada compuesta de un listado de preguntas Quispe & Sánchez, (2011) pre codificadas relacionadas entre sí dando la posibilidad al encuestado de seleccionar entre el conjunto de variables de la pregunta. La formalización de la encuesta se presentó finalmente en formato de cuestionario con un número determinado en particular para cada grupo de estudio.

Quispe & Sánchez (2011), comentan que la recolección de datos del cuestionario se obtienen mediante listados de preguntas que se proponen al encuestado. En el caso de la investigación los cuestionarios fueron realizados por medio de la técnica de: aplicación directa por medio del cuestionario impreso, y aplicado por correo. Esta metodología permitió obtener información ordenada respecto de los constructos de la investigación, agrupando preguntas en torno a una o más variables a medir, (Hernández y otros autores (1997). Se utilizaron las escalas de medición con el método de escalamiento de Likert compuesto por un conjunto de afirmaciones con escala de intervalos del 1 al 4 (1= *poco importante*, 4= *muy importante*) para la medición de la variable y del constructo. El cuestionario se constituye internamente por medio de preguntas con características de flexibilidad, ya que el tratamiento de los datos fue del tipo cualitativo y cuantitativo.

La recogida de datos por medio del cuestionario estuvo compuesta por un conjunto de preguntas relacionadas con los constructos de la investigación:

proceso de diseño - diseño conceptual - representación del diseño. Dentro de las consideraciones (Gonzalez et. al, 2009) generales para la elaboración del cuestionario se estimaron variables de identificación, preguntas concisas y preguntas agrupadas por temáticas (constructos del estudio).

Clase	Criterios para la definición de preguntas de las encuestas: EXPERTOS Y ESTUDIANTES	
	Aspectos relevantes a considerar	Objetivos preliminares de las preguntas
<p>CONSTRUCTO 1</p> <p>PROCESO DE DISEÑO</p>	<p>Diferentes modelos metodológicos del proceso de diseño para comprender las etapas más relevantes que componen la estructura</p> <p>Etapas y pasos que determinan las acciones y tareas que realiza el diseño y la ingeniería durante el proceso de diseño</p> <p>Ejecución y realización del proceso de diseño desde el punto de vista del diseño y la ingeniería</p> <p>Las actividades del diseño, definición y comprensión para resolver el problema de diseño</p> <p>El lenguaje y terminología utilizado por diseñadores e ingenieros para definir el problema de diseño</p>	<p>Comparar las coincidencias y discrepancias entre diseñadores e ingenieros en la ejecución de las acciones y tareas durante el desarrollo del proceso de diseño</p> <p>Identificar las acciones para la realización de las actividades iniciales del proceso de diseño</p> <p>Comparar las secuencias de las acciones y tareas que realizan el diseño y la ingeniería que resuelven el problema de diseño</p> <p>Analizar e identificar los diferentes términos utilizados por el diseño y la ingeniería durante el proceso de diseño</p> <p>Analizar la dimensión técnica funcional y la influencia en los modelos metodológicos del proceso de diseño</p>
<p>CONSTRUCTO 2</p> <p>DISEÑO CONCEPTUAL</p>	<p>Acciones y tareas que realiza el diseño y la ingeniería durante el proceso de diseño conceptual</p> <p>Acciones que realiza el diseño y la ingeniería durante el proceso de diseño conceptual</p> <p>Factores principales de la secuencia de pasos para la realización del diseño conceptual</p> <p>Comprensión de los factores de inspiración para la generación del concepto de diseño</p> <p>Comprensión del concepto de diseño y de las actividades relacionadas con el estado de conceptualización</p>	<p>Comprender y definir el proceso de diseño conceptual desde el punto de vista interdisciplinario</p> <p>Identificar los procedimientos y acciones para la generación del concepto de diseño</p> <p>Identificar los espacios conceptuales y fuentes de inspiración para definir el estado de representación formal del concepto</p> <p>Determinar las acciones y secuencias que realiza el diseño y la ingeniería para definir la representación formal del concepto</p> <p>Analizar el grado de concordancia entre el diseño y la ingeniería para la definición del concepto</p>
<p>CONSTRUCTO 3</p> <p>REPRESENTACION DEL DISEÑO</p>	<p>Acciones y tareas que se realizan durante la fase de diseño conceptual para representar la forma del concepto y del diseño</p> <p>Factores, características y cualidades que definen la forma física del producto</p> <p>Importancia y definiciones de los atributos en el diseño conceptual de productos</p> <p>Las variables, conceptos y terminología que se asocia a las determinantes formales del concepto de diseño y del producto</p> <p>La actividad de diseño conceptual y pasos durante el desarrollo del proceso de diseño</p>	<p>Identificar las acciones conceptuales que integran la actividad de diseño conceptual para definir la forma del diseño</p> <p>Comprender el concepto de diseño, y los aspectos de generación y definición formal durante el diseño conceptual</p> <p>Relacionar la definición y representación formal del concepto con las múltiples disciplinas que participan en el proceso de diseño</p> <p>Analizar la secuencia de acciones conceptuales que ejecutan diseñadores e ingenieros para dar forma</p>

Tabla 6: Esquema de análisis preliminar para la confección del cuestionario.

Respecto al tipo de encuesta desarrollada según su finalidad, esta fue del tipo descriptiva y explicativa, teniendo por objeto el poder realizar inferencias para las respuestas de los grupos de estudio, por otra parte que fueran de características comparables, y que permitieran determinar relaciones y comparaciones inter e intra grupos, por último que los datos y respuestas obtenidas pudieran ser tratadas con procedimientos estadísticos mediante software SPSS (*Statistical Package for the Social Science, R11 y R17*). Según Gonzalez, Calleja & López (2009), este tipo de estudio mediante encuestas es propio de las primeras etapas en el desarrollo de una investigación, siendo muy utilizada en el ámbito educativo, para describir un fenómeno o para estudios exploratorios primarios.

Para la obtención de información más profunda y fidedigna se decidió construir dos encuestas de base homogénea diferenciada: una para estudiantes (n=400), en grupos muestrales por disciplina formativa: diseño (n=209) e ingeniería (n=191), y una para expertos (n=20).

Para una mejor sistematización y orden de los parámetros, consideraciones y objetivos de las preguntas de la encuesta se realizan a partir de un tipo de modelo de análisis previo, como lo muestra la Tabla 6, la que contiene información relevante cualitativa que permitió enfocar las preguntas.

El cuestionario se estructuró tomando en cuenta los tres bloques agrupados en torno a los constructos del estudio. Las preguntas de ambas encuestas fueron organizadas aleatoriamente en el cuestionario con el objeto de disponer preguntas clave para verificar las respuestas de los encuestados.

3.4.1 Cuestionario aplicado a estudiantes

El cuestionario realizado a los estudiantes tuvo como objetivo principal obtener de manera sistemática información medible respecto de las variables de la investigación y evaluar las respuestas que permitan confirmar las hipótesis y sub hipótesis planteadas. Este cuestionario se confeccionó a partir de los datos iniciales y de la revisión de la literatura respecto de los constructos impuestos por el investigador.

El grupo de estudio (Tabla 7), está compuesto por dos subgrupos homogéneos de estudiantes de diseño (n=209) e ingeniería (n=191) a los cuales se les consulta.

Datos del estudio		estudiantes	
		n = 400	100,0%
País	España	148	37,0%
	Chile	205	51,3%
	México	47	11,7%
Género	Hombre	200	50,0%
	Mujer	200	50,0%
Disciplina	Diseño	209	52,3%
	Ingeniería	191	47,7%

Tabla 7: Clasificación de los estudiantes.

A partir de un cuestionario de 13 preguntas (Anexo 2), estructurado como lo muestra la Tabla 8.

Clase	Variables	Grupos de preguntas a estudiantes	
		Principales	Secundarias
CO 1 proceso de diseño	secuencias de acciones y pasos del proceso herramientas digitales de apoyo al proceso tipología de modelos utilizados definiciones teóricas del proceso	P1 P3 P13	
CO 2 diseño conceptual	definiciones conceptuales definición y comprensión del concepto espacios conceptuales y fuentes de inspiración asociaciones con el término concepto generación del concepto	P2 P4	P5
CO 3 representación del diseño	acciones para dar forma al concepto pasos desde el concepto a la forma fuentes de inspiración para dar forma asociaciones de términos con la forma representación formal del diseño	P7 P10 P8 P9	P6 P11 P12

CO : constructo

Tabla 8: Estructura de la encuesta aplicada a estudiantes.

3.4.2 Cuestionario aplicado a expertos

El objetivo principal de la encuesta realizada al grupo de expertos fue la de comparar los hallazgos y resultados de la encuesta realizada a los estudiantes, también la de contrastar las respuestas con la de los estudiante para validar los resultados obtenidos. En la encuesta se solicitó a un grupo de expertos la opinión acerca de un conjunto de preguntas seleccionadas y relacionadas con los constructos de la investigación: a) **proceso de diseño**, b) **diseño conceptual**, los pasos que realizan para resolver el problema de diseño y c) **representación del diseño** en el diseño del producto. El cuestionario se desarrolló con 17 preguntas (Anexo 1), y está concebido por la estructura que muestra la Tabla 9.

Clase	Variables	Grupos de preguntas a expertos		
		Principales		Secundarias
CO 1 proceso de diseño	secuencias de acciones y pasos del proceso herramientas digitales de apoyo al proceso tipología de modelos utilizados	P17a P17b		P16
CO 2 diseño conceptual	definiciones conceptuales definición y comprensión del concepto espacios conceptuales y fuentes de inspiración asociaciones con el término concepto	P1 P4		P6
CO 3 representación del diseño	acciones para dar forma al concepto pasos desde el concepto a la forma fuentes de inspiración para dar forma asociaciones de términos con la forma representación formal del diseño	P2 P3 P5	P8 P15	P7 P11 P14 P9 P12 P10 P13

CO : constructo

Tabla 9: Estructura de la encuesta aplicada a expertos.

La muestra para el estudio son expertos de Universidades, Centros de Investigación, Centros de Formación en Diseño, quienes tienen una visión amplia y experiencia en los procesos para el diseño y desarrollo de productos, así como también en la práctica y enseñanza del diseño. La muestra consistió en veinte expertos académicos en diseño e ingeniería (n=20) de siete países (Tabla 10), logrando con esto abarcar las áreas relacionadas con el campo de la investigación y materia de estudio. Un aspecto importante fue que los

expertos provienen de campos de actuación relacionados con los objetivos de la investigación.

Datos del estudio	expertos	
	n = 20	100,0%
País	España	3 15,0%
	Chile	10 50,0%
	Colombia	3 15,0%
	Venezuela	1 5,0%
	Brasil	1 5,0%
	Portugal	1 5,0%
	Francia	1 5,0%
Género	Hombre	12 60,0%
	Mujer	8 40,0%
Disciplina	Diseño	14 70,0%
	Ingeniería	6 30,0%

Tabla 10: Clasificación de los expertos.

Se solicitó a los expertos su opinión respecto del conjunto de afirmaciones de cada pregunta poniendo el foco en la propia experiencia a nivel académico, profesional y en el desempeño privado de sus respectivas disciplinas. Los contenidos del estudio son comparables con los solicitados a los grupos de estudiantes, actuando los expertos como grupo de control y de validación a partir de los resultados y datos obtenidos mediante método estadístico con software SPSS. Los grupos de afirmaciones que contiene cada pregunta corresponde a las variables con el método de selección de alternativas: seleccione tres alternativas, o seleccione todas las alternativas. El cuestionario fue implementado a través de la web en el caso de los expertos que no se les pudo visitar directamente. El mayor número de encuestas se realizó directamente con el instrumento impreso, donde los expertos encuestados tuvieron la posibilidad de aclarar el sentido y enfoque que se pretendía al responder el cuestionario.

3.5 Tratamiento de datos y análisis de resultados

En este apartado se describe el tratamiento de los datos tanto de la encuesta a estudiantes, como la de los expertos, para determinar la confiabilidad de las muestras de los grupos de estudio mediante el análisis estadístico descriptivo en el cálculo de tendencias representada en las *Medias*,

Reducción de variables (ACP) para encontrar las causas de la variabilidad de los datos y ordenarlos por importancia y relación. Se realizan cálculos de **Frecuencias** para evaluar las concordancias y discrepancias de las valoraciones hechas por los encuestados con el objeto de correlacionar los resultados de los valores medidos en la encuesta. Para medir la fiabilidad y la consistencia de los datos se realizan cálculos de **Alpha de Cronbach**:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} * \left(1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right)$$

Donde k es el número de ítems de la prueba, s_i^2 corresponde al coeficiente de confiabilidad la varianza, s_t^2 es la varianza total de ítems de la prueba, además se calcula el **Coefficiente de variación de Pearson** (C.V.) por medio de la fórmula:

$$cv = \frac{s}{|\bar{x}|}$$

Los diferentes cálculos estadísticos corresponden a la totalidad de las preguntas por cada uno de los cuestionarios realizados. Los análisis se centraron en los requerimientos y objetivos relacionados con el planteamiento de las hipótesis de la investigación y expresados en el tipo y número de preguntas de ambos cuestionarios. Debido a la naturaleza metodológica de la investigación, del tipo descriptiva, el proceso de desarrollo basada en dos cuestionarios, se traduce en una combinación y cruzamiento de los datos y resultados obtenidos. Los cuestionarios se entregan en dos modalidades a los encuestados de ambos grupos muestrales: un cuestionario impreso para ser respondido de manera presencial concertando reuniones con los encuestados, otro cuestionario suministrado a través de internet con el mismo formato que el impreso. Ambos cuestionarios se diferencian en el tiempo que se requiere para responderlo y número de preguntas. El cuestionario es del tipo multidimensional, ya que se evalúan más de una dimensión, en este caso corresponde a tres constructos.

Las preguntas fueron confeccionadas siguiendo criterios relacionados con el grado de conocimiento para el desarrollo y ejecución del proceso de diseño, en una mejor comprensión de las actividades de diseño, del diseño conceptual y el concepto, y por último la representación formal del diseño. Las preguntas para ambas encuestas fueron clasificadas en **principales** (56,7%) y **secundarias** (43,3%) respectivamente. La función de las preguntas secundarias fue la de complementar a las preguntas principales, verificar las opiniones y profundizar más en el objetivo de la investigación (Tabla 11).

La mayoría de las preguntas se relacionan con CO2 y CO3 (83,3%), ya que es de interés del investigador profundizar más en la comprensión y conocimiento tanto de la dimensión del diseño conceptual como de las representaciones formales del diseño, viéndose reflejado esto con un 83,3% del total de las preguntas de ambas encuestas (CO1=16,7% , CO2=20,0%, CO3= 63,3%).

Constructo	Cuestionario estudiantes				Cuestionario expertos	
	Número de preguntas n=13		Número de preguntas n=17		Totales	
	Principales	Secundarias	Principales	Secundarias	n	%
CO1 Proceso de diseño	P1 P3 P13		P17a-b	P16	5	16,7%
CO2 Diseño conceptual	P2 P4	P5	P1 P4	P6	6	20,0%
CO3 Representación del diseño	P7 P10 P8 P9	P6 P11 P12	P2 P8 P3 P15 P5	P7 P11 P14 P9 P12 P10 P13	19	63,3%
	<i>n</i>	9	4	8	9	30
	%	30,0%	13,3%	26,7%	30,0%	100,0%

Tabla 11: Esquema de relaciones de preguntas del cuestionario: expertos y estudiantes.

Respecto a la fiabilidad, el tipo de cuestionario es consistente y concordante interobservadores, como lo indica Martín Arribas (2004), donde se observa que las preguntas cumplen la condición de estar relacionadas entre sí, por lo tanto se tiene el factor de homogeneidad necesario para realizar las mediciones pertinentes. La consistencia (Martín Arribás, 2004), se puede comprobar a través de diferentes métodos estadísticos como el Alfa de Cronbach, oscilando entre 0 y 1. La validez es el grado en que un instrumento de medida mide aquello que realmente pretende medir, o sirve para el propósito para el cual fue construido. Estas condiciones se cumplen en el instrumento construido por el investigador. Otra condición del cuestionario es la validez del constructo, esta condición se cumple ya que el instrumento refleja la teoría del fenómeno estudiado mediante la organización y contenidos asociados a los constructos

de la investigación. Respecto al margen de error y nivel de confianza sobre la base de la población fue de un **90%** y un **10%** de error.

En cuanto a los encuestados del total de estudiantes encuestados (**n=400**), estos se constituyen por las condiciones formativas, geográficas y de experiencia para resolver el problema de diseño. Es así que de España de la carrera de Ingeniería Técnica en Diseño Industrial corresponde a **148** encuestados (**37,1%**), estudiantes de Chile, de la Universidad de Santiago de Chile, carrera de Tecnólogo en Diseño Industrial fueron **123** encuestados (**30,8%**), Universidad Mayor, Diseño Industrial con **16** encuestados (**4,0%**), Universidad Santa María, Ingeniería en diseño **40** encuestados (**9,9%**), Universidad Tecnológica Metropolitana, Diseño Industrial con **9** encuestados (**2,3%**), Instituto Nacional de Capacitación (INACAP), carrera de Diseño Industrial **17** encuestados (**4,3%**), estudiantes de México, del Instituto Tecnológico de Monterrey, de la carrera de Diseño industrial con **47** encuestados (**11,6%**). Todos los estudiantes de nivel avanzado y de cursos final de carrera de diseño e ingeniería.

Los expertos, por su parte, se clasifican por un total de encuestados con desempeño de docencia universitaria, actividades de investigación, ejercicio público o privado de la profesión (ingeniería y diseño, **n=20**), detallado como sigue: expertos de España **3** encuestados (**15,0%**), de Chile **10** encuestados (**50,0%**) de Colombia **3** encuestados (**15,0%**), Venezuela **1** encuestado (**5,0%**), Brasil **1** encuestado (**5,0%**), Portugal **1** encuestado (**5,0%**), Francia **1** encuestado (**5,0%**). La mayoría de los expertos se concentran en el desempeño de la docencia universitaria en las áreas del diseño y la ingeniería (**n=19, 95,0%**), por tanto participan activamente en la dimensión de la enseñanza del diseño, el desarrollo del proceso de diseño y productos y de los aspectos relacionados con las metodologías de diseño. Respecto a la formación de postgrado de los expertos la mayoría con grado de Doctor en diseño, ingeniería y áreas afines (**n=12, 60,0%**), grado de Master (**n=3, 15,0%**) y diseñadores industriales con nivel de especialistas (**n=5, 25,0%**).

3.6 Enfoque y seguimiento de la investigación

El enfoque de la investigación se desarrolla a partir de las hipótesis planteadas por el investigador. Para ello se modela una estrategia de investigación en el marco del grupo de constructos que se estudian, de los grupos de estudio (estudiantes y expertos) y de controlar los resultados de los hallazgos en las respuestas de los estudiantes comparando, contrastando y

validándolo con la opinión de los expertos. Determinándose la elaboración de tres artículos para ser enviados a revistas científicas indexadas.

Se determinó el desarrollo de publicaciones (Tabla 12), para recoger los contenidos abordados desde las preguntas de los cuestionarios. Debido a la cantidad de información recogida de las respuestas tanto de estudiantes como de expertos, con un total de 30 preguntas entre ambos grupos, se decide priorizar bajo el criterio de “*relación con el constructo*” (CO1, CO2 y CO3), seleccionando de los grupos de preguntas aquellas que desde el punto de vista del investigador tuvieran el comportamiento con el mayor grado de posibilidades de contrastar, comparar y validar inter e intra grupo, es decir aquellas preguntas que se enfocaran directamente para el conocimiento y una mejor comprensión del constructo para la investigación. No obstante las preguntas no seleccionadas permiten de igual manera realizar las mismas mediciones y por medio de los resultados poder desarrollar futuras publicaciones.

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
 El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

Título de la publicación	Revista	Objetivos	Estado	Año
“Estudio Comparativo de las acciones a considerar en el Proceso de Diseño Conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos”	Revista ingeniare	Comparar y comprender los modelos actuales del Proceso de Diseño, el diseño conceptual, así como también las concordancias y discrepancias en las acciones desde el punto de vista del diseño y la ingeniería	Publicado	2014
“Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual”	Revista Innovar	Identificar las agrupaciones de atributos y valores visuales que definen la apariencia del producto en el diseño conceptual y aclarar el uso y definición de conceptos y adjetivos que se asignan al producto para la comprensión de uso y expresiones formales del producto	Aceptado	2015
“Modelado y representación formal del concepto de diseño: Un estudio exploratorio de expertos y principiantes”	Revista Innovar	Estudiar el fenómeno de las actividades que apoyan las acciones conceptuales para el modelado y representación formal del concepto e identificar las secuencias y pasos que se realizan en el diseño conceptual	Evaluación	2016

Tabla 12: Esquema de seguimiento de la investigación.

La selección se basó en las preguntas que representarían de mejor manera los objetivos planteados por el investigador. Para el **CO1** se realizó una publicación de la revisión bibliográfica respecto del proceso de diseño y modelos metodológicos, comparando y comprendiendo las relaciones del problema de diseño, así como también de las acciones y definiciones del diseño conceptual. En el caso de la segunda publicación **CO2**, solo se consideraron las opiniones de los estudiantes frente a la pregunta del cuestionario: “...del siguiente listado a que asocia usted para dar forma al concepto?”, en la cual deben asociar el concepto con la forma del diseño. En este caso no se contempla alguna pregunta realizada a los expertos. Respecto del **CO3** se determina realizar una publicación en la cual existiera, además de las relaciones con el Constructo (**CO1**, **CO2**, **CO3**), la existencia de la posibilidad de contrastar, comparar y validar la opinión de los estudiantes con respecto a la de los expertos, para ello se seleccionó una pregunta de cada

uno de los cuestionarios, y que cumpliera con la condición de ser la misma para ambos grupos, seleccionando la pregunta: “¿...que acciones / tareas debe estar realizadas en el proceso de diseño para dar forma al diseño...?”.

En la Tabla 13 se muestran las relaciones de las publicaciones desarrolladas, se advierte que los artículos y sus contenidos en todo momento muestran los estados de interconexión entre los constructos de la investigación.

N°	Título de la publicación	Constructos de la investigación		
		CO1	CO2	CO3
PUBLICACION 1	“Estudio Comparativo de las acciones a considerar en el Proceso de Diseño Conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos”	✓ principal	✓ secundario	✗
PUBLICACION 2	“Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual”	✗	✓ secundario	✓ principal
PUBLICACION 3	“Modelado y representación formal del concepto de diseño: Un estudio exploratorio de expertos y principiantes”	✓ secundario	✓ principal	✓ secundario

Tabla 13: Esquema de relaciones de los constructos en las publicaciones.

Esta metodología de investigación tuvo como propósito la comprensión global del proceso de diseño y de todas las dimensiones que concurren en la ejecución del problema de diseño y del proceso de diseño conceptual. También se observa que una de las actividades críticas en el proceso de diseño conceptual es el paso del concepto a la forma. Cuando se realizan las acciones y tareas para dar paso al desarrollo morfológico, se entiende que para llegar a esta instancia, previamente se ha tenido que estructurar el problema de diseño, definir las actividades, saber qué acciones se deben ejecutar y cuáles no. Debido a estas consideraciones, la investigación se propone por medio de la realización de tres publicaciones integradas por los constructos CO1, CO2 y CO3, en diferentes grados de relación y exploración, tomando el factor de importancia como principal o secundaria, a lo menos en una de las publicaciones desarrolladas.

Capítulo 4
Resultados

4. Resultados

El presente capítulo fue desarrollado a partir de la estructura planteada del conjunto de hipótesis y de constructos de la investigación. Los resultados son presentados de manera secuencial e integrada a la vez (exploratoria y descriptiva), considerando el método cualitativo y cuantitativo. Los resultados de la investigación se fundamentan en los hallazgos realizados en: *a) revisión de la literatura y b) análisis de datos y resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados a estudiantes y expertos.*

La presentación de los resultados se realizan a partir de los hallazgos de la revisión de la literatura que apoyan la exploración actualizada del fenómeno estudiado: El proceso de diseño, su estructura y ejecución, así como también las variables que lo constituyen. En segundo lugar se presentan los resultados y hallazgos realizados con los datos obtenidos de las encuestas, Estos resultados se exponen a partir del conjunto de preguntas principales planteadas en los esquemas metodológicos de la investigación (ver Tablas de relaciones de las preguntas de cuestionario: estudiantes y expertos).

4.1 Comprensión de los resultados: exploratorio - descriptivo

Respecto del Constructo 1 (CO1): **proceso de diseño**, se realiza una revisión profunda de la literatura relacionada con el fenómeno estudiado con los diferentes modelos utilizados para la realización del proceso de diseño, se analizan las relaciones entre las dimensiones forma, función y estilo, así como también la comprensión de las estructuras propuestas para el proceso de diseño desde la perspectiva del diseño y la ingeniería y de las actividades de diseño que componen el problema de diseño. En segundo lugar se muestran los resultados de la fase descriptiva de los hallazgos de la respuesta a las preguntas principales y secundarias expuestas en los cuestionarios para estudiantes y expertos. En la fase descriptiva se analizan e identifican las secuencias de pasos, acciones y tareas, las coincidencias y discrepancias entre diseñadores e ingenieros durante el desarrollo del proceso de diseño.

El constructo 2 (CO2), se relaciona con **diseño conceptual**, donde la investigación se centra principalmente en dos variables: *a) definiciones terminológicas de concepto de diseño, definiciones e instancia de generación, y b) conceptualización y acciones conceptuales para representar al concepto de diseño.* En su fase descriptiva se evalúan los datos obtenidos de las respuestas a las preguntas principales de los cuestionarios aplicados a los

grupos participantes del estudio. Por último el Constructo 3 (CO3), que tiene relación con la **representación del diseño (dar forma)**, se exploran los factores y dimensiones asociadas a los aspectos de la definición de la apariencia física del producto, las relaciones e interconexiones entre las acciones conceptuales que realizan diseñadores e ingenieros para dar forma al concepto y al diseño. Se analizan las concordancias y discrepancias de las acciones conceptuales y pasos para definir las representaciones del diseño y la influencia de la función y del atributo a la hora de dar forma al producto. s en el diseño de productos y sus relaciones con las etapas en las que se definen.

La estructura del planteamiento de la presentación de los resultados (Figura 14). En primer lugar la fase exploratoria (cualitativa), la cual interviene con un estudio de la literatura actualizada para una mejor comprensión y conocimiento del fenómeno del proceso de diseño. En segundo lugar la fase descriptiva (cuantitativa y cualitativa) que muestra las variables expuestas para cada uno de los constructos y a las hipótesis. Estas variables integran el conjunto de preguntas del cuestionario aplicado a estudiantes y expertos.

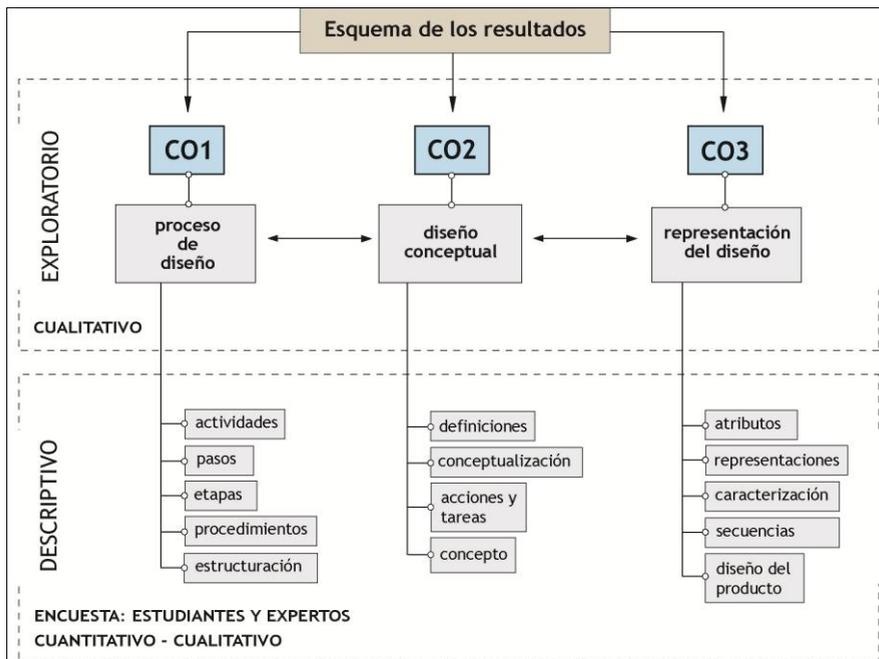


Figura 14: Esquema del análisis de los resultados.

4.2 Constructo 1 (CO1): Proceso de Diseño

Se desarrolla a partir de las hipótesis establecidas en la investigación. Los resultados dan cuenta del planteamiento expuesto en el modelo metodológico propuesto para su desarrollo del tipo exploratorio y descriptivo.

En primer lugar se presentan los resultados obtenidos, para el constructo CO1 (Proceso de Diseño), se sustentan en los hallazgos y consensos del análisis cualitativo en el estudio inicial hecha en la revisión de la literatura actualizada que da cuenta cronológicamente de las referencias, tanto de autores especializados en el proceso de diseño, como del estudio de los modelos tradicionales para la resolución del problema de diseño. Se considera, a su vez los distintos puntos de vista del diseño y la ingeniería.

En segundo lugar, los resultados obtenidos de las respuestas de las encuestas, centra el análisis y evaluación por medio de la agrupación de preguntas principales y sus relaciones, s cuales se interconectan por medio de los entornos más próximos para la realización de las acciones y tareas más típicas del proceso de diseño, de las actividades que lo componen para su realización y de la estructura del modelo metodológico del proceso de diseño. Para esto se recurre a dos objetivos principales:

1. Analizar los distintos modelos metodológicos para la realización del Proceso de Diseño, las actividades que lo integran, la estructuración y las dimensiones que intervienen desde el diseño y la ingeniería.
2. Identificar las secuencias de pasos que se ejecutan durante la realización del proceso de diseño, las acciones y tareas que se ejecutan por diseñadores e ingenieros.

4.2.1 Resultados del Constructo 1 (CO1): exploratorio

4.2.1.1 Modelos para el proceso de diseño

Se observa en la revisión de la literatura que las actividades más descritas del proceso de diseño son las relacionadas con el dominio de la ingeniería y las menos descritas las de índole más creativa, del dominio del diseñador. También se visualizan con mayor claridad y recurrencia los modelos de pensamiento del tipo funcional y de reducción de pasos que se apoyan en la temporalidad del proceso, que intentan resolver rápidamente el problema de diseño. Este tipo de modelos fundamentan su estructura en factores más

duros y lógicos como los parámetros del diseño, requerimientos, especificaciones o el conjunto de objetivos que se deben cumplir. Algunos modelos hacen énfasis en generar lo antes posible la solución de diseño (Cross, 2002), suelen centrarse en la solución del problema, y posteriormente en el análisis de esta solución. Son, por lo general, modelos sencillos como el de Gugelot (1963), que se enfocan en la reducción de fases, apenas contemplando las actividades que deben realizarse durante el proceso de diseño, son los llamados “**modelos descriptivos**”. Este tipo de modelos permiten identificar claramente las etapas que constituyen la estructura del proceso de diseño tradicionalmente aceptadas, como se observa en la Figura 15. Los modelos descriptivos intervienen en el proceso a través del agente que diseña de manera simple y secuencial, como lo haría el método científico de prueba y error, o de ensayos heurísticos en busca de la solución para el problema de diseño.

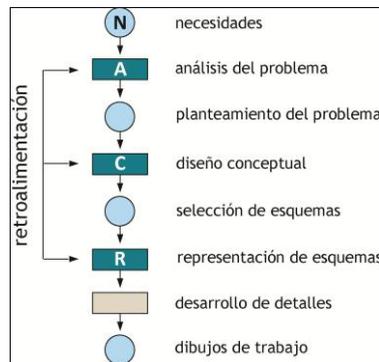


Figura 15: Estructura descriptiva del proceso de diseño. Adaptado de French (1999).

Al observar este tipo de modelos veremos que permiten comprender el problema de diseño y ordenar la información generada en el proceso, pero no permiten identificar el plan de acción para su ejecución. Por otra parte existen otro tipo de modelos que centran sus esfuerzos en el diseño de conjunto. Estos entregan pautas de cómo desarrollar las etapas de implementación y algunas veces el plan de trabajo de cada una de las actividades que conforman la estructura del modelo, denominándolos como “**modelos prescriptivos**”. Incorporan en las actividades y pasos del proceso de diseño los procedimientos, tareas, y acciones necesarias que se deben realizar para la obtención de información relevante, buen análisis y ejecución. También se encuentran los modelos que están “**orientados a la creatividad**”, los cuales consideran de manera simple e intuitiva los

procedimientos para realizar principalmente las acciones conceptuales inherentes al diseñador.

Por otra parte los modelos centrados en la ingeniería suelen carecer de procedimientos orientados al proceso creativo. La fase de diseño conceptual desde el punto de vista de la ingeniería está considerada en las fases iniciales del proceso, identificándose sobre todo con el dominio técnico y las estructuras funcionales. La solución de diseño se determina basándose en los parámetros y especificaciones iniciales, y por lo general se define el concepto de diseño en las fases preliminares del proceso de ingeniería. En la Figura 16 se aprecia que en la trayectoria del proceso de diseño las fases de entrada y salida del diseño (F1 y F3) son fases de menor duración y con poca caracterización del diseño conceptual, mientras que las fases de realización y caracterización del producto requieren de la mayor parte del tiempo para su definición (F2). Se aprecia que las tareas iniciales y finales están sistematizadas, a diferencia de aquellas pertenecientes a las fases intermedias en las que domina lo abstracto y lo conceptual.

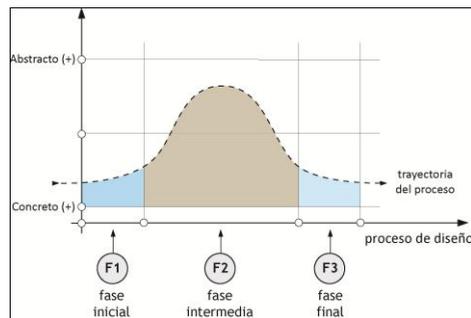


Figura 16: Trayectoria del proceso de diseño. Elaboración propia

Según Pugh (1991), al considerar las necesidades del consumidor y el mercado se controlan los procesos que permiten diseñar y desarrollar el producto. En esta tipología podemos encontrar los modelos denominados axiomáticos, como el de Suh (1995), de orientación científica para la resolución del problema de diseño, el cual sintetiza todas las actividades del diseño y del proceso, así como los requisitos funcionales en los denominados "**dominios técnico-funcionales**", dejando al "**dominio físico**" las acciones y tareas que complementen la solución desde la perspectiva de la ingeniería. Su base fundamentalmente teórica deja claro que el propósito es vincular la forma del diseño con la función.

Por otra parte, los modelos prescriptivos, como el de Dym & Little (2006), proponen integrar las especificaciones y atributos que conducen eficientemente a la fabricación del producto. Proponen un input desde las necesidades del cliente y a continuación el desarrollo de la fase de diseño conceptual, generando en esta etapa el concepto de diseño. Estos modelos no dan solución a los sub-problemas que pudieran generarse con el diseño, sobre todo donde adquieren importancia los aspectos morfológicos y la representación de los subsistemas físicos, los cuales deben interactuar con los sistemas funcionales. Los factores que no vienen delimitados por la ingeniería dificultan su integración en la fase de diseño conceptual, principalmente debido a que es la parte más abierta y abstracta del proceso de diseño. Las acciones y tareas que establecen la mayoría de los modelos, con respecto al proceso de diseño, permiten inferir que habitualmente se dan cuatro fases típicas que definen dicho proceso: *analizar*, *sintetizar*, *evaluar* y *ejecutar*. Se observa que en la identificación de acciones y tareas, la claridad de saber quién ejecuta cada paso y en qué momento, genera una discusión en torno a la importancia de los agentes participantes, basándose generalmente en la experiencia, entrenamiento y dominio del conocimiento de quien lo realiza. Una de las dimensiones más importantes a considerar es el “*espacio de diseño*”, el cual permite representar en el “*dominio del objeto*” los aspectos y rasgos formales del concepto de diseño como se muestra en la Figura 17, donde el dominio morfológico y el dominio funcional se encuentran al mismo nivel lo que permite determinar el diseño de manera conjunta.

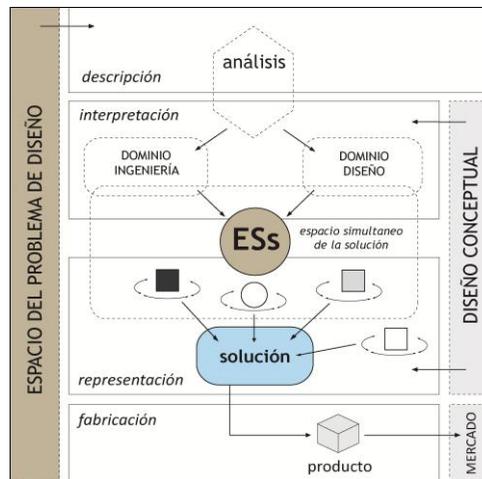


Figura 17. Modelo teórico del espacio de diseño. Elaboración propia

A su vez cada fase de diseño, en sus distintos estadios de realización, se constituye por una serie de pasos y actividades. Estos a su vez lo integran acciones, tareas y procedimientos, los cuales intentan realizar ordenadamente una estrategia para cumplir con el propósito. La realización del proceso de diseño tiene un gran número de ofertas metodológicas que de alguna manera representan diferentes propuestas dependiendo de la orientación y de quien ejecuta las acciones.

4.2.1.2 La estructura del diseño

El diseño no solo se limita a la representación externa de un objeto señalado por Alcaide y otros autores (2001), a su estética, a la apariencia o solo a los aspectos morfológicos, como lo indica Briede (2005), tales como la textura o el color, sino que se refiere al diseño de un producto en todo su conjunto. En cambio el término anglosajón *design* se asocia al conjunto de actividades que se realizan desde la idea inicial hasta la obtención del resultado del proyecto de diseño en su totalidad. Por otra parte el diseño de pensamiento funcional se centra en la temporalidad del proceso intentando resolver rápidamente el problema dando cumplimiento al propósito propiciado por los requerimientos y especificaciones. Estos modelos de tipo secuencial, como lo muestra la Figura 18, se apoyan en las actividades tradicionales o genéricas de diseño consideradas de índole más duros y racionales en concordancia con el dominio de la ingeniería.

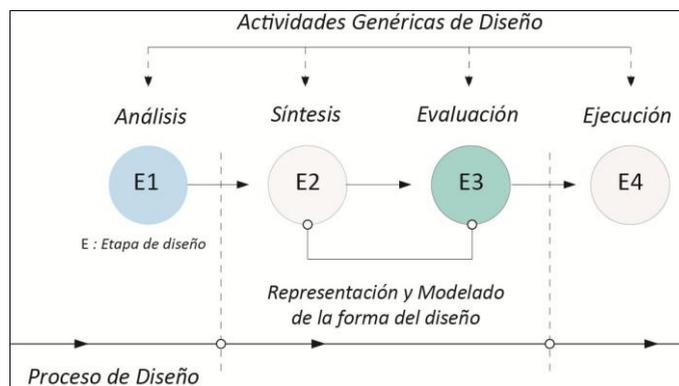


Figura 18: Proceso de diseño secuencial. Adaptado de Oxman (1999).

La mayoría de estos modelos enfatizan la rápida generación del diseño como expone Cross (2002), centrándose en la solución del problema y posteriormente en el análisis de la solución. En este tipo de estructuras el diseñador interviene de manera simple y secuencial, como lo haría el método científico de prueba y error. Dym & Little (2001) señalan que los modelos del proceso de diseño con este tipo de estructuras, proponen integrar inicialmente las especificaciones y atributos, interpretando eficientemente al conjunto de necesidades, dando continuidad al proceso en el momento de realizar la actividad de diseño conceptual. Generalmente no dan solución a los sub-problemas del diseño, sobre todo cuando adquieren importancia los aspectos de representación, apariencia y expresión formal del diseño. De hecho los factores que más dificultan la integración de las acciones conceptuales son aquellos en los que predomina la abstracción, el manejo de las ideas y las representaciones mentales, ya que se consideran como las más abiertas y borrosas del proceso de diseño. El modelo de Ulrich & Eppinger (2004) o el de Otto & Wood (2001), proponen estructuras con estados de acción intermedia para la generación del concepto, los cuales estarían definidos a partir de tres acciones principales: **a) la interpretación de las necesidades, b) la determinación de las especificaciones y c) la definición de los sistemas funcionales** como se muestra en la Figura 19.

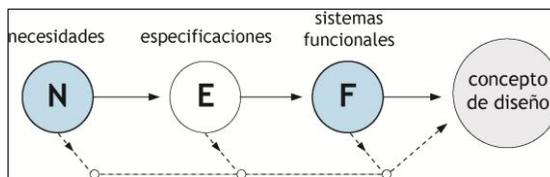


Figura 19. Modelo conceptual para la definición del concepto de diseño.

La estructura del diseño, como lo señala Nguyen & Zeng (2010), se determina por cuatro operaciones principales: *análisis del problema, evaluación de la solución, generación de la solución y la expresión de la solución*. En esta última operación debiera constituirse la representación y definición de la apariencia diseño. En cambio Dorst (2007), señala que la descripción del problema de diseño debe ser apoyado por los diseñadores en cómo perciben, interpretan y estructuran el problema teniendo en cuenta principalmente el nivel de experiencia y la secuencia de actividades descritas. Como expone Hao & Ching-Chiuan (2010), la definición de categorías de codificación de la estructura del proceso: el análisis del problema, la síntesis de la solución y la evaluación concuerda con las estructuras descritas en la literatura estudiada.

En este tipo de estructuras la representación de la forma estaría dada en la actividad de síntesis del problema. Se observa que la estructura del diseño no tiene un único esquema o modelo de representación, así como tampoco similitud en la utilización de términos y significados particulares o únicos. Tampoco se advierten acuerdos, tanto en la terminología como de las acciones que dan lugar al paso del concepto a la forma del producto.

Otro tipo de estructuras de modelos, como el de Hernandis (2003), responden a un ordenamiento de pasos con un enfoque sistémico. Este tipo de modelos apoya eficientemente la definición de las actividades para la resolución del diseño conceptual. El aporte de esta metodología es su flexibilidad al momento de ejecutar las acciones conceptuales que definen la solución de diseño, ya que contempla de manera concurrente todos los sub-sistemas que se relacionan con los procedimientos, apoyando en todo momento el proceso de diseño conceptual.

El diseño al ser de carácter dinámico y sistemático requiere controlar el proceso en todo momento durante el desarrollo de productos (Pugh, 1991). Para Restrepo & Christiaans (2004), la estructuración del problema de diseño ocurre al comienzo del proceso, pero también ocurre a medida que se avanza en la ejecución de las actividades. Este tipo de procedimientos progresivos permite al equipo de diseño enfocarse en el problema y en la solución de diseño a la vez. En otros modelos la estructura deriva de la negociación interna del equipo de diseño, sobre todo al momento de tomar acuerdos para determinar las acciones y tareas que se llevarán a cabo durante todo el proceso. Estructurar el problema es la labor más importante del proceso, y las acciones derivadas que las integran deben estar claras y servir de guía al diseñador con la intención de modelar la solución de diseño. Es importante mencionar que los procesos cognitivos y creativos de los diseñadores, como lo señalan Nguyen & Zeng (2010), son considerados como actos exploratorios y flexibles que deben integrarse en una serie de pasos lógicos y bien estructurados para resolver el problema de diseño. Sin embargo es un hecho contrastante, propuesto en diferentes metodologías de diseño, el reto de concordar el tipo de acciones creativas que nacen de la libertad y flexibilidad del diseñador frente a acciones más rígidas y lógicas representadas en una estructura que resuelva eficientemente el problema de diseño.

4.2.1.3 Las actividades y acciones del diseño

Las actividades del diseño están estrechamente ligadas con la generación del concepto y con la solución de diseño (Sym & Duffy, 2003). Estas actividades consideran acciones y tareas que se realizarán a partir de la información de entrada y de los requerimientos de diseño. Por lo general, estas actividades suelen ser de índole racional (Sim & Duffy, 2003), y confieren al proceso de diseño la posibilidad de contar con una estructura del proceso de diseño, generalmente apoyada de manera estratégica mediante métodos de diseño para darle continuidad y valor a las acciones y tareas que se ejecutan. Según Dorst (2007), las actividades del diseño pueden verse como el conjunto de necesidades, requisitos e intenciones del problema de diseño, siendo inalterables durante la ejecución del proceso de diseño. Para que esto sea posible, la información que se recoge debe ser comprendida y sistematizada por quienes participan del proceso en su estado de realización. Cada una de las actividades de diseño está descrita o prescrita mediante un lenguaje y terminología asociada a los múltiples dominios del diseño y del conocimiento que tenga el agente o equipo que diseña. De hecho los modelos podrían estar representados indistintamente por un conjunto de fases, actividades o pasos, apreciando que el uso del lenguaje con la que se denomina la actividad no está totalmente compartida por la comunidad, ya que desde el punto de vista del diseño y la ingeniería las actividades son conceptualmente distintas Birmingham (1997), citado por Sim & Duffy (2003).

Para Reymen et al. (2006), la actividad de diseño es un estado transitivo que provoca la transformación de los objetivos y un cambio de estado conceptual hacia una forma física. Para que esto ocurra deben reunirse los datos e información fundamentada, y expuesta en la estructura del problema de diseño mediante las actividades que se realizarán. El carácter rutinario o adaptable de las actividades y acciones dependerá de la experiencia previa y de las representaciones mentales que el equipo de diseño construya sobre ella (Dorst, 2007), ya que todo proceso de diseño comprende acciones repetidas como también nuevas y novedosas.

La narrativa para describir las actividades del proceso de diseño, desde la perspectiva interdisciplinaria, dependerá del grado de complejidad con que se presente el problema de diseño, señalado por Mosborg y otros autores (2005). En este mismo sentido Atman, Kilgore & Mckenna (2008) señalan que el número de actividades prioritarias que se requieran, también señalado por Sim & Duffy, (2003), Mosborg et. al (2005) respecto a la práctica, clasificación y listados de actividades genéricas de diseño. Estas actividades del diseño, según lo indica Sim & Duffy (2003), pueden ser categorizadas según su

finalidad o propósito en: *a)* la formulación del problema (definición), *b)* soluciones de diseño (generación) y *c)* la estrategia del problema de diseño (gestión). Según esta categorización de actividades, en la categoría *b.* se observan dos sub-actividades cuyo propósito es satisfacer a las necesidades, requisitos y objetivos del diseño:

- La de generar y combinar los conceptos para describir cualitativamente una transformación que derive en la solución de diseño.
- La de modelar la solución, proporcionando el medio de comunicación de los resultados de diseño, y que sirven de representación abstracta del diseño (sentido de idealización del concepto), y de un modelo físico representativo como resultado del estado de conceptualización (el concepto).

Una cualidad importante de las actividades de diseño es su granularidad (Sim & Duffy. 2003), es decir la capacidad de descomponerse en un número de acciones conceptuales (niveles de abstracción) que permitan cumplir con el propósito de la actividad. En este sentido los modelos enfrentan el proceso de diseño desde distintos espacios de resolución del problema, tomando relevancia la organización sistemática y jerárquica de los pasos que se representen, ya sea en bloque o grupo de las etapas que se deben realizar, y estarán representados por operaciones básicas o genéricas del proceso como por ejemplo en el modelo de Cross, (1994): *exploración, generación, evaluación y comunicación*, o el de Hubka & Eder, (1982): *diseño conceptual, orden del diseño y diseño de detalles*.

4.2.2 Resultados del Constructo 1 (CO1): descriptivo

El estudio cuantitativo se centra en analizar y comprender el fenómeno del constructo “*Proceso de Diseño*” y en determinar los datos relacionados con las hipótesis de la investigación, y desarrollados a partir de los datos obtenidos en los estudios con estudiantes y expertos con la aplicación de los cuestionarios a ambos grupos. El análisis se desarrolla a partir de una serie de preguntas relacionadas con el CO1 (Proceso de Diseño). Del grupo de preguntas para se utiliza una escala de valoración tipo Likert, la cual mide el grado de importancia, el orden y las secuencias de pasos y acciones para la realización tradicional del proceso de diseño.

Encuesta a estudiantes

4.2.2.1 Pasos y etapas en el proceso de diseño

Se presentan en el cuestionario una serie de acciones y tareas típicas para la realización del Proceso de Diseño como lo muestra la Tabla 14. Frente a la pregunta: “Valore la importancia que usted le asigna a las etapas del proceso de diseño”. Y definiendo un intervalo de seguridad de un 10% sobre la media muestral= \bar{x} .

Código	Variable
A1	recoger datos para el proyecto
A2	analizar los datos y el mercado
A3	establecer objetivos para el proyecto
A4	fase creativa
A5	desarrollo del concepto de diseño
A6	dar soluciones de diseño
A7	establecer parámetros y funciones
A8	diseño de detalles
A9	establecer las especificaciones técnicas
A10	modelado informático y planimetría
A11	generación de prototipos para validación

Tabla 14: Variables de la pregunta para el proceso de diseño.

Podemos decir que con un 90% de seguridad, las opciones **A1=0.010**, **A4=0.038**, **A7=0.012** y **A9=0.095**, son las opciones que presentan un mayor consenso entre ingenieros y diseñadores, dado que el coeficiente de SIG.= 0.1 (α de Crombach), por lo que se encuentran dentro del intervalo de seguridad, indicado en los porcentajes **A1=1%**, **A4=3.8%**, **A7=1.2%**, y **A=9.5%**, como lo muestra la Tabla 15, en el análisis factorial, por lo que podemos asegurar que las opciones que se indican son válidas inter grupo: diseño e ingeniería.

		ANOVA	
		F	Sig.
<i>estudiantes: diseño - ingeniería</i>			
A1	recoger datos para el proyecto	6,694	,010
A2	analizar los datos y el mercado	,434	,510
A3	establecer objetivos para el proyecto	1,251	,264
A4	fase creativa	4,345	,038
A5	desarrollo del concepto de diseño	,378	,539
A6	dar soluciones de diseño	,576	,448
A7	establecer parámetros y funciones	6,411	,012
A8	diseño de detalles	,805	,370
A9	establecer las especificaciones técnicas	2,806	,095
A10	modelado informático y planimetría	,824	,364
A11	generación de prototipos para validación	,087	,769

Tabla 15: Análisis factorial, pasos y etapas del proceso de diseño: estudiantes.

Para saber si las opciones más votadas según los resultados que arroja el análisis factorial, se recurre a una identificación intra grupos mediante el análisis del Coeficiente de Variación de Pearson (C.V.) de los estudiantes de diseño e ingeniería con el propósito de obtener un análisis más profundo.

<i>Coefficiente Variación de Pearson (C.V.): estudiantes diseño / ingeniería</i>									
Código	diseño		ingeniería		total del grupo		diseño	ingeniería	
	Media	Des.típica	Media	Des.típica	Media	Des.típica	C.V.	C.V.	
A1	3,63	,626	3,45	,709	3,54	,672	0,17	0,21	
A2	3,44	,644	3,39	,754	3,42	,699	0,19	0,22	
A3	3,61	,620	3,53	,703	3,57	,661	0,17	0,20	
A4	3,55	,672	3,41	,741	3,48	,709	0,19	0,22	
A5	3,32	,781	3,27	,741	3,29	,761	0,24	0,23	
A6	3,58	,686	3,53	,732	3,55	,708	0,19	0,21	
A7	3,45	,724	3,26	,695	3,36	,715	0,21	0,21	
A8	3,27	,735	3,20	,778	3,24	,756	0,22	0,24	
A9	3,33	,780	3,20	,757	3,27	,771	0,23	0,24	
A10	3,40	,813	3,32	,721	3,36	,770	0,24	0,22	
A11	3,23	,854	3,21	,839	3,22	,846	0,26	0,26	

Tabla 16: Coeficiente de Variación de Pearson: estudiantes.

Según las opiniones de los estudiantes, se observa la existencia de coincidencias y homogeneidad en las respuestas obtenidas, afirmado por la expresión: **“a mayor valor del C.V.(>1) más heterogeneidad de los valores obtenidos, y a menor valor C.V.<1) mayor homogeneidad en los valores de la variable”**. Los resultados obtenidos, como lo muestra la Tabla 16, permite analizar aquellos valores dentro del intervalo definido ($\alpha=0.10$).

Estudiantes de diseño

En la evaluación del grupo de estudiantes de diseño, se identificaron las variables que se encuentran dentro del intervalo de confianza definido ($\alpha=0.10$), **A1, A4, A7 y A9**, donde la opción con mayor homogeneidad y coincidencia es la **A1=“recoger datos para el proyecto”** (C.V.=0.17), seguido de la opción **A4= “fase creativa”** (C.V.=0.19), no así las opciones **A7 y A9** las cuales a pesar de que se encuentran de las más votadas y consensuadas por los estudiantes de diseño, sus valores porcentuales alcanzan niveles más cercanos al 1, pero de forma leve. Por otra parte si analizamos el total de la muestra y su valoración nos encontramos que donde existe un mayor nivel de coincidencia y homogeneidad, a pesar de no tener la confianza, por no estar dentro del intervalo definido ($\alpha=0.10$), podemos decir que todas aquellas opciones donde existe el mayor nivel de consenso, pero no podemos asegurarlo, es en aquellas opciones asociadas a las acciones y tareas con orientación propias del diseñador, tales como **“analizar los datos y el mercado”**(C.V.=0.17), o **“soluciones del diseño”** (C.V.=0.19). Se explica la selección debido a la naturaleza formativa del grupo de estudio, la cual está orientada hacia el diseño de productos, a factores más abstractos, creativos orientados a las soluciones y a las expresiones de la forma del producto, donde tienen un mayor grado de importancia los sistemas morfológicos y la representación de los subsistemas físicos que posibilitan la definición y expresión formal del diseño.

Estudiantes de ingeniería

En este grupo las opciones más valoradas y coincidentes son **A1=“recoger datos para el proyecto”** (C.V.=0.21), seguido de la opción **A7=“establecer parámetros y funciones”** (C.V.=0.21), no obstante las otras dos opciones consideradas dentro del intervalo de confianza (A4 y A9), no representan el consenso esperado intra grupo en los estudiantes de ingeniería. Por otro lado aquellas opciones con mayor coincidencia y homogeneidad entre los estudiantes de ingeniería nos da como resultado la opción **A3=“establecer**

objetivos para el proyecto” (C.V.=0.20), efectivamente es una de las tareas asociadas a la recogida de datos para el proyecto, así como también al establecimiento de parámetros para el diseño, todas ellas de naturaleza más dura y concreta que se pueden validar en cualquier momento del proceso de diseño, y que considera aquellos aspectos y propiedades del dominio técnico-funcional, dejando en un nivel más bajo para este grupo de estudio aquellas opciones que “complementan” las tareas para dar solución al diseño. Se consideran también dentro de las tareas que definen el modelado del proceso de diseño a partir de las funciones que describen el propósito del diseño.

Todas las opciones valoradas, tanto por estudiantes de diseño como de ingeniería dan cuenta de que efectivamente existen por una parte tareas y acciones en común las que son igualmente consideradas a la hora de realizar el proceso de diseño, y por otro lado confirma lo expresado en la investigación de la literatura relacionada con la utilización de modelos metodológicos del proceso de diseño donde existe concordancia y coincidencia en aquellas tareas más relevantes y a las que se recurre para realizar el diseño en particular por cada grupo de estudio, considerando la pertinencia al dominio específico del diseño.

4.2.2.2 Secuencia de pasos en el proceso de diseño

Los estudiantes de diseño e ingeniería, frente a la pregunta: “*Cuál de las siguientes secuencias coincide con usted para desarrollar el proceso de diseño*”, (Tabla 17). Para realizar el siguiente análisis se medirán mediante análisis de frecuencias (tablas de contingencia), dado que las opciones de la pregunta son claras y discriminantes, y los encuestados debieron seleccionar solo una secuencia de la serie presentada.

Secuencias				
análisis	investigación	información	investigación	concepto teórico
conceptos	análisis	análisis	objetivos	concepto de diseño
propuestas	desarrollo	objetivos	análisis	concepto de producto
especificaciones	especificaciones	forma	propuestas	producto
detalles	evaluación	evaluación	modelos	
prototipo		ejecución	evaluación	
A	B	C	D	E

Tabla 17: Secuencias de pasos del proceso de diseño: encuesta a estudiantes

El análisis de la medición de frecuencias de las respuestas (Tabla 18), podemos inferir que tanto estudiantes de diseño como de ingeniería valoran la opción **D** como la secuencia más votada un **31.5%**. Desde la perspectiva de los estudiantes de diseño la secuencia **D** fue seleccionada con un **32,5%**, en cambio para los estudiantes de ingeniería la selección fue de un **30,4%**, con estos resultados se infiere solo un nivel de consenso. Podemos apreciar también que la opción **A** tuvo una valoración alta respecto a las otras opciones con un **29.3%** de selección. En este sentido se puede apreciar que tanto estudiantes de diseño como los de ingeniería, debido al número de veces seleccionadas, no presenta una clara definición frente a la pregunta asociada a las secuencias de la serie presentada. Si analizamos las acciones que incluyen cada una de las dos series más valoradas, **A y D**, se advierte que tanto estudiantes de diseño e ingeniería se inclinan por ambas opciones por lo que se considera que no existe una mayor valoración o diferencias, coincidiendo en la selección de las secuencias.

Secuencias	Frecuencias					
	diseño		ingeniería		total del grupo	
	selec.	n=209	selec.	n=191	selec.	n=400
A análisis-conceptos-propuestas-especificaciones-detalles-prototipo	65	31,1%	52	27,2%	117	29,3%
B investigación-análisis-desarrollo-especificaciones-evaluación	4	1,9%	8	4,2%	12	3,0%
C información-análisis-objetivos-forma-evaluación-ejecución	42	20,1%	48	25,1%	90	22,5%
D investigación-objetivos-análisis-propuestas-modelos-evaluación	68	32,5%	58	30,4%	126	31,5%
E concepto teórico-concepto de diseño-concepto de producto-producto	30	14,4%	25	13,1%	55	13,7%

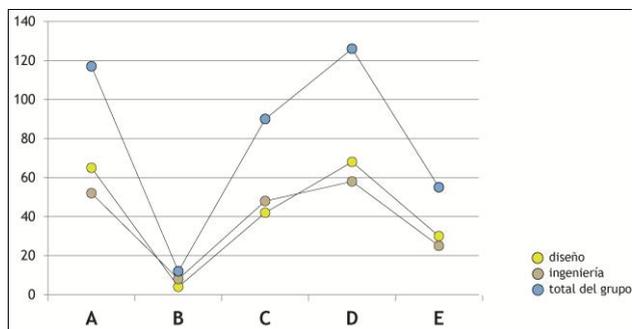


Tabla 18: Análisis de frecuencias: estudiantes.

La interpretación de los datos obtenidos en la exploración de las tareas y acciones que se realizan desde la perspectiva de estudiantes de diseño e ingeniería para la realización del Proceso de Diseño efectivamente indica que las concordancias existen y que aquellas tareas que generan una clara definición y gestión de datos para el proceso son las más importantes, tales como el análisis, la investigación las propuestas de diseño y las evaluaciones (prototipos) que se realicen para validar los modelos del diseño. En este sentido y asociándolo con la pregunta anterior donde debían asignar importancia a las etapas presentadas en la serie, las opciones más valoradas y con un claro consenso entre ambos grupos de estudio fueron **“recoger datos para el proyecto”**, **“establecer parámetros y funciones”** y las **“establecer las especificaciones técnicas”**, por lo que confirma que la claridad para la realización del Proceso de Diseño está en las tareas más concretas y duras, sobre todo las que son del dominio funcional. Estas se identifican con ambos grupos de estudio sobre todo en las tareas iniciales. Se observa que no hay discrepancias en la manera de abordar las tareas cuando se asocian a los aspectos funcionales, fijar objetivos o determinar las especificaciones del diseño (Ulrich & Eppinger, 2004).

Encuesta a expertos

Cabe destacar la relevancia y confiabilidad de la opinión del grupo de estudio con expertos (n=20) ya que todos tienen pertinencia y praxis en la realización del proceso de diseño, así como también la gran mayoría con experiencia en la formación de estudiantes en las áreas del diseño y la ingeniería. Es así como se relacionan con los conceptos y variables propuestos en la investigación expresados en la encuesta.

4.2.2.3 Modelos metodológicos para el proceso de diseño

En este apartado se estudia la opinión del grupo de expertos y especialistas en el área del diseño y la ingeniería a partir de la aplicación de un cuestionario. Los modelos revisados en la literatura para contrastar la opinión de los expertos integran diferentes tipologías y visiones como lo muestra la Tabla 19, considerando los modelos más utilizados en diseño e ingeniería, y en la manera de abordar la realización del proceso de diseño.

Modelos metodológicos			
1	descriptivo	5	de dimensiones del proyecto
2	evolutivo	6	sistémico
3	pescriptivo	7	taxonómico
4	axiomático	8	comparativo

Tabla 19: Tipología de modelos del proceso de diseño: expertos.

Frente a la pregunta: “Indique el tipo de modelo metodológico asociado al sistema utilizado por usted en el proceso de diseño”, las respuestas de los expertos indican que el tipo de modelos más utilizados son los del tipo “**evolutivo**” con un **40,0%** de las preferencias correspondiente a **8** selecciones principales y **2** selecciones secundarias correspondiente a un **10,0%**, como lo muestra la Tabla 20. En cuanto a la segunda preferencia con un **35,0%**, correspondiendo al uso de modelo “**sistémico**”, con **7** preferencias principales y **4** selecciones secundarias correspondiente a un **20,0%**, lo que indica que este tipo de modelos son cada vez más utilizados, ya que abordan de manera concurrente los pasos y procedimientos del proyecto de diseño, con un enfoque eminentemente estratégico tal y como lo señala Hernandis (2003).

Modelos metodológicos		Frecuencias					
		principal		secundario		total grupo	
		selec.	n=20	selec.	n=20	selec.	n=40
1	descriptivo	3	15,0%	0	0,0%	3	7,5%
2	evolutivo	8	40,0%	2	10,0%	10	25,0%
3	pescriptivo	0	0,0%	2	10,0%	2	5,0%
4	axiomático	0	0,0%	1	5,0%	1	2,5%
5	de dimensiones del proyecto	0	0,0%	2	10,0%	2	5,0%
6	sistémico	7	35,0%	4	20,0%	11	27,5%
7	taxonómico	0	0,0%	2	10,0%	2	5,0%
8	comparativo	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
	no responde	2	10,0%	7	35,0%	9	22,5%

Tabla 20: Frecuencias en el uso de modelos para el proceso de diseño: expertos.

Los modelos evolutivos son utilizados preferentemente por la ingeniería como el de Gero (2000), los cuales se caracterizan por el incremento e iteración de las tareas típicas de la ingeniería y su cumplimiento a partir de los sistemas funcionales del diseño, su naturaleza resolutiva se identifica con la ingeniería, complementándose en un segundo nivel con los aspectos físicos y caracterización de la forma del diseño para la solución del diseño.

4.2.2.4 Acciones y pasos del proceso de diseño

En este análisis se estudian los pasos y acciones que comúnmente realizan los expertos para desarrollar el proceso de diseño. Se basó en las secuencias de pasos de las estructuras de los modelos metodológicos más utilizados y recurrentes para la resolución del problema de diseño tal y como lo muestra la Tabla 21.

<i>Modelos</i>	<i>Descripción de etapas / pasos</i>		
Asimov (1962)	Necesidades Factibilidad	Diseño preliminar Diseño de detalles	Producción
Hubka y Eder (1982)	Diseño conceptual Orden del diseño	Diseño de detalles	
French (1985)	Necesidades Análisis del problema	Diseño conceptual Esquemas del diseño	Diseño de detalles
Gómez-Senent (1989)	Información Necesidades	Estudio preliminar Diseño básico	Diseño detallado Desarrollo
Pugh (1990)	Mercado Especialización	Concepto de diseño Diseño de detalles	Fabricación Comercialización
Gero (1990)	Formulación Síntesis	Análisis Evaluación	Reformulación Descripción del diseño
Suh (1990)	Atributos del usuario Requerimientos funcionales	Parámetros del diseño Variables del proceso	
Cross (1994)	Exploración Generación	Evaluación Comunicación	
Ulrich (1995)	Planeación del producto Desarrollo del concepto	Diseño del sistema Diseño de detalles	Pruebas Producción
Pahl & Beitz (1996)	Tarea Clarificación de la tarea	Diseño conceptual Materialización del diseño	Diseño de detalles
Hernandis (2003)	Diseño estratégico Diseño conceptual	Diseño de detalles Simulación	Validación
Dym (2006)	Definición Necesidades Diseño conceptual	Diseño preliminar Diseño detallado	Comunicación Fabricación

Tabla 21: Estudio de modelos metodológicos del proceso de diseño.

Los pasos y etapas expuestas en estas estructuras se utilizan para proponer las variables a los expertos para el análisis posterior. Se propone por tanto la serie de acciones (pasos), (Tabla 22) para la encuesta.

Pasos y acciones			
A1	mercado	A9	diseño conceptual
A2	necesidades	A10	esquemas y sistemas del diseño
A3	concepto de producto	A11	desarrollo de la forma
A4	información y análisis del problema	A12	alternativas y soluciones del diseño
A5	formulación del problema	A13	diseño de detalles
A6	requerimientos y parámetros	A14	prototipos y evaluaciones
A7	objetivos y especificaciones	A15	fabricación y producción
A8	análisis y esquemas funcionales	A16	comercialización y lanzamiento

Tabla 22: Pasos y acciones del proceso de diseño: expertos.

Frente a la pregunta: “*esquematice el modelo metodológico que utiliza para realizar el proceso de diseño*”, donde un panel de expertos en el área del diseño y la ingeniería (n=20), se considera representativa en función del grupo muestral con veinte respuestas válidas.

Clase: E = experto																						
Código	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	selec.	%
A1							x								x						2	10,0%
A2						x	x														2	10,0%
A3							x														1	5,0%
A4	x	x	x			x		x	x	x	x	x		x		x	x		x		13	65,0%
A5	x																				1	5,0%
A6		x			x				x		x	x				x	x	x		x	9	45,0%
A7						x	x			x	x					x	x		x	x	8	40,0%
A8				x	x					x	x		x					x	x		7	35,0%
A9	x		x	x		x		x			x	x	x	x	x		x			x	12	60,0%
A10	x	x	x			x	x		x		x	x						x	x		10	50,0%
A11	x	x		x	x	x		x	x				x			x					9	45,0%
A12	x	x						x		x	x			x	x		x		x		9	45,0%
A13													x		x	x	x			x	5	25,0%
A14	x				x		x	x			x	x			x	x	x	x	x	x	12	60,0%
A15			x																		1	5,0%
A16							x						x		x						3	15,0%
N° de pasos	7	5	4	3	4	6	7	5	4	4	8	5	5	3	6	6	7	4	6	5		

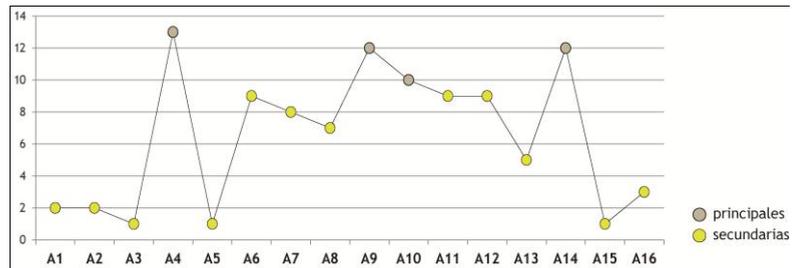


Tabla 23: Frecuencias de pasos y acciones para el proceso de diseño: expertos.

Según los resultados obtenidos para el modelado de la estructura del proceso de diseño, a partir de secuencias de pasos y acciones descritas por los expertos muestra los siguientes resultados: Se observa que las etapas más valoradas, y definiendo un rango porcentual válido en las seleccionadas $\geq 45\%$, debido al número de expertos del grupo de estudio ($n=20$). La serie contempla 16 tareas típicas de realización del proceso de diseño identificadas en los modelos tradicionales estudiados. Los esquemas de los expertos fueron

sistematizados en una matriz de frecuencia de selección múltiple. La alternativa **“información y análisis del problema”** con un 65% (13 preferencias), fue la más valorada. En segundo lugar se encuentran algunas etapas críticas tales como **“diseño conceptual”** y la realización de **“prototipos y evaluaciones”** del diseño con un 60%, correspondiente a 12 veces seleccionada por los expertos. También en un nivel intermedio se encuentran los **“esquemas y sistemas del diseño”** con un 50%, 10 veces votada. En cuanto a **“requerimientos y parámetros”**, **“desarrollo de la forma”** y **“alternativas y soluciones del diseño”** con un 45%, 9 veces seleccionadas. En este último nivel de tareas descritas se interpreta que los expertos consideran en un nivel de importancia para la realización del Proceso de Diseño aquellas tareas asociadas a la representación física del diseño (dar forma), con una clara tendencia a entender el problema de diseño y definirlo previamente a nivel conceptual. Para graficar los resultados se proceden a esquematizar el modelado del proceso integrado por las opiniones del grupo de expertos como se muestra en la Tabla 23.

4.3 Constructo 2 (C02): Diseño Conceptual

El análisis se desarrolló a partir de la integración de los factores subyacentes del constructo (C2) para su definición y comprensión relacionada a la actividad de diseño conceptual, acciones conceptuales tradicionales expuestas en los modelos metodológicos que se utilizan para el diseño conceptual, entre otros. En primer lugar la investigación se apoya en la revisión de la literatura, de donde se obtienen datos cualitativos que permiten una mejor comprensión del fenómeno estudiado.

Por otra parte la aplicación de encuestas a estudiantes de diseño e ingeniería se sustenta en un conjunto de preguntas cuyos contenidos son las variables y afirmaciones que consideran las acciones y tareas conceptuales con el propósito de definir **“diseño conceptual”**, definir e identificar el término **“concepto de diseño”** y su implicancia como factor relevante que integra el proceso de diseño conceptual. Por último se hace un análisis cualitativo que incorpora las opiniones y consideraciones de los expertos, con el propósito de validar y contrastar las respuestas de los estudiantes de diseño e ingeniería.

4.3.1 Resultados del Constructo 2 (CO2): exploratorio

En los hallazgos de la revisión de la literatura, se comenta que el proceso de diseño es de índole creativa e impredecible en la fase conceptual, como lo indica Mulet (2003), por lo que la obtención de una buena respuesta de diseño durante su desarrollo también lo es. Por otra parte, la exploración del espacio de diseño conceptual, comúnmente es de tipo divergente. Debido a esto se pueden llegar a producir un gran número de alternativas e ideas, obteniendo buenos y mejores resultados. Se observa, además, que las acciones y tareas conceptuales que se ejecutan en la mayoría de los modelos utilizados para la definición del diseño conceptual, resuelven el propósito del problema de diseño al amparo de las acciones de la ingeniería, dando importancia al diseño creativo solo cuando se *“activan o se hacen necesarias”*. El diseño y su participación en el proceso, generalmente depende de lo que resuelva la ingeniería, por lo que determinar la apariencia y forma del producto se consideran como acciones conceptuales complementarias y en un nivel de importancia secundario.

El propósito del diseñador es dar la forma física y representar formalmente el diseño del producto (Ulrich, 2004), por lo que al diseño se le asignan las tareas de preocuparse de la estética, la ergonomía o de las interfaces relacionadas con las personas. *“Una gran cantidad de ideas lleva a un mayor éxito en la solución obtenida”*, Ehrlenspiel & Dylla (1993), citado por Mulet, (2003). Se entiende entonces que desde el punto de vista de la ingeniería, la amplitud del espacio de diseño permite optimizar la definición del concepto (Briede & Hernandis, 2009), obteniendo nuevas ideas que aumentan las probabilidades de éxito, no para generar nuevos fines, ya que estos vienen definidos por las especificaciones y funciones. Dym & Little (2006), afirman al respecto que la ampliación útil del espacio de diseño se hace necesario para cumplir con las metas solicitadas y satisfacer el propósito del problema de diseño.

4.3.1.1 El diseño conceptual

Según Taura & Nagai (2013), el diseño conceptual conlleva dos etapas de realización: un plan mental y la creación de formas. Esta actividad de diseño llamada conceptual, orienta permanentemente a quien diseña en el desarrollo y ejecución de acciones de conceptualización, de generación de conceptos, y durante el modelado y representación formal del concepto. Las acciones que

se ejecutan en estas etapas procuran contar con la información y datos que permitan traducirlos en especificaciones, claridad de los aspectos funcionales y sobre todo en los principios de solución, como lo indica Jin, Li & Lu (2007).

Progresivamente durante la generación del concepto, se da inicio al modelado de la solución de diseño. Taura & Nagai (2013), indican que en la fase de diseño conceptual los resultados suelen ser consecuencia de una ideación mental, y que a su vez este tipo de procedimientos y consideraciones conceptuales *“deben ser compartidos entre los múltiples dominios del diseño”*, como por ejemplo la ingeniería, el diseño de ingeniería, el diseño industrial, etc., puesto que es en ésta etapa donde se generan las ideas y especificaciones que permitirán finamente modelar el concepto. Los modelos del proceso de diseño enfocados en la ingeniería suelen carecer de procedimientos orientados al proceso creativo. Debido a esto el proceso de diseño conceptual es más claro desde la perspectiva del diseño.

El diseño conceptual desde el punto de vista de la ingeniería, está considerado en las fases iniciales del proceso, identificándose fundamentalmente con el dominio técnico, los sistemas mecánicos, las estructuras funcionales y el funcionamiento. Por esto, la solución al problema de diseño se define a partir de los parámetros y especificaciones, por la descripción básica del diseño y por los esquemas representativos de las alternativas físicas, todos ellos factores típicos de los procesos de ingeniería.

Se reconoce en la literatura que el diseño conceptual se inicia con la sinergia entre las especificaciones y los objetivos, los cuales se circunscriben al producto (Chaur, 2004), con los requerimientos técnicos, restricciones y variables del diseño tal y como se observa en la Figura 20, donde el *“modelo conceptual”* no tendrá forma física ni transformará las expectativas de las ideas en algún esquema representativo hasta que no suceda lo siguiente:

1. El proceso de diseño esté finalizado.
2. La forma final del producto sea definida por el diseñador.

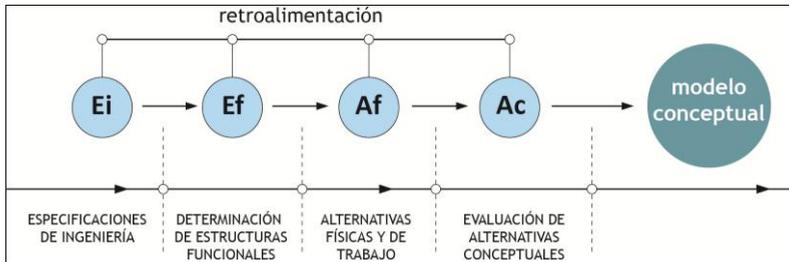


Figura 20: Etapas del diseño conceptual. Adaptado de Chaur (2004).

En el diseño conceptual las relaciones y acciones proyectuales que realizan el diseño y la ingeniería son de distinta naturaleza y significado. Se observa la existencia de acciones de realización secuencial y cíclica, con trayectorias divergentes mediante procesos mentales con un fin común. El grado de coincidencia no es normalmente el esperado, ya que se identifican con procedimientos conceptuales diferentes y que requieren de una integración permanente durante todo el proceso, lo que no ocurre siempre.

4.3.1.2 El concepto de diseño

El concepto está relacionado intrínsecamente con la actividad de diseño conceptual, acciones de tipo conceptual y al manejo de las ideas. Se considera un término abstracto que surge de los procesos mentales, del pensamiento creativo y de la respuesta del diseño de ingeniería. En definitiva es la búsqueda de representaciones físicas que permiten llevar una idea a una representación del conjunto de necesidades del cliente, así como también a los requerimientos, al planteamiento de los objetivos y especificaciones de diseño. El concepto es una construcción mental que se representa por medio de algún término o palabra, idea o metáfora y que forma la parte inicial del problema de diseño. El concepto se define y genera en el espacio conceptual del diseño con un alto grado y valor de abstracción.

Desde la perspectiva del diseño el concepto representa valores visuales, estéticos, sensoriales y perceptivos, relacionados con las personas. Adquieren relevancia los atributos y las características que definen la apariencia y forma que se asignan al producto. En cambio, desde el punto de vista de la ingeniería el concepto se asocia a los aspectos técnicos y funcionales, al cumplimiento de los objetivos y propósito del diseño. En este sentido la

estructura de los modelos del proceso de diseño tradicionalmente utilizados, en ambos casos, muchas veces caracterizan la solución de diseño forzosamente intentando combinar ambos mundos conceptuales. Se observa que los procedimientos y acciones que dependen de los principios de abstracción y el azar no van de la mano con los aspectos racionales y viceversa. De hecho, como lo señala Ulrich & Eppinger (2004) en la dimensión del desarrollo de productos las especificaciones bien definidas permiten generar un buen concepto de diseño desde el punto de vista del diseño de ingeniería. Sin embargo, como lo comenta Mulet (2003), en la fase de diseño conceptual los resultados esperados de la solución de diseño suelen ser impredecibles, y dependen muchas veces de la habilidad y experiencia del diseñador. Sobre la base de las ideas se plantean estados de conceptualización y diseño que, por lo general, se apoyan en el conjunto de actividades y acciones que se establecen en la estructura del problema de diseño. Para Hansen & Andreasen (2003), algunos aspectos fundamentales que componen un concepto son que refleja una idea y esa idea debe verse reflejada en un producto. Así la conceptualización del diseño estará definida por las acciones que se ejecutan sobre la base de un conjunto de pasos que integran la fase de diseño conceptual. Hsu, et. al (2006), citado por Briede (2014), señalan que el diseño conceptual es una de las fases más importantes para definir las características expresivas de la apariencia del producto y de los aspectos propios de la ingeniería tales como el funcionamiento del artefacto, con el propósito de traducirlas en una forma.

La actividad y acciones de diseño conceptual deben estar claras desde el inicio del proceso. Para ello es importante una buena formulación del problema de diseño, y una óptima definición de las actividades que integrarán su estructura. Comprender este sistema en el trabajo conceptual permite aclarar la descripción de la idea, la definición del concepto, el modelado conceptual y la expresión y representación formal del concepto.

Para Hansen & Andreasen (2003), en la etapa de generación de conceptos, desde el punto de vista resolutivo, se observan dos aspectos importantes que influyen su definición: los aspectos técnicos para resolver el problema de diseño y los aspectos formales relacionados con la solución de diseño. En cada uno de ellos los elementos más importantes dependerán de la orientación del concepto y su realidad, así como también el nivel de complejidad. También Eekels (2001), citado por Hansen & Andreasen (2003), distingue dos estados, uno de creación del diseño y otro de realización del producto. Significa entonces que los aspectos conceptuales comprenden la etapa de ideación de un producto y su valor de uso. Por otro lado los aspectos conceptuales determinan el modo de acción que representan la funcionalidad y el propósito del problema de diseño. De hecho un concepto debiera ser descrito como una

expresión bidimensional, es decir una combinación del diseño y la ingeniería, integrando ambos dominios en todo momento durante el desarrollo del proceso de conceptualización y de representación formal del concepto.

4.3.2 Resultados del Constructo 2 (CO2): descriptivo

Encuesta a estudiantes

En ese apartado se analizaron las consideraciones más relevantes para la definición del fenómeno considerado como una de las actividades de diseño más importantes que integran el proceso de diseño: “*fase de diseño conceptual*”. Esta fase está definida como una de las más extensas del proceso, y que involucra las acciones y tareas más abstractas e interpretativas del proceso. La encuesta a estudiantes considera una serie de afirmaciones (variables del estudio), sobre las cuales deben seleccionar alternativas de selección múltiple. En segundo lugar se estudian las acciones y tareas más descritas en el diseño conceptual que permiten generar y definir el “*concepto de diseño*” que permite dar el paso hacia la representación formal del diseño. Por último la pregunta que identifica las acciones y tareas conceptuales en el desarrollo del proceso de diseño.

4.3.2.1 Definición de diseño conceptual: estudiantes

Se presenta la pregunta con una escala de medición tipo Lickert con una serie de nueve afirmaciones que estudian el fenómeno del diseño conceptual. Se solicita a los estudiantes de diseño e ingeniería que seleccionen tres alternativas, con enfoque en el nivel de experiencia, manejo de datos e información que los relacione con la actividad de diseño conceptual. Las variables que se observan en la Tabla 24 son las consideradas para el estudio.

Código	Variable
A1	fase de diseño donde se desarrollan las formas del objeto, el diseño de detalles y las especificaciones del diseño
A2	instancia en donde se definen los conceptos que determinan finalmente la forma del producto
A3	relaciona los parámetros definidos por las funciones con las alternativas que ayudan a determinar las soluciones formales del diseño
A4	espacio donde se buscan las representaciones morfológicas más adecuadas para la solución de diseño y que utiliza técnicas creativas que ayudan a definir las
A5	etapa del proceso de diseño más creativa para desarrollar un producto
A6	etapas del proceso de diseño que considera solamente el desarrollo hasta el concepto del producto hasta antes de dar inicio a los procesos de fabricación
A7	tareas y acciones que se consideran dentro de la etapa creativa que dan forma al concepto de diseño, fase analítica y de investigación inicial del proyecto
A8	proceso mental y creativo que nos permite interpretar y representar una forma asociada a la solución teórica del diseño
A9	etapa del proceso de diseño que se desarrolla solamente en base a ideas y conceptos que nos lleva a determinar la forma de la solución

Tabla 24: Variables para la definición de diseño conceptual: estudiantes.

Frente a la pregunta del cuestionario: *“de estas afirmaciones cuales considera usted que son las más indicadas para definir diseño conceptual”*, se analiza partir de un análisis factorial, definiendo un intervalo de seguridad de un 10% ($\alpha=0.10$), se puede definir con seguridad que la opción **A7=0.017** es la única que presenta un claro consenso entre estudiantes de diseño e ingeniería, representando un 1.7% como lo muestra la Tabla 25, con lo cual podemos asegurar que solo esta opción es válida y considerada como lo indica. Efectivamente para ambos grupos la opción **“son las tareas y acciones que se consideran dentro de la etapa creativa que dan forma al concepto de diseño, fase analítica y de investigación del proyecto”**, la alta valoración de esta opción se obtiene según el criterio intergrupo, dado que en la afirmación indica, a diferencia de todas las otras opciones de la serie, que son aquellas tareas y acciones que dan **“forma al concepto”**, esto indica que en el diseño conceptual subyace el concepto de diseño y que es determinante a la hora de representar la forma del diseño. Por otro lado el diseño conceptual es considerado como integrante de la etapa creativa, pero sin dejar de lado el estudio y análisis en el proceso de diseño, ya que son acciones que permiten contextualizar el problema de diseño.

<i>estudiantes: diseño - ingeniería</i>		ANOVA	
		F	Sig.
A1	fase de diseño donde se desarrollan las formas del objeto, el diseño de detalles y las especificaciones del diseño	,669	,415
A2	instancia donde se definen los conceptos que determinan la forma del producto	,394	,531
A3	relaciona los parámetros definidos por las funciones con las alternativas que ayudan a determinar las soluciones formales del diseño	,893	,347
A4	espacio donde se buscan las representaciones morfológicas más adecuadas para la solución de diseño y que utiliza técnicas creativas para definir las	,195	,660
A5	etapa del proceso de diseño más creativa para desarrollar un producto	,014	,906
A6	etapas del proceso de diseño que considera solamente el desarrollo hasta el concepto de producto hasta antes de dar inicio a los procesos de fabricación	,948	,332
A7	tareas y acciones que se consideran dentro de la etapa creativa que dan forma al concepto de diseño, fase analítica y de investigación inicial del proyecto	5,821	,017
A8	proceso mental y creativo que nos permite interpretar y representar una forma asociada a la solución teórica del diseño	1,917	,168
A9	etapa del proceso de diseño que se desarrolla solamente en base a ideas y conceptos que nos lleva a determinar la forma de la solución	,227	,635

Tabla 25: Análisis factorial definición de diseño conceptual: estudiantes.

Ahora bien, en el análisis de sensibilidad relacionadas con el número de selecciones solicitadas (tres opciones), se recurre al estudio a partir de tablas de contingencia (Tabla 26), frecuencia de la selección de las opciones presentadas en la serie. Como se indicó anteriormente la opción **A7= 0.017**, es la de mayor confianza y consenso, pero no podemos dejar de lado la premisa de la pregunta de la encuesta, ya que se debían seleccionar tres alternativas (selección múltiple).

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
 El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

estudiantes: diseño - ingeniería		Frecuencias					
		diseño		ingeniería		total del grupo	
		selec.	n=209	selec.	n=191	selec.	n=400
A1	fase de diseño donde se desarrollan las formas del objeto, el diseño de detalles y las especificaciones del diseño	45	21,5%	52	21,5%	97	24,3%
A2	instancia donde se definen los conceptos que determinan la forma del producto	82	39,2%	69	39,2%	151	37,8%
A3	relaciona los parámetros definidos por las funciones con las alternativas que ayudan a determinar las soluciones formales del diseño	47	22,5%	64	22,5%	111	27,8%
A4	espacio donde se buscan las representaciones morfológicas más adecuadas para la solución de diseño y que utiliza técnicas creativas para definir las	70	33,5%	56	33,5%	126	31,5%
A5	etapa del proceso de diseño más creativa para desarrollar un producto	49	23,4%	68	23,4%	117	29,3%
A6	etapas del proceso de diseño que considera solamente el desarrollo hasta el concepto de producto hasta antes de dar inicio a los procesos de fabricación	64	30,6%	62	30,6%	126	31,5%
A7	tareas y acciones que se consideran dentro de la etapa creativa que dan forma al concepto de diseño, fase analítica y de investigación inicial del proyecto	87	41,6%	57	41,6%	144	36,0%
A8	proceso mental y creativo que nos permite interpretar y representar una forma asociada a la solución teórica del diseño	103	49,3%	82	49,3%	185	46,3%
A9	etapa del proceso de diseño que se desarrolla solamente en base a ideas y conceptos que nos lleva a determinar la forma de la solución	80	38,3%	63	38,3%	143	35,8%

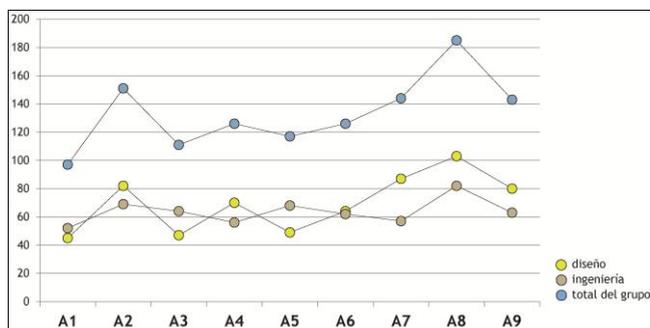


Tabla 26: Frecuencias para la definición de diseño conceptual: estudiantes.

Una vez que se identifican las frecuencias de las tres más altas votaciones para la definición de diseño conceptual por el total de ambos grupos de estudio, se observan los siguientes resultados: la opción **A2** con un **37.8%**, correspondiente a 151 veces seleccionadas, la opción **A7** con un **36.0 %** y 144 veces votada, la opción **A8** con un **46.3%** y 185 veces seleccionada. Respecto

de la opción A2: “*instancia donde se definen los conceptos que determinan la forma del producto*”, se considera que el concepto de diseño define la forma del producto, A7: “*acciones conceptuales que integran la etapa creativa para dar forma al concepto...*”, y la opción A8: “*proceso mental y creativo que permite interpretar y representar una forma asociada a la solución teórica del diseño*”. Estas tres variables más votadas por los estudiantes, refuerzan los hallazgos realizados en la revisión de la literatura los cuales indican que todos los procesos asociados al diseño conceptual tienen relación con las acciones de: análisis, interpretación y representación del diseño, así como también en la generación del concepto de diseño.

El análisis fue complementado con la opinión intragrupo según los resultados arrojados por el análisis de Coeficiente de Variación de Pearson (C.V.), con el propósito de obtener de la opinión de ambos grupos, coincidencias y homogeneidad en las respuestas obtenidas, afirmado por la expresión: “a mayor valor del C.V.(>1) más heterogeneidad de los valores obtenidos, y a menor valor C.V.(<1) mayor homogeneidad en los valores de la variable. Los resultados obtenidos, como lo muestra la Tabla 27, permite analizar aquellos valores dentro del intervalo definido ($\alpha=0.10$).

Código	Coeficiente Variación de Pearson (C.V.)							
	diseño		ingeniería		total del grupo		diseño	ingeniería
	Media	Des.típica	Media	Des.típica	Media	Des.típica	C.V.	C.V.
A1	3,00	,769	3,13	,841	3,07	,807	0,26	0,27
A2	3,45	,740	3,38	,709	3,42	,724	0,21	0,21
A3	3,28	,800	3,14	,710	3,20	,749	0,24	0,23
A4	3,28	,800	3,14	,710	3,31	,675	0,24	0,23
A5	3,55	,800	3,41	,696	3,42	,757	0,22	0,20
A6	3,55	,665	3,42	,801	3,48	,735	0,19	0,23
A7	3,51	,645	3,21	,818	3,39	,730	0,18	0,25
A8	3,40	,784	3,55	,669	3,46	,737	0,23	0,19
A9	3,45	,745	3,51	,693	3,48	,720	0,22	0,20

Tabla 27: Análisis Coeficiente de Variación de Pearson: estudiantes.

Respecto del análisis de los resultados, podemos apreciar la existencia de coincidencia y homogeneidad explicándolo a continuación:

Estudiantes de diseño

Respecto a los estudiantes de diseño, se aprecia que las opciones **A6=0.19** y **A7=0.18**, las cuales son consideradas acciones conceptuales y que se asocian a las dimensiones conceptual y morfológica, así como también a la creativa. Observando en estos una mayor homogeneidad en los valores obtenidos. La opción **A6**, es un factor bastante relevante a la hora de dar forma al diseño, y se incorpora el factor: concepto de producto.

Estudiantes de ingeniería

El grupo de estudiantes de ingeniería valora las opciones **A5=0.20** y **A8=0.19**, son las variables seleccionadas que presentan mayor homogeneidad en los valores obtenidos. Ambas opciones dan cuenta que la percepción del diseño conceptual que tiene la ingeniería se relaciona con los aspectos creativos y formales, más que al diseño del producto o a los aspectos morfológicos, como lo considerarían los diseñadores. La opción **A9=0,20**, toma valor en relación a una mayor asociación con estados cognitivos, del campo de las ideas y conceptos. Se aprecia además que la terminología utilizada en las afirmaciones coadyuva a discriminar las asociaciones desde la perspectiva de la ingeniería, en aquellos términos de naturaleza técnica y funcionalidad de los conceptos orientados a la “**determinación del problema de diseño**”, a los aspectos más duros del proceso de diseño y del pensamiento lógico.

Encuesta a expertos

4.3.2.2 Definición del diseño conceptual: expertos

Frente a la pregunta: “*de estas afirmaciones cuál considera usted que son las pertinentes para definir diseño conceptual*”, las acciones a considerar se proponen en la serie que muestra la Tabla 28, respecto de la definición de diseño conceptual. En ésta pregunta los expertos debieron seleccionar tres de las alternativas más representativas a las afirmaciones dadas en la serie del fenómeno estudiado: **Diseño Conceptual**. Se presenta en el cuestionario una serie de acciones y tareas típicas para la realización del diseño conceptual validadas por el análisis exploratorio de la revisión de la literatura, lo que refuerzan los hallazgos realizados a partir de las respuestas de los expertos.

Código	Variable
A1	fase de diseño donde se desarrolla y se representan las formas del objeto de diseño
A2	etapa del proceso en la cual se define el concepto de diseño
A3	acciones y tareas posteriores al análisis y síntesis del proceso que permite determinar la solución de diseño
A4	búsqueda de representaciones morfológicas a partir de las especificaciones, funciones y utilidad determinada en la fase analítica del objeto de estudio
A5	fase de síntesis y creatividad en el proceso de diseño cuyo resultado es la representación formal de la solución de diseño
A6	es el paso del concepto de diseño a la forma del objeto
A7	fase del proceso mental y creativo que permite representar un objeto tridimensional asociado al concepto
A8	organización sistematizada de la información a través de la documentación que genera la fase de análisis y síntesis del problema de diseño
A9	fase más subjetiva y creativa del proceso de diseño que permite proyectar las ideas a través de croquis y bocetos
A10	acciones y tareas que ejecuta la ingeniería de diseño que dan respuesta y soluciones al concepto de diseño
A11	tareas y rutinas asociadas al proceso creativo que permiten modelar tridimensionalmente el concepto de diseño

Tabla 28: Acciones para la definición del diseño conceptual: expertos.

Los valores más recurrentes seleccionados a las afirmaciones propuestas confirman en términos porcentuales, en la selección de los expertos, que las tareas y acciones asociadas a factores clave para definir diseño conceptual que tuvieron una votación cercana al 50% se considera válido. Los factores determinantes que configuran el modelado para definir diseño conceptual en la serie propuesta tal como lo muestra la Tabla 29, fue para la opción A2=55% con once veces votada y de alta valoración, indicando que es donde se define el **“concepto de diseño”**, por otro lado la opción A7=45%, donde se considera que son todas **“las acciones y tareas que se realizan en la etapa más creativa y mental del proceso”** y que la base fundamental para poder realizar dicha etapa tiene relación con **“recoger la información del proyecto, así como la fase de análisis e investigación del problema de diseño”** como lo indica la opción A8=45%, seleccionada entre las tres más altas valoraciones de las afirmaciones. Cabe destacar la opción A4=40% con ocho veces votadas, ya que si analizamos la afirmación se relaciona

directamente con analizar a partir de las funciones y especificaciones del objeto de estudio, lo cual complementa a las opciones **A7** y **A8**, antes explicada.

Clase: E = experto																						
Código	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	selec.	%
A1									x												1	5,0%
A2				x	x			x				x	x	x		x	x	x	x	x	11	55,0%
A3		x				x								x							3	15,0%
A4	x		x			x			x	x			x			x		x			8	40,0%
A5	x						x			x	x	x			x	x					7	35,0%
A6				x	x		x										x				4	20,0%
A7			x				x	x	x	x	x				x	x				x	9	45,0%
A8			x		x			x			x		x	x	x				x	x	9	45,0%
A9		x										x						x	x		4	20,0%
A10	x	x				x															3	15,0%
A11				x																	1	5,0%

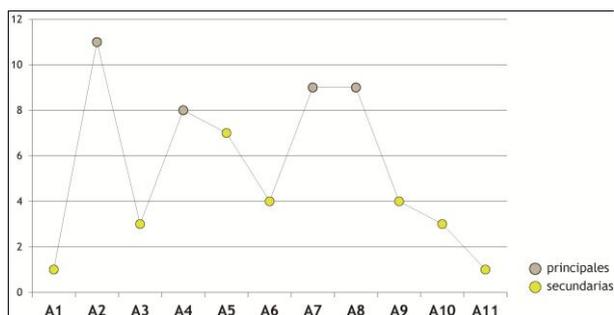


Tabla 29: Frecuencias para la definición de diseño conceptual: expertos.

4.3.2.3 Definición del concepto de diseño

Frente a la pregunta: “a que asocia usted el término concepto de diseño”, donde el panel de expertos (n=20), debieron valorar tres de las alternativas más significativas y representativas presentadas en la serie propuesta (Tabla 30).

Código	Variable
A1	son las especificaciones generadas en la etapa de análisis del problema de diseño a las que debemos dar solución
A2	son los parámetros y requerimientos relacionados directamente con lo funcional y utilitario que son interpretados por la ingeniería a través de un volúmen
A3	es la idea teórica, en abstracto, de lo que se quiere diseñar a partir de las necesidades, especificaciones y funciones del problema de diseño
A4	la dimensión que define el diseño a nivel formal y de apariencia que tendrá finalmente el producto a partir de la respuesta de la ingeniería
A5	es aquella etapa, del diseño conceptual, que busca comunicar visualmente a través de expresiones formales, la solución de diseño
A6	representa a nivel mental una idea de la solución de diseño sin forma aún y que da respuesta a las necesidades de un usuario

Tabla 30: Variables para la definición del concepto de diseño: expertos.

Los resultados obtenidos mostrados en la Tabla 31, concluyen en la opinión que la alternativa **A6=85%** fue la más votada por el panel de expertos con **17 selecciones**, indicando que el concepto de diseño es de naturaleza resolutive mentalmente **“sin definir su forma”** y que está asociada directamente con las necesidades del usuario, por otro lado la opción **A3=80%** con un total de **16 selecciones** hechas por los expertos es la más asociada a la resolución y propósito en la definición del concepto de diseño.

Clase: E = experto																							
Código	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20	selec.	%	
A1	x		x		x			x		x	x	x			x						x	9	45,0%
A2						x									x							2	10,0%
A3		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x			x	16	80,0%
A4						x								x	x	x				x		5	25,0%
A5	x			x				x		x					x	x		x	x	x		9	45,0%
A6	x		x	x	x			x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	17	85,0%

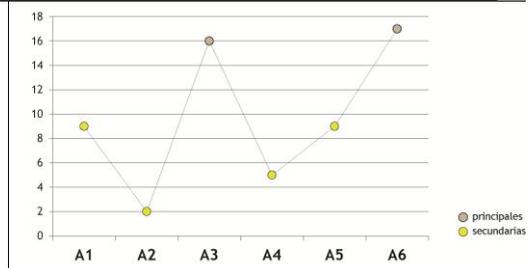


Tabla 31: Frecuencias para la definición del concepto de diseño: expertos.

Efectivamente como dice es la idea teórica de lo que se quiere diseñar a partir de las necesidades, especificaciones y funciones del problema de diseño, confirmando los hallazgos realizados en la literatura y sobre todo en la opinión de los expertos. En este sentido nos damos cuenta que efectivamente el concepto de diseño tiene su base fundamental en tareas propias de la ingeniería, no así desde la perspectiva del diseño. Desde el arranque del proceso de diseño, las tareas conceptuales para ser realizadas deben tener previamente identificadas y definidas las necesidades, las especificaciones y los aspectos funcionales del problema de diseño.

4.4 Constructo 3 (CO3): Representación Formal del Diseño

4.4.1 Resultados del Constructo 3 (CO3): exploratorio

En este apartado se relata los resultados obtenidos mediante la revisión de la literatura asociada a los factores que permiten configurar la forma del producto en el estado de representación formal y a las actividades de diseño que permiten dar forma al producto, centrado en el desarrollo del proceso de diseño. Se observa que la ejecución de acciones y tareas conceptuales evidencian que para resolver el problema de diseño, este debe ser estructurado a partir de una serie de actividades que permitan guiar en todo momento al equipo de diseño. Por su parte los métodos, herramientas y técnicas de diseño son elementos de uso estratégico que permiten al diseñador ordenar y sistematizar toda la información del proyecto de diseño, desde la idea hasta el producto. Una de las actividades críticas no resueltas y sistematizadas hasta ahora corresponde a las acciones conceptuales para dar forma al concepto de diseño y al producto.

La utilización de valores visuales que apoyan el diseño de productos incorpora conceptos y atributos que expresan la representación en las dimensiones fundamentales del diseño: forma, función y percepción. Este tipo de valores se identifican generalmente con el dominio del conocimiento de quien diseña. Un factor importante a considerar es la etapa y el momento en que se encuentre el desarrollo del proceso de diseño, ya que no siempre es el mismo debido a que dicho proceso no es rutinario ni rígido, sino que al contrario el carácter dinámico e interdisciplinario hace que los diferentes puntos de vista y formación del equipo de diseño resuelva el problema de diseño de distinta manera. La forma y apariencia del producto entonces, será definida por

factores como la experiencia, el dominio del conocimiento, la estructura definida para el proceso de diseño y las actividades que la integren.

4.4.1.1 Valores visuales para dar forma al diseño: el dominio de los atributos

Existen diferentes significados en las dimensiones de diseño que se asocian a la definición de la apariencia de un producto. Los modelos tradicionales del proceso de diseño no aclaran cómo y en qué momento se determina uno u otro valor visual que expresa los aspectos morfológicos de un producto. Por lo general, estos aspectos significativos y cualidades físicas que se otorgan al producto se centran en dos grupos fundamentales. En primer lugar los aspectos relacionados con las personas, asociados a factores sensoriales, psicosociales o perceptivos, donde la armonización e identidad con el individuo es la base fundamental para dar forma al producto. Este tipo de valores visuales llamados suaves, como propone Lenau (2003), buscan las expresiones más estéticas, como diseño y estilo. Castelli, citado por Mitchell (1995), los define como los aspectos “subjetivos” del diseño o factores “blandos”. Según Warell (2002), debido a su naturaleza subjetiva, el diseñador no tiene ninguna manera objetiva de evaluar o medir la estética del concepto en relación a la valoración subjetiva que propone cuando diseña, por lo que muchas veces se define por el gusto u opinión personal de quien diseña. En segundo lugar están los valores que se asocian a los aspectos y cualidades funcionales. Este tipo de valores, a diferencia de los valores suaves, se determinan a partir de requerimientos técnicos y especificaciones y por lo general definen los atributos de calidad, materialidad, o funcionalidad en un producto.

Las condiciones básicas para el diseño de un producto van de la mano con la práctica del diseñador, crear algo nuevo o analizar lo que ya está diseñado con el propósito de fabricarlo y venderlo. Estas condiciones son impuestas generalmente por el mercado e impulsan el diseño y desarrollo de productos siendo estudiadas y analizadas desde el inicio del proceso de diseño. Estas deben ser claras y precisas para facilitar la labor de los equipos de diseño. Por otra parte los conceptos deben ser muy bien definidos, sobre todo para tomar decisiones sobre el diseño en los aspectos técnico-funcionales, las especificaciones del diseño y en los aspectos de índole morfológicos y expresivos para el diseño del producto. Como lo expresan Van Wie et. al (2005), en la fase de diseño preliminar, *“las funciones representan al*

concepto de diseño, una abstracción de la forma o la estructura física de algún atributo, representado a través de un modelo funcional”. Está claro que las funciones ayudan a reducir la incertidumbre, pero no podemos olvidar que los aspectos y cualidades formales que representan el producto no deben dejarse para el final del proceso de diseño.

Los espacios contextuales, como lo muestra la Figura 21, toman relevancia en el modelado del producto ya que deben satisfacer los propósitos y expectativas, tanto del consumidor como de la propia empresa. En lo particular Vergara et al. (2006), señalan que adquiere relevancia la etapa de diseño en la que se encuentre el desarrollo del producto, así como también la importancia de la buena definición de los atributos que influenciarán la representación formal y apariencia que tendrá finalmente el producto.

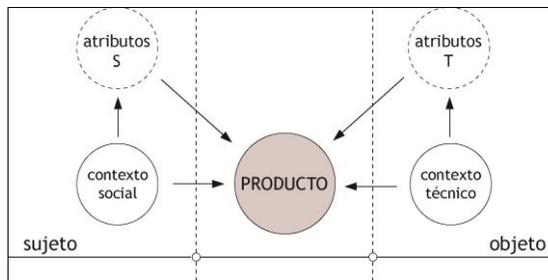


Figura 21. Contexto del atributo para el diseño del producto.

Traducir las necesidades del consumidor en un lenguaje formal desde el punto de vista del diseño y la ingeniería debiera producirse desde el arranque del proceso de diseño. El lenguaje utilizado debe interpretar, describir y representar conceptos y valores visuales (atributos), impuestos por el mercado, el consumidor, el diseño y la ingeniería mediante la utilización de términos o conceptos que representen las funciones, especificaciones, mediciones del objeto y las expectativas según Dym & Little (2006). Las funciones a su vez, como lo señala Aurisicchio et al. (2011), también deben representar los aspectos estéticos a través de los sentidos de las personas, contribuyendo a la identificación personal con el producto elegido. Los atributos incorporan ciertamente cualidades y características con una alta carga metafórica tales como placer, agrado o indiferencia, utilizados para representar el estilo y la morfología en un producto. En cambio los atributos referidos a lo técnico, su rol es comunicar acerca de los aspectos funcionales, modo de uso o comportamiento, actuando como una guía para activar el

producto mediante la interpretación de una interface. De hecho se considera que la apariencia y aspecto del objeto es la primera impresión que tiene el usuario en la etapa de compra, por lo que los estímulos visuales son fundamentales para la comprensión del producto. Este tipo de elementos que configuran el diseño del producto tales como los valores visuales, atributos, características y propiedades son las que definen formalmente el diseño.

4.4.1.2 Las actividades y acciones conceptuales para representar la forma del diseño

En la literatura estudiada se observa que no existe una única acción conceptual que permita aclarar el paso desde un estado contextual y conceptual a un estado formal, ya que en general solo se muestran las actividades de manera descriptiva, apoyándose en métodos y herramientas de diseño los que hasta ahora han dado buenos resultados. En este sentido el rol de los participantes en el proceso es importante, ya que la manera de abordar las actividades y acciones conceptuales no siempre son las mismas. Este tipo de acciones son impulsadas por un permanente estado de negociación colectiva alrededor del diseño conceptual, el cual es un proceso de co-construcción social y altamente cognitivo, donde las especificaciones, funciones y objetivos se negocian en todo momento entre los distintos participantes y disciplinas que lo componen. Según Takeda (1994), citado por Hsiao (2010), señala que la solución de diseño se obtiene gracias a las diferentes maneras de utilizar y satisfacer las especificaciones requeridas por las funciones de la ingeniería y aquellas que se asocian al producto mediante factores más humanizados del dominio de los diseñadores. No obstante, los factores que influyen evidentemente las actividades del diseño y los pasos que se ejecutan dependen del tipo de proyecto, ya que suelen ser diferentes y muchas veces inciertos, por lo que la configuración de la estructura del proceso de diseño tendrá un marcado acento en el carácter de variabilidad de actividades y no será rutinario, como se podría pensar.

Los autores Taura & Nagai (2013) señalan que el diseño conceptual implica dos fases típicas de realización: un plan mental y la creación de formas. Esta actividad clave del proceso de diseño orienta permanentemente al diseñador en las acciones de conceptualización, de generación de conceptos, y en el proceso de modelado. Las acciones y tareas que se realizan en esta etapa procuran contar con una gran cantidad de información y datos que permitan traducirlos en especificaciones, claridad de los aspectos funcionales y sobre todo en los principios de solución que pudieran derivar al analizar la

información con que se cuenta en apoyo a la ejecución de la actividad conceptual (Jin, Li & Lu, 2007). Progresivamente durante el proceso de diseño la generación del concepto da inicio al modelado de la solución, Taura, et al (2013) indica que en la fase de diseño conceptual los resultados del diseño, desde el punto de vista del diseñador, suelen ser consecuencia de la ideación mental y cuyos procedimientos para dar la forma al producto son considerados como resultado de esa ideación. También sugiere que este tipo de procedimientos y consideraciones “*deben ser compartidos entre los múltiples dominios del diseño*”, como por ejemplo la ingeniería, el diseño de ingeniería, el diseño industrial, etc., ya que es en ésta etapa donde se generan las ideas y especificaciones que permiten modelar formalmente el concepto de diseño, el que se traducirá finalmente en la forma representada en el producto diseñado. Desde la perspectiva del diseño el concepto representa cierto tipo de atributos tales como estéticos, sensoriales o perceptivos relacionados con las personas y a los aspectos de índole más humanizados. En cambio, desde el punto de vista de la ingeniería los atributos se asocian a los aspectos funcionales, al cumplimiento de los objetivos y al propósito, es decir que el artefacto haga lo que debe hacer. En este sentido la estructura de los modelos del proceso de diseño tradicionalmente utilizados, en ambos casos, muchas veces caracterizan la solución de diseño y representación física forzosamente.

Las actividades y acciones del diseño conceptual deben ser claras desde el arranque del proceso, dando importancia a la formulación del problema, estructuración del problema y a la determinación de las actividades que integrarán la estructura del problema. Comprender este sistema en la fase de trabajo conceptual permite aclarar la descripción de la idea, la definición del concepto, el modelado conceptual y la representación formal del concepto. En este sentido como lo señala Hansen & Andreasen (2003), en la etapa de generación de conceptos, desde el punto de vista resolutivo, se observan dos aspectos importantes que influyen su definición: los aspectos técnicos para resolver el problema de diseño y los aspectos formales relacionados con la solución de diseño. En cada uno de los aspectos, los elementos más importantes dependerán de la orientación del concepto y su realidad, como lo señala Eekels (2001), citado por Hansen & Andreasen (2003), se distinguen dos estados, uno de creación del diseño y otro de realización del producto. De hecho un concepto debe ser descrito como una *expresión bidimensional*, es decir, de diseño e ingeniería, integrando ambos dominios en todo momento durante el desarrollo del proceso de conceptualización, de representación del concepto, lo que se traducirá en la apariencia del producto.

Las actividades del diseño están estrechamente vinculadas con la generación del concepto y con la solución de diseño Sim & Duffy (2003). Estas actividades

consideran acciones y tareas que se realizarán a partir de la información de entrada del proyecto y de los requerimientos de diseño y por lo general suelen ser de índole racional como lo indican Sim & Duffy et al. (2003), y confieren al proceso de diseño la posibilidad de contar con un esquema estructurado, apoyado estratégicamente por métodos de diseño para darle continuidad y valor a las acciones y tareas que se ejecutarán durante el proceso. Según Dorst (2007), las actividades del diseño pueden verse como el conjunto de necesidades, requisitos e intenciones del problema de diseño, las que son inalterables durante el proceso. Cada una de las actividades de diseño están descritas o prescritas mediante un lenguaje y terminología asociada generalmente al dominio del proceso de diseño que tenga quien diseña. De hecho los modelos podrían estar representados indistintamente por un conjunto de fases, actividades o pasos, apreciando que el uso del lenguaje con la que se denomina la actividad no está totalmente compartida por la comunidad, ya que desde el punto de vista del diseño y la ingeniería las actividades son conceptualmente distintas como lo señala Birmingham (1997), citado por Sim & Duffy, et al. (2003).

Reymen et al. (2006), señalan que la actividad de diseño es un estado transitivo que provoca la transformación de los objetivos y un cambio de estado conceptual hacia una forma física. Para que esto ocurra deben reunirse los datos e información fundamentada, expuestas en una estructura mediante las actividades que se realizarán en el proceso. La narrativa para describir estas actividades del proceso de diseño, desde la perspectiva interdisciplinaria, dependerá del grado de complejidad con que se presente el problema de diseño como lo comenta Mosborg et. al (2005) y el número de actividades prioritarias que se requieran (Atman, 2008), señalado a su vez por Sim & Duffy (2003), respecto a la práctica, clasificación y listados de actividades genéricas de diseño. Las actividades del diseño, según lo indica Sim & Duffy, (2003), pueden ser categorizadas según su finalidad o propósito en: *a.* la formulación del problema (definición), *b.* soluciones de diseño (generación) y *c.* la estrategia del problema de diseño (gestión). Según esta categorización, se observan dos sub-actividades cuyo propósito es satisfacer las necesidades, requisitos y objetivos del problema de diseño: generar y combinar los conceptos para transformarlos en la solución de diseño y modelar la solución en el sentido abstracto para representarla en un modelo físico como resultado del estado de conceptualización que genere el concepto de diseño.

4.4.2 Resultados del Constructo 3 (CO3): descriptivo

Encuesta a estudiantes

En ese apartado se analizaron las consideraciones más relevantes asociadas al constructo “*representación formal del diseño*”. Esta actividad considerada como una de las más abstractas y subjetivas, por lo general asociados al diseñador y a los aspectos y cualidades de las personas, las necesidades del usuario y al cumplimiento de las expectativas de índole más humanizadas.

La representación de la forma del diseño está intrínsecamente vinculada con el concepto de diseño, se definición y generación desde distintas perspectivas de las disciplinas que participan en el desarrollo del proceso de diseño.

4.4.2.1 Acciones previas para dar forma al diseño

Frente a la pregunta “*qué acciones/tareas deben estar realizadas en el proceso de diseño para comenzar el desarrollo morfológico y dar forma al diseño*”. Se propone una serie de afirmaciones para seleccionar tres alternativas descriptivas para consensuar la secuencia codificada: **A1** a **A13**, asignando a su vez el nivel de importancia. Las afirmaciones se centran en las acciones tradicionales que integran la estructura genérica de un modelo para desarrollar el proceso de diseño (Tabla 32).

Código	Variables
A1	definir previamente el concepto de diseño
A2	determinar la idea conceptual para el diseño
A3	definir preliminarmente los parámetros y requerimientos del diseño
A4	determinar las especificaciones técnicas
A5	realizar el diseño de detalles
A6	determinar las estructuras funcionales del producto a diseñar
A7	determinar los componentes internos del producto
A8	definir los objetivos del diseño
A9	determinar el material para el diseño del producto
A10	asociar las necesidades los requerimientos del diseño
A11	la factibilidad comercial del producto diseñado
A12	saber donde buscar la inspiración para los conceptos que regirán la forma
A13	haber definido el enfoque y estrategias que se utilizarán durante el proceso proyectual

Tabla 32: Serie de acciones previas para dar forma al diseño: estudiantes.

Teniendo un intervalo de seguridad de un 10% sobre la media muestral, se pudo observar que única opción que presenta un mayor consenso entre los estudiantes de diseño e ingeniería fue la variable A11 correspondiente a **“la factibilidad comercial del producto diseñado”**, dado que su coeficiente de **Sig.=0,067**, encontrándose dentro del intervalo de seguridad, siendo válidas en el intergrupos (Tabla 33).

<i>variables</i>	ANOVA	
	F	Sig.
A1	1,036	,310
A2	,399	,528
A3	,144	,705
A4	,029	,866
A5	,716	,405
A6	,174	,678
A7	,023	,881
A8	,392	,532
A9	,031	,861
A10	1,681	,206
A11	3,580	,067
A12	1,191	,279
A13	,745	,391

Tabla 33: Análisis factorial de acciones para dar forma al diseño: estudiantes.

Este resultado no permite apreciar efectivamente el propósito del cuestionario, el cual centraba el objetivo en la obtención de una secuencia que describiera los pasos para dar comienzo a la generación de formas en el diseño conceptual. Para analizar en mayor profundidad se decidió realizar la prueba de Coeficiente de Variación de Pearson (C.V.) para afinar la selección de las respuestas más votadas por ambos grupos de estudio, como lo muestra la Tabla 34.

Código	Coeficiente Variación de Pearson (C.V.)							
	diseño		ingeniería		total del grupo		diseño	ingeniería
	Media	Des.típica	Media	Des.típica	Media	Des.típica	C.V.	C.V.
A1	3,76	,544	3,68	,544	3,72	,544	0,14	0,15
A2	3,59	,511	3,64	,536	3,61	,520	0,14	0,15
A3	3,75	,452	3,73	,582	3,74	,519	0,12	0,16
A4	3,60	,507	3,56	,754	3,57	,690	0,14	0,21
A5	2,93	1,328	2,53	1,187	2,72	1,251	0,45	0,47
A6	3,59	,536	3,64	,727	3,61	,626	0,15	0,20
A7	2,75	1,165	2,67	1,231	2,70	1,174	0,42	0,46
A8	3,59	,563	3,64	,512	3,61	,539	0,16	0,16
A9	3,46	,932	3,41	,959	3,43	,935	0,27	0,28
A10	3,54	,877	3,00	1,254	3,25	1,110	0,25	0,42
A11	3,57	,746	3,10	,852	3,34	,825	0,21	0,27
A12	3,47	,654	3,28	,797	3,38	,722	0,19	0,24
A13	3,52	,724	3,65	,485	3,58	,610	0,21	0,13

Tabla 34: Coeficiente de variación Pearson, acciones para dar forma al diseño: estudiantes.

Según las opiniones de los estudiantes, se observa la existencia de coincidencias y homogeneidad en las respuestas obtenidas, confirmando la expresión **“a mayor valor del C.V.(>1) más heterogeneidad de los valores obtenidos, y a menor valor C.V.<1) mayor homogeneidad en los valores de la variable”**. Los resultados obtenidos, como lo muestra la Tabla 34, permite analizar aquellos valores dentro del intervalo definido ($\alpha=0.10$) como sigue:

Estudiantes de diseño

En la evaluación del grupo se identifican las variables **A1, A2, A3, A4, A6 y A8**, donde la opción con mayor homogeneidad y coincidencia es la **A3 = “definir previamente los parámetros y requerimientos del diseño”, C.V.=**

0,12. Las opciones que le siguen A1, A2 y A4, todas con C.V.= 0,14, seguido por las opciones A6 (C.V.= 0,15) y A8 (C.V.=016). Al analizar el total de la muestra y los resultados obtenidos se observa que donde existe una mayor homogeneidad es en las variables llamadas genéricas que tradicionalmente integran las primeras acciones en el proceso de diseño: *definir el concepto, determinar la idea conceptual, parámetros y requerimientos, especificaciones y los objetivos del diseño*. Se explica considerando que es fundamental aclarar los pasos previos a dar forma con la información y gestión de datos de entrada al proceso. Por otra parte confirma que el diseño contempla acciones conceptuales de índole lógica y concreta las cuales permiten mediciones avalando el proceso proyectual fundamentado y no de manera azarosa y subjetiva. La opción A3 dice de los parámetros y requerimientos del diseño confirmando que el diseño arranca el proceso proyectual

Estudiantes de ingeniería

En este grupo las opciones más valoradas y coincidentes fueron: A1, A2, A3, A8 y A13. La opción con mayor homogeneidad correspondió a la A13 (C.V.= 0,13) “haber definido el enfoque y las estrategias que se utilizaran durante el proceso proyectual”, seguido de la opción A1 y A2 con el mismo C.V.=0,15, dando importancia a “definir el concepto de diseño y determinar la idea conceptual” respectivamente. Estas opciones coinciden con las seleccionadas por los estudiantes de diseño, al igual que la opción A3=(C.V.0,16) y A8= (C.V.=0,16), correspondiendo a la definición de parámetros y requerimientos y a la definición de objetivos del diseño. Respecto a la de mayor homogeneidad, a diferencia de los estudiantes de diseño, la opción A13 dice de las estrategias, el enfoque y del proceso proyectual, es decir sistematizar las tareas y acciones siempre desde el punto de vista de la ingeniería.

Se realizó un análisis adicional de medición de las Frecuencias, considerando la cantidad de votaciones por cada alternativa, con el propósito de una mejor comprensión de las respuestas asociadas al fenómeno estudiado. El nivel de coincidencia entre estudiantes de diseño e ingeniería se muestra gráficamente lo cual permite aclarar las preferencias y la secuencia que se desprende de las respuestas, como lo muestra la Tabla 35.

variables del estudio		Frecuencias					
		diseño		ingeniería		total del grupo	
		selec.	n= 209	selec.	n=191	selec.	n= 400
A1	definir previamente el concepto de diseño	89	42,6%	81	42,4%	170	42,5%
A2	determinar la idea conceptual para el diseño	119	56,9%	77	40,3%	196	49,0%
A3	definir preliminarmente los parámetros y requerimientos del diseño	121	57,9%	117	61,3%	238	59,5%
A4	determinar las especificaciones técnicas	15	7,2%	39	20,4%	54	13,5%
A5	realizar el diseño de detalles	14	6,7%	15	7,9%	29	7,3%
A6	determinar las estructuras funcionales del producto a diseñar	51	24,4%	42	22,0%	93	23,3%
A7	determinar los componentes internos del producto	8	3,8%	12	6,3%	20	5,0%
A8	definir los objetivos del diseño	85	40,7%	70	36,6%	155	38,8%
A9	determinar el material para el diseño del producto	24	11,5%	22	11,5%	46	11,5%
A10	asociar las necesidades a los requerimientos del diseño	13	6,2%	15	7,9%	28	7,0%
A11	la factibilidad comercial del producto diseñado	21	10,0%	20	10,5%	41	10,3%
A12	saber donde buscar la inspiración para los conceptos que regirán la forma	36	17,2%	29	15,2%	65	16,3%
A13	haber definido el enfoque y estrategias que se utilizarán durante el proceso proyectual	31	14,8%	34	17,8%	65	16,3%

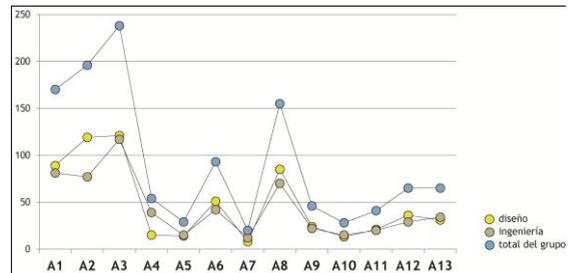


Tabla 35: Frecuencias de acciones previas para dar forma al diseño: estudiantes.

En el análisis de la frecuencia podemos inferir que tanto los estudiantes de diseño como de ingeniería valoran las opciones **A1= definir el concepto**, **A2= determinar la idea conceptual** y **A3= definir los parámetros y requerimientos del diseño**, como las más votadas, coincidiendo además en la opción **A8= definir los objetivos del diseño**, como una opción importante al momento de comenzar el desarrollo morfológico. Podemos observar que frente a la pregunta del cuestionario, para ambos grupos, que para dar comienzo al desarrollo morfológico se deben tener definidas una serie de

acciones conceptuales, las cuales integran la actividad más crítica del proceso de diseño: la actividad de diseño conceptual. También podemos apreciar que al hablar de desarrollo morfológico y dar forma al diseño, las acciones no son de índole técnico o a la utilización de ciertos métodos como herramientas de diseño, sino que más bien corresponden a acciones de orden y aclaración del proyecto de diseño.

En el total del grupo, como lo muestra la Tabla 17, se observa el alto número de respuestas por cada una de las opciones más votadas, como la **A1=170** veces votada, la opción **A2=196** veces votada, la opción **A8=155** votaciones. Cabe destacar la opción **A3=238** veces la más votada, coincidiendo con la opinión de ambos grupos. Esta opción confirma los hallazgos de la literatura, la cual señala que para dar forma al diseño se requiere primero tener definido el concepto y para que esto ocurra se deben tener determinado, según datos de entrada al proceso de diseño, los requerimientos y los parámetros del diseño, lo que se fundamenta como la información relevante antes de comenzar el diseño conceptual del producto.

4.4.2.2 Asociación de atributos para dar forma al concepto de diseño

Mediante un listado de atributos se realiza un estudio con la finalidad de recoger la opinión de los estudiantes que permitió clasificar por medio de agrupaciones y afinidad asociando términos que integran las dimensiones fundamentales del diseño de productos: funcionales, de apariencia y de estilo. En particular el interés se centró en los términos asociados a la forma del producto.

La serie de términos propuesta para la selección (Tabla 36), se rescata de listados pre hechos, y los que comúnmente se observan durante el desarrollo del diseño conceptual (Crawford, 1954; Axon, 2000; Michalko, 2006; Lloveras & Gil, 2004; Karjalainen, 2003; Ortiz Nicolas, 2008; Hernandis, 2003).

atributos				n = 25
estabilidad	geometría	línea	hermeticidad	capacidad
volumen	sustentación	robustez	cuadrado	contorno
portabilidad	confort	textura	esbeltez	estructura
resistencia	color	cilíndrico	apoyo	compacto
superficie	crecimiento	fragilidad	dimensión	sinuoso

Tabla 36: Variables del listado de atributos: estudiantes.

Frente a la pregunta: “*indique del listado a que usted lo asocia para dar forma al concepto de diseño*”, con el propósito de obtener la opinión del encuestado seleccionando todas las opciones del cuestionario de respuesta múltiple tipo Likert.

Se realiza un análisis factorial (ACP), de componentes principales para explorar las agrupaciones de componentes en torno a los atributos propuestos. La prueba preliminar agrupó en siete componentes como lo muestra la Tabla 37, explicando un **60,339%**. Según el análisis de este número de componentes se decide reducir a tres componentes para la nueva prueba.

Varianza total explicada									
Comp.	Auto valores iniciales			Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción			Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,651	14,602	14,602	3,651	14,602	14,602	2,855	11,419	11,419
2	3,420	13,682	28,284	3,420	13,682	28,284	2,479	9,917	21,337
3	2,577	10,309	38,593	2,577	10,309	38,593	2,195	8,780	30,117
4	1,810	7,240	45,833	1,810	7,240	45,833	2,117	8,469	38,585
5	1,332	5,327	51,160	1,332	5,327	51,160	1,895	7,581	46,166
6	1,232	4,929	56,088	1,232	4,929	56,088	1,813	7,253	53,419
7	1,063	4,251	60,339	1,063	4,251	60,339	1,730	6,920	60,339
8	,963	3,851	64,191						
9	,875	3,499	67,690						
10	,852	3,409	71,099						
11	,794	3,176	74,276						
12	,739	2,958	77,234						
13	,628	2,513	79,746						
14	,607	2,428	82,174						
15	,598	2,391	84,566						
16	,537	2,148	86,714						
17	,496	1,984	88,697						
18	,487	1,946	90,644						
19	,448	1,792	92,436						
20	,402	1,609	94,045						
21	,377	1,507	95,552						
22	,342	1,366	96,918						
23	,322	1,288	98,206						
24	,237	,948	99,154						
25	,211	,846	100,000						

a. Determinante = ,000
Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 37: Análisis de Componentes Principales (ACP), (7 componentes): estudiantes.

Se realiza una reducción de componentes analizando las cargas factoriales mediante un análisis de comunalidades, observando que los atributos **color**

(0,148) y **textura (0,177)** pueden ser descartados del análisis ya que sus respectivas cargas son inferiores a **0,2** (Tabla 38).

<i>Comunalidades</i>						
	<i>Inicial Extracción</i>			<i>Inicial Extracción</i>		
1 estabilidad	1,000	,352		14 cilindrico	1,000	,530
2 volumen	1,000	,430		15 fragilidad	1,000	,331
3 portabilidad	1,000	,417		16 hermético	1,000	,360
4 resistencia	1,000	,613		17 cuadrado	1,000	,650
5 superficie	1,000	,398		18 esbeltez	1,000	,350
6 geometría	1,000	,380		19 apoyo	1,000	,350
7 sustentación	1,000	,375		20 dimensión	1,000	,477
8 confort	1,000	,468		21 capacidad	1,000	,454
9 color	1,000	,148		22 contorno	1,000	,365
10 crecimiento	1,000	,289		23 estructura	1,000	,329
11 línea	1,000	,251		24 compacto	1,000	,323
12 robustez	1,000	,306		25 sinuoso	1,000	,526
13 textura	1,000	,177				

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 38: Comunalidades (ACP): estudiantes.

Se realiza la reducción a tres componentes con veintitrés términos de atributos de la serie propuesta. Según los resultados se aprecia que la varianza total explicada se validó, explicando el **41,172%** de los datos iniciales (Tabla 39), donde **C1= 15,858%** , **C2= 14,252%** y **C3= 11,061%**.

<i>Varianza total explicada</i>									
<i>Comp.</i>	<i>Auto valores iniciales</i>			<i>Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción</i>			<i>Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación</i>		
	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>
1	3,647	15,858	15,858	3,647	15,858	15,858	3,316	14,416	14,416
2	3,278	14,252	30,111	3,278	14,252	30,111	3,167	13,770	28,186
3	2,544	11,061	41,172	2,544	11,061	41,172	2,987	12,986	41,172
4	1,572	6,834	48,172						
5	1,231	5,351	53,356						
6	1,066	4,637	57,993						
7	,947	4,118	62,111						
8	,900	3,913	66,023						
9	,841	3,656	69,679						
10	,792	3,443	73,122						
11	,748	3,253	76,374						
12	,640	2,784	79,158						
13	,625	2,716	81,875						
14	,580	2,521	84,396						
15	,553	2,403	86,798						
16	,536	2,330	89,128						
17	,494	2,149	91,277						
18	,441	1,916	93,194						
19	,387	1,682	94,876						
20	,360	1,565	96,440						
21	340	1,478	97,918						
22	,267	1,161	99,079						
23	,212	,921	100,000						

a. Determinante = ,000

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 39: Análisis de Componentes Principales (ACP), (3 componentes): estudiantes.

Se observa que el KMO (Kaiser, Meyer & Olkin), corresponde a **0,728** quedando dentro de los límites de los valores recomendados (Tabla 40). Por lo que la prueba se valida.

<i>KMO y prueba de bartlett</i>		
<i>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin</i>		,728
<i>Prueba de esfericidad de Bartlett</i>	Chi-cuadrado aproximado	2343,771
	gl	253
	Sig.	,000

Tabla 40: KMO: estudiantes.

En el resultado de las agrupaciones de componentes (Tabla 41), se observa que el C1 agrupa los atributos con un alto valor asociado a los aspectos funcionales, tales como la **resistencia**, **estabilidad** o **capacidad**, en el C2 se agrupan los atributos relacionados con la apariencia y la representación de la forma del producto tales como la **superficie**, la **línea**, el **contorno** y el **volumen** entre otros, por último el C3 agrupa los atributos de estilo y hedónicos con un alto valor conceptual y perceptivo asociado generalmente a las personas, tales como sinuosidad, esbelto o fragilidad.

<i>Matriz de componentes rotados (a)</i>			
<i>Variables</i>	<i>C1</i>	<i>C2</i>	<i>C3</i>
resistencia	,753	-,164	-,089
confort	,660	-,136	,151
estabilidad	,608	-,013	-,041
capacidad	,593	,394	-,083
portabilidad	,546	-,030	,372
sustentación	,539	-,008	,265
cuadrado	-,491	,461	,444
apoyo	,463	,122	,388
volumen	,167	,636	-,106
superficie	-,006	,612	,062
dimensión	,305	,608	-,158
estructura	-,037	,605	,003
geometría	-,064	,604	-,002
contorno	-,130	,594	-,035
cilíndrico	-,296	,510	,435
línea	-,217	,416	,151
sinuoso	-,301	,112	,650
esbeltez	-,139	,118	,565
hermético	,165	-,089	,560
robustez	,046	-,053	,555
compacto	,168	-,034	,555
crecimiento	,125	,045	,509
fragilidad	,295	-,176	,456

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales
 Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser

Tabla 41: Prueba de Componentes Rotados (agrupaciones): estudiantes.

Los atributos pudieron ser agrupados en tres grupos integrados en dimensiones del diseño identificadas como Grupo 1 (**G1**)= utilitarias o funcionales; Grupo 2 (**G2**)= de apariencia y forma y Grupo 3 (**G3**)= de estilo o perceptivas e índole sensorial como lo muestra la Tabla 42.

Agrupaciones codificadas		
Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
V1 resistencia	V9 volumen	V17 sinuoso
V2 confort	V10 superficie	V18 esbeltez
V3 estabilidad	V11 dimensión	V19 hermético
V4 capacidad	V12 estructura	V20 robustez
V5 portabilidad	V13 geometría	V21 compacto
V6 sustentación	V14 contorno	V22 crecimiento
V7 cuadrado	V15 cilíndrico	V23 fragilidad
V8 apoyo	V16 línea	

Tabla 42: Agrupaciones de atributos (3 agrupaciones): estudiantes.

Si observamos la matriz de componentes rotados, los términos del grupo **G1**, se asocian a los atributos funcionales, utilitarios, se observa que la variable **V4 (capacidad)**, y **V7 (cuadrado)** sobre todo, también influyen de manera notable al grupo **G2**. Se identifica que a pesar de tener una carga factorial muy alta e integrando la agrupación sugerida, la distinción del valor expresivo del término no es tan claro. De hecho este tipo de términos conceptuales asociados con los aspectos funcionales y técnicos se identifican con los valores más asociados a la utilidad del producto. Este tipo de atributos representan características y aspectos mensurables, tales como la capacidad que define un volumen, o una estructura que compone el sistema producto, o un cuadrado que se asocia a aspectos más concretos de carácter formal, sin embargo es habitual encontrar alguna variable que es fácilmente atribuible a dos componentes, como ocurre en este caso. Este tipo de condiciones y cualidades describen finalmente el modelado funcional del diseño. Por otra parte los atributos **V1-V2-V3-V5-V6** y **V8** solo integran el grupo **G1**, ya que su alta carga factorial y posicionamiento con respecto al eje denota su pertenencia al grupo sugerido. Se reconoce también que los atributos tales como resistencia, estabilidad, portabilidad o apoyo entre otros, por lo general se asocian a las especificaciones del diseño o a los aspectos funcionales. Por otra parte, las influencia de algunos atributos del grupo **G2** con menor relevancia en el grupo **G1** identifica a los atributos **V11 (dimensión)**, y **V15 (cilíndrico)**, indica que en este sentido los valores encontrados en los términos asociados a este tipo de atributos, se pueden relacionar también con las expresiones funcionales o utilitaria. Los atributos **V9-V10-V12-V13-V14** y **V16** solo integran e influyen al grupo **G2**, asociándose a los atributos con un alto valor de expresión morfológica tales como la superficie, geometría, o contorno, elementos constituyentes de una forma, como la línea, por lo que se consideran como atributos que representan y expresan las características y aspectos asociados a la apariencia del producto.

A su vez se aprecia la existencia de términos comunes no tan solo de distinción y uso desde la perspectiva de la ingeniería, sino que también la pertenencia e influencia de ciertos términos expresivos que connotan las expresiones perceptivas del producto. De hecho este tipo de atributos también pueden representar aspectos conceptuales de la forma del objeto asociados a la percepción desde la perspectiva de las personas, ya que se relacionan con cualidades de representación morfológica. Los términos **V1-V2-V3** y **V4** solo integran al grupo **G1**, por su alta carga factorial. A su vez los términos agrupados en el grupo **G3**, denotan su influencia sobre el grupo **G1**, identificando los atributos **V17 (sinuoso)**, y **V23 (fragilidad)**, con pertenencia también a la agrupación utilitaria o funcional. Este tipo de atributos, por lo general, también se ven afectados por otras agrupaciones de atributos, por lo que no se podría asegurar que solo pertenecen a una u otra agrupación en partículas, en cambio los términos **V18-V19-V20-V21** y **V22**, influyen únicamente al grupo **G3**, dando sentido de pertenencia y distinción a expresiones con una alta carga conceptual, metafórica y de valores más humanizados. Este tipo de atributos centran su definición y asignación en la experiencia y expectativas del consumidor y de las personas. Este tipo de atributos, se asocian por lo general a condiciones y características expresivas del producto, sobre todo de la personalización y satisfacción de las personas.

La agrupación **G2= apariencia del diseño**, está integrado por atributos con un alto valor asociado a la representatividad morfológica, como por ejemplo el contorno, la superficie o la línea, elementos de la forma, o la geometría, lo que es parte de la configuración de una forma bidimensional o tridimensional.

4.4.2.3 Secuencias de variables para dar forma al concepto de diseño

Frente a la pregunta “*qué debemos determinar previamente para darle forma al concepto de diseño*”, se proponen una serie de secuencias (Tabla 43) de respuesta única debido al carácter discriminante de las opciones presentadas.

Código	Secuencias
A1	idea - funciones - objetivos - conceptos
A2	concepto teórico - geometrías - estructura
A3	volúmenes iniciales - geometrías - concepto
A4	concepto - geometrías - volúmenes
A5	necesidades - especificaciones - objetivos - funciones
A6	especificaciones - funciones - ergonomía - geometrías
A7	concepto - funciones - esquemas - geometrías

Tabla 43: Secuencias para dar forma al concepto de diseño: estudiantes.

Las frecuencias de selección de las opciones propuestas que identifican las acciones y tareas más relevantes a partir de los modelos del proceso de diseño revisados en la literatura (Tabla 44). Los estudiantes de diseño e ingeniería coinciden en una de las serie que confirma lo anteriormente descrito, indicando que aquellas tareas que previamente deben estar realizadas para caracterizar el concepto de diseño es la opción **A5**, con una selección del grupo de **146 veces**, correspondiente a un **36,5%** sobre el total de la muestra (n=400).

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

Código	Secuencias	Frecuencias					
		diseño		ingeniería		total grupo	
		selec.	n=209	selec.	n=191	selec.	n=400
A1	idea - funciones - objetivos - conceptos	26	12,4%	25	13,1%	51	12,7%
A2	concepto teórico - geometrías - estructura	34	16,2%	28	14,7%	62	15,5%
A3	volúmenes iniciales - geometrías - concepto	6	2,9%	10	5,2%	16	4,0%
A4	concepto - geometrías - volúmenes	7	3,4%	11	5,8%	18	4,5%
A5	necesidades - especificaciones - objetivos - funciones	77	36,8%	70	36,6%	147	36,7%
A6	especificaciones - funciones - ergonomía - geometrías	25	12,1%	12	6,3%	37	9,3%
A7	concepto - funciones - esquemas - geometrías	34	16,2%	35	18,3%	69	17,3%

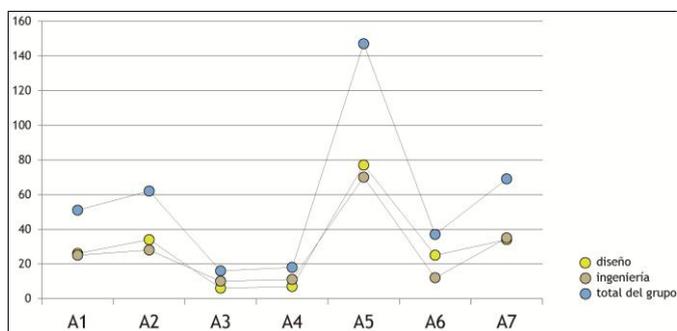


Tabla 44: Frecuencias para dar forma al concepto de diseño: estudiantes.

Si analizamos cada grupo por separado respecto a esta opción vemos que los estudiantes de diseño se inclinan por la opción seleccionándola **77 veces**, correspondiente a un **37.0%**, y que los estudiantes de ingeniería lo hacen **69 veces**, correspondiente a un **36.0%**, advirtiendo en el análisis los aspectos coincidentes en la elección de la secuencia. Ambos grupos opinan que la serie más valorada es: **“las necesidades, las especificaciones, los objetivos y las funciones”**, en ese orden de realización (como lo muestra el Gráfico 2), las cuales son tareas evidentemente concretas de naturaleza resolutoria desde la perspectiva de los sistemas técnicos y de las tareas típicas de la ingeniería.

4.4.2.4 Asociación de términos para dar forma al diseño

Frente a la pregunta “ordene los términos que conducen a determinar el siguiente y así, para dar forma al concepto de diseño”, se propone una serie de términos conceptuales para determinar forma en el proceso de diseño.

		Frecuencias														
Código	Términos	1° opción			2° opción			3° opción			4° opción			5° opción		
		dis.	ing.	total	dis.	ing.	total	dis.	ing.	total	dis.	ing.	total	dis.	ing.	total
A1	forma	11	11	22	69	47	116	35	30	65	22	34	56	62	64	126
A2	estructura	5	4	9	26	33	59	61	59	120	62	66	128	45	24	69
A3	geometría	5	5	10	51	45	96	65	58	123	54	55	109	24	23	47
A4	concepto	171	159	330	9	9	18	3	4	7	3	1	4	13	14	27
A5	volumen	7	7	14	44	52	96	35	35	70	58	30	88	55	61	116
Opción	Diseño			Ingeniería			Total									
1°	concepto	171	44,4%	concepto	159	41,3%	concepto	330	85,7%							
2°	forma	69	17,9%	volumen	66	13,5%	forma	116	30,1%							
3°	geometría	65	16,9%	estructura	64	16,9%	geometría	123	31,9%							
4°	estructura	62	16,1%	geometría	58	16,1%	estructura	128	33,2%							
5°	volumen	55	14,3%	forma	64	14,3%	volumen	116	30,1%							
n = 400	válidos	= 385														
	perdidos	= 15														

Tabla 45: Secuencia de términos para dar forma: estudiantes.

En el análisis de la frecuencia de término propuesta se observa coincidencia en la selección de la primera dimensión “**concepto**” (**171 veces= diseño** y **159 veces=ingeniería**), como lo muestra la Tabla 45, siendo la opción más votada por ambos grupos de estudio. Definir el concepto en el proceso proyectual da inicio a la secuencia planteada para dar forma o apariencia al diseño.

En el caso de los estudiantes de diseño a partir de la segunda opción “**forma**” la lógica indica que la búsqueda y propuesta de formas inicialmente se asocia a la solución de diseño para proponer más de una alternativa preliminar y posteriormente a la estructuración formal para concluir con el volumen lo que indicaría que los diseñadores efectivamente desarrollan sus propuestas para resolver tridimensionalmente el diseño del producto. Por su parte los estudiantes de ingeniería se inclinan por proponer preliminarmente el volumen inicial seguido de la estructura y las geometrías involucradas en la

configuración de la representación de la solución al problema de diseño traducida en una forma final.

Ambas secuencias manifiestan dan como resultado la confirmación de los hallazgos realizados en la literatura especializada, en la manera de resolver el problema de diseño y sobre todo de confirmar la actuación de ambas disciplinas y la aplicación de los criterios y dominio del conocimiento de la práctica del diseño y de su formación para desarrollar el proceso de diseño

Encuesta a expertos

4.4.2.5 Acciones para desarrollar la apariencia del producto en el diseño conceptual

La pregunta se presenta con una serie de 6 opciones de tipo afirmativas asociadas a acciones y tareas previas que se deben resolver previamente antes de dar inicio al desarrollo morfológico en la fase de diseño conceptual. (Tabla 46).

Código	Variable
A1	desarrollo formas directamente considerando solamente los atributos y requerimientos funcionales, con lo cual determino los volúmenes iniciales del objeto
A2	planifico sistemáticamente todas las acciones para la fase creativa guiándome con un método para diseñar
A3	propongo formas preliminares por medio de bocetos que he desarrollado en forma paralela a partir del encargo, sin considerar el concepto de diseño
A4	mentalmente comienzo a generar formas relacionándolas con palabras, frases o conceptos abstractos basándome en experiencias o entrenamiento previo
A5	asocio los parámetros funcionales y utilitarios definidos en la etapa de análisis con términos lingüísticos que representen alguna cualidad o característica formal
A6	determino formas relacionando el concepto de diseño con las especificaciones y hago una búsqueda en espacios conceptuales que me inspiren en expresiones formales

Tabla 46: Acciones para dar forma en el diseño conceptual: expertos.

Frente a la pregunta “Indique las acciones para desarrollar formas en la fase de diseño conceptual”, se solicita a los expertos encuestados que seleccionen tres alternativas de la serie propuesta en torno a la experiencia para desarrollar la forma del diseño.

Código	Variables	Frecuencia expertos	
		selec.	n=20
A1	desarrollo formas directamente considerando solamente los atributos y requerimientos funcionales, con lo cual determino los volúmenes iniciales del objeto	9	45,0%
A2	planifico sistemáticamente todas las acciones para la fase creativa guiándome con un método para diseñar	4	20,0%
A3	propongo formas preliminares por medio de bocetos que he desarrollado en forma paralela a partir del encargo, sin considerar el concepto de diseño	1	5,0%
A4	mentalmente comienzo a generar formas relacionándolas con palabras, frases o conceptos abstractos basándome en experiencias o entrenamiento previo	8	40,0%
A5	asocio los parámetros funcionales y utilitarios definidos en la etapa de análisis con términos lingüísticos que representen alguna cualidad o característica formal	11	55,0%
A6	determino formas relacionando el concepto de diseño con las especificaciones y hago una búsqueda en espacios conceptuales que me inspiren en expresiones formales	13	65,0%

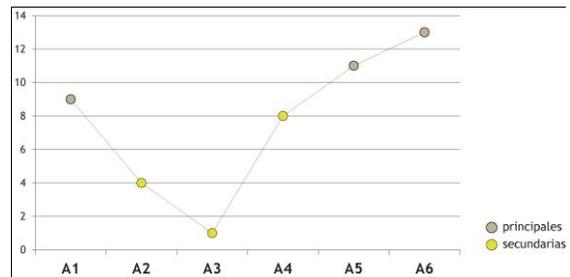


Tabla 47: Frecuencias para desarrollar la forma en el diseño conceptual: expertos.

En el análisis de las respuestas obtenidas, se realiza una prueba de frecuencias considerando el nivel de importancia indicado en selecciones principales y secundarias, señalado en la Tabla 47. Las opciones con mayor recurrencia de selección correspondieron a la opción **A6= 65%**, lo que equivale a **13** veces seleccionadas, le sigue la opción **A5=55%** con **11** selecciones y **A1=45%** con **9** veces seleccionadas.

Respecto a los resultados se analizan a partir de la opción **A6**: que indica que determinan formas relacionando el concepto con las especificaciones lo que

se confirma con los hallazgos en la revisión de la literatura. En la segunda opción **A5**: indica que se deben asociar los parámetros funcionales y utilitarios que permitan asociar el diseño con cualidades de la forma del concepto, por último la opción **A1**: confirma la importancia que tienen para desarrollar forma las dimensiones y aspectos asociados a la función para determinar formas y volúmenes preliminares que permitan generar la apariencia del producto

Se puede inferir preliminarmente una serie de pasos y acciones conceptuales validadas por la opinión de los expertos para desarrollar forma y apariencia del producto:

1. Relacionar el concepto de diseño con las especificaciones para generar expresiones formales
2. Asociar los parámetros funcionales y utilitarios con términos y atributos que representen alguna cualidad formal
3. Considerar los atributos y requerimientos funcionales para determinar preliminarmente volúmenes

4.4.2.6 Acciones previas para dar forma al diseño

Los expertos frente a la pregunta “*qué acciones/tareas deben estar realizadas en el proceso de diseño para comenzar el desarrollo morfológico y dar forma al concepto de diseño*”. Por la relevancia y significado de la respuesta de los estudiantes frente a esta pregunta se decidió realizarla también a los expertos, utilizando la misma cantidad de variables y afirmaciones como lo muestra la Tabla 48. Las afirmaciones se plantean en torno a la actividad de diseño conceptual y en las acciones tradicionales que integran la estructura del diseño representado en un modelo del proceso de diseño.

Código	Variables
A1	haber definido previamente el concepto de diseño
A2	determinar la idea conceptual para el diseño
A3	definir los parámetros y requerimientos del diseño
A4	las especificaciones técnicas del producto
A5	el diseño de detalles
A6	las estructuras funcionales del producto a diseñar
A7	determinados los componentes internos del producto
A8	definir los objetivos del diseño
A9	determinar el material para el diseño del producto
A10	los requerimientos del diseño
A11	la factibilidad comercial del producto diseñado
A12	saber donde buscar los conceptos que regirán la forma
A13	determinados los volúmenes preliminares, estrategias y procesos involucrados

Tabla 48: Serie de acciones previas para dar forma al diseño: expertos.

La primera prueba de medición se obtiene por medio de Anova de un factor teniendo como muestra intergrupos de expertos ($n=20$) y definiendo un intervalo de seguridad de un 10% ($\alpha \leq 0.10$), se puede definir con seguridad que la opción **A11=,067** es la única variable que presenta un claro consenso entre los expertos representando un **6,7%** (Tabla 49). Asegurando que solo esta opción es válida: la factibilidad comercial del producto diseñado es la opción correspondiente.

Este resultado no permite apreciar efectivamente el propósito del cuestionario a los expertos, que pretende obtener información que identifique las acciones y pasos que realizan para desarrollar formas. Se recurre a un análisis en profundidad mediante la prueba de Coeficiente de variación de Pearson.

variables	ANOVA	
	F	Sig.
A1	1,036	,310
A2	,399	,528
A3	,144	,705
A4	,029	,866
A5	,716	,405
A6	,174	,678
A7	,023	,881
A8	,392	,532
A9	,031	,861
A10	1,681	,206
A11	3,580	,067
A12	1,191	,279
A13	,745	,391

Tabla 49: Análisis factorial (dar forma): expertos.

Respecto a la opinión de los expertos estos fueron coincidentes en las variables A1 (C.V.= 0,18); A3 (C.V.= 0,17); A6 (C.V.= 0,16); A13 (C.V.= 0,15). En el caso de los estudiantes los resultados de las variables seleccionadas son consistentes y homogéneas en la gran mayoría de las variables más votadas, diferenciándose en aspectos tales como criterios estratégicos proyectuales (A13) en el caso de los estudiantes de ingeniería al igual que en la opinión de los expertos que coinciden en tal apreciación. La evaluación de los resultados obtenidos tanto de estudiantes como de expertos mantienen una tendencia coincidente identificando una serie de acciones comunes concordantes y otras de índole específica propias de cada dominio en particular, como lo muestra la Tabla 50.

Sumario estadístico		G1 (n=20)				G2 (n=209)				G3 (n=191)			
		(\bar{X})	(S)	(C.V.)	(f)	(\bar{X})	(S)	(C.V.)	(f)	(\bar{X})	(S)	(C.V.)	(f)
A1	Definir previamente el concepto de diseño	3,57	0,65	0,18	14	3,76	0,54	0,14	89	3,68	0,54	0,15	81
A2	Determinar la idea conceptual para el diseño	4,00	0,00	0,00	4	3,59	0,51	0,14	119	3,64	0,54	0,15	77
A3	Definir preliminarmente los parámetros y requerimientos del diseño	3,75	0,62	0,17	12	3,75	0,45	0,12	121	3,73	0,58	0,16	117
A4	Determinar las especificaciones técnicas del diseño	3,00	1,00	0,33	5	3,60	0,51	0,14	15	3,56	0,75	0,21	39
A5	Realizar el diseño de detalles	0,00	0,00	0,00	0	2,93	1,33	0,45	14	2,53	1,19	0,47	15
A6	Determinar las estructuras funcionales del producto	3,67	0,58	0,16	3	3,59	0,54	0,15	51	3,64	0,73	0,20	42
A7	Determinar los componentes internos del producto	0,00	0,00	0,00	0	2,75	1,17	0,42	8	2,67	1,23	0,46	12
A8	Definir los objetivos del diseño	3,67	0,89	0,24	12	3,59	0,56	0,16	85	3,64	0,51	0,14	70
A9	Determinar el material para el diseño del producto	4,00	0,00	0,00	1	3,46	0,93	0,27	24	3,41	0,96	0,28	22
A10	Asociar las necesidades a los requerimientos del diseño	4,00	0,00	0,00	1	3,54	0,88	0,25	13	3,00	1,25	0,42	15
A11	La factibilidad comercial del producto	3,33	1,16	0,35	3	3,57	0,75	0,21	21	3,10	0,85	0,27	20
A12	Saber donde buscar la inspiración para el concepto que regirá la forma	0,00	0,00	0,00	0	3,47	0,65	0,19	36	3,28	0,80	0,24	29
A13	Haber definido el enfoque y estrategias que se utilizarán en el proceso proyectual	3,60	0,55	0,15	5	3,52	0,72	0,21	31	3,65	0,49	0,13	34

G1 : expertos
G2 : estudiantes de diseño
G3 : estudiantes de ingeniería
A : acción conceptual

Tabla 50: Acciones previas para dar forma al diseño: expertos y estudiantes.

Se realizó un análisis adicional de medición de frecuencias, con el objeto de obtener la comprensión en las respuestas de los expertos y poder validar contrastar con las respuestas de los estudiantes.

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
 El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

variables del estudio		Frecuencias					
		diseño		ingeniería		total del grupo	
		selec.	n= 14	selec.	n=6	selec.	n= 20
A1	definir previamente el concepto de diseño	12	85,7%	2	33,3%	14	70,0%
A2	determinar la idea conceptual para el diseño	4	28,6%	2	33,3%	6	30,0%
A3	definir preliminarmente los parámetros y requerimientos del diseño	9	64,3%	4	66,6%	13	65,0%
A4	determinar las especificaciones técnicas	1	7,1%	2	33,3%	3	15,0%
A5	realizar el diseño de detalles	0	0,0%	1	16,7%	1	5,0%
A6	determinar las estructuras funcionales del producto a diseñar	1	7,1%	2	33,3%	3	15,0%
A7	determinar los componentes internos del producto	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
A8	definir los objetivos del diseño	8	57,1%	3	50,0%	11	55,0%
A9	determinar el material para el diseño del producto	1	7,1%	0	0,0%	1	5,0%
A10	asociar las necesidades a los requerimientos del diseño	0	0,0%	1	16,7%	1	5,0%
A11	la factibilidad comercial del producto diseñado	1	7,1%	1	16,7%	2	10,0%
A12	saber donde buscar la inspiración para los conceptos que regirán la forma	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%
A13	haber definido el enfoque y estrategias que se utilizarán durante el proceso proyectual	5	35,7%	0	0,0%	5	25,0%

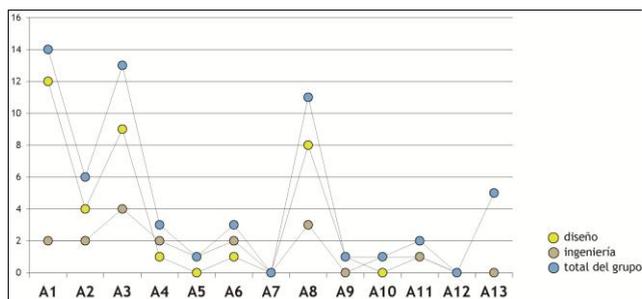


Tabla 51: Frecuencias de acciones previas para dar forma al diseño: expertos.

En el análisis de la frecuencia (Tabla 51), se realiza la prueba considerando el comportamiento de la opinión de los expertos mediante la agrupación por disciplina: diseño e ingeniería.

Los resultados de la prueba de frecuencias arrojó para el total (n=20), las opciones más recurrentes seleccionadas fueron **A1=14 veces (70,0%)**, la opción **A3=12 veces** seleccionada (**55,0%**) y la opción **A8=12 veces** votada

(55,0%), por lo que las variables para dar comienzo al desarrollo morfológico para los expertos fueron:

1. Definido el concepto de diseño
2. Determinar la idea conceptual para el diseño
3. Definido los parámetros y requerimientos del diseño
4. Definidos los objetivos del diseño

4.4.2.7 Acciones conceptuales previas para representar el diseño del producto

Frente a la pregunta “*qué acciones o tareas debemos tener definidas previamente para dar forma al concepto de diseño*”, se proponen una serie de secuencias de respuesta única (Tabla 52) debido al carácter discriminante de las opciones presentadas. Del panel de expertos ($n=20$), solo responden la pregunta 18 expertos, por lo que se discrimina con dieciocho respuestas validas emitidas para los resultados para el análisis.

Código	Secuencias
A1	idea - funciones - objetivos - concepto
A2	concepto teórico - geometrías - estructura - forma
A3	volúmenes iniciales - geometrías - concepto
A4	concepto - geometrías - volúmenes
A5	necesidades - especificaciones - objetivos - funciones
A6	especificaciones - funciones - ergonomía - geometrías - esquemas
A7	concepto - funciones - esquemas - geometrías - estructuras

Tabla 52: Secuencias para representar la forma del diseño: expertos.

El criterio determina que la secuencia **A5=30%**, con un total de 6 expertos seleccionando la serie, la interpretación coincide con los resultados de los estudiantes de diseño e ingeniería, quienes seleccionaron la misma opción que los expertos, como lo muestra la Tabla 53.

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
 El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

Sumario estadístico de frecuencias		G1 (n=20)	G2 (n=209)	G3 (n=191)
Código	Serie	(f)(%)	(f)(%)	(f)(%)
S1	idea - funciones - objetivos - concepto	5 (25,0%)	26 (12,4%)	25 (13,1%)
S2	concepto teórico - geometrías - estructura	1 (5,0%)	34 (16,2%)	28 (14,7%)
S3	volúmenes iniciales - geometrías - concepto	1 (5,0%)	6 (2,9%)	10 (5,2%)
S4	concepto - geometrías - volúmenes	0 (0,0%)	7 (3,4%)	11 (5,8%)
S5	necesidades - especificaciones - objetivos - funciones	6 (30,0%)	77 (36,8%)	70 (36,6%)
S6	especificaciones - funciones - ergonomía - geometrías	1 (5,0%)	25 (12,1%)	12 (6,3%)
S7	concepto - funciones - esquemas - geometrías	4 (20,0%)	34 (16,2%)	35 (18,3%)
	(no responde)	2 (10,0%)		

G1 : expertos
 G2 : estudiantes de diseño
 G3 : estudiantes de ingeniería
 S : serie de acciones

Tabla 53: Frecuencias para representar la forma del diseño: expertos - estudiantes

Se comparte en la experiencia del panel para la realización del proceso de diseño, lo cual manifiesta el predominio de lo resolutivo a nivel técnico, haciendo que el concepto de diseño se defina a partir de los aspectos funcionales, especificaciones y objetivos del problema de diseño, validando el análisis y los hallazgos realizados en la literatura consultada.

Capítulo 5

Análisis de resultados

5. Análisis de resultados

En este capítulo se presentan los análisis de los resultados obtenidos en primer lugar de los hallazgos realizados en la fase exploratoria con base teórica, principalmente de la revisión de la literatura especializada y actualizada con referencias de divulgación científica en revistas indexadas. En segundo lugar se analizan los resultados obtenidos respecto del cuestionario realizado a los grupos de estudio principal, los estudiantes de diseño e ingeniería contrastándolos con los datos y opinión del grupo de expertos.

Los resultados que fueron presentados en el capítulo anterior, serán articulados con los constructos del estudio y a la vez con las hipótesis planteadas de la investigación. Los resultados se presentan por medio de tres hipótesis principales **H1**, **H2** y **H3**, y tres sub hipótesis **H1a**, **H2a** y **H3a**. Cada una de las hipótesis de la investigación se relaciona respectivamente con los constructos **CO1**, **CO2** y **CO3** del estudio.

El contexto general de la investigación de índole teórica-conceptual, da cuenta en el tipo de información recolectada, que el cuerpo de conocimiento lo constituye en primer lugar la dimensión metodológica del fenómeno principal de estudio del proceso de diseño, el cual se formaliza fundamentalmente por medio de la estructuración del problema de diseño, de las actividades y de las acciones y tareas que integran dicha estructura. En segundo lugar la actividad de diseño conceptual, considerada una de las fases más críticas y clave del proceso de diseño donde se define la solución al problema de diseño y la generación del concepto de diseño. Por último la instancia de generación y modelado de las expresiones formales del diseño que se traducen finalmente en la forma y apariencia del producto.

5.1 Hipótesis H1

Existen concordancia y acercamiento entre el diseño y la ingeniería a la hora de estructurar el proceso de diseño.

El estudio exploratorio permitió identificar y comprender el fenómeno del proceso de diseño (constructo **CO1**), representado por una gran variedad de modelos metodológicos con distintas orientaciones y enfoques, los cuales dependen del tipo de problema, de la complejidad, y de quien participa en el

proceso de diseño. Por lo general en los modelos revisados se observan estructuras similares con ciertas variantes, principalmente en el número y tipo de actividades que lo conforman. Se observa que las más descritas son las relacionadas con el dominio de la ingeniería y las menos descritas las de orientación más creativas y mentales, donde gobiernan las ideas y estados de abstracción, instancias donde se definen y generan las representaciones del diseño y la apariencia del producto.

En este sentido se visualizan con mayor recurrencia los modelos de pensamiento y realización orientados a la dimensión funcional, los cuales fundamentan sus pasos y acciones en factores más duros y lógicos a diferencia de como lo haría un diseñador. Algunos de este tipo de modelos, como el de Cross (2002) o Gugelot (1963), suelen centrarse rápidamente en la solución del problema de diseño y en la reducción de tareas. También está el modelo de Gero (2004), el cual se fundamenta en los aspectos funcionales y en una estructura que las represente. Se encuentran también modelos orientados al diseño del producto, los que incorporan acciones y tareas de índole más creativa e intuitiva, y de generación de ideas. Este tipo de modelos, como el de Wood (2001), son considerados más simples, principalmente porque sus procedimientos están orientados a la realización de acciones conceptuales inherentes al diseñador y al desarrollo morfológico, entre otras.

Se observa que tanto el diseño como la ingeniería recurren a una serie de pasos, generalmente de realización secuencial, que se apoyan básicamente en la información y datos de entrada al proceso de diseño en la llamada “fase de análisis”, lo que se traducirá a medida que avanza el proceso, en la definición de requerimientos, especificaciones, objetivos y a la interpretación del conjunto de necesidades impuestas generalmente, por el usuario y el consumidor. Este tipo de factores multidimensionales y comunes del proceso de diseño coinciden con el enfoque de ciertos modelos y en la opinión de algunos autores que desde el punto de vista disciplinar, el diseño y la ingeniería aparentemente pertenecen a mundos conceptuales diferentes como lo señala Meijer, (2000), citado por Dorst (2007).

En este sentido se observa que tanto el diseño como la ingeniería hacen uso de estructuras básicas concordantes en las fases iniciales del proceso de diseño, pero con diferentes significados y resultados. Nguyen & Zeng (2010), señalan que la estructura del diseño se determina mediante cuatro operaciones principales, *análisis, evaluación, generación y expresión de la solución*, también está la estructura propuesta por Hao & Ching (2010), quienes estructuran el proceso de diseño en *análisis del problema, síntesis de la solución y evaluación*. Otro tipo de estructuras como la de Hernandis (2003), de base sistémica, plantea una descomposición de los subsistemas

fundamentales forma, función y ergonomía, propiciando en todo momento el desarrollo de la actividad de diseño conceptual, actividad clave para el diseño del producto.

A su vez, se comparten las apreciaciones y posturas de autores como Restrepo & Christiaans (2004), quienes señalan que la estructuración del problema de diseño ocurre al comienzo del proceso, pero que también ocurre a medida que se avanza en la ejecución de las actividades que la componen de manera progresiva. Debido a esto, el estudio concluye que la estructura del diseño se considera como un estado de negociación colectiva permanente entre los participantes del equipo de diseño. De hecho Cross, Ulrich, Norman, Pahl & Beitz, Pugh y muchos otros autores admiten que el proceso de diseño es una co-construcción social de un valor altamente cognitivo, encontrando muy relevante el hecho que tanto el diseño como la ingeniería comparten ciertas actividades y acciones en común, diferenciados en función del cumplimiento de los objetivos, la resolución del problema de diseño y en la manera de representar el concepto.

En cuanto a las actividades de diseño, Sym & Duffy (2003), señalan que están estrechamente vinculadas con la generación del concepto de diseño y suelen ser de índole racional, por lo que confiere al proceso de diseño contar con una estructura formal y sistematizada. Por otra parte autores como Dorst (2007); Reymen et al (2006), indican que las actividades del diseño pueden verse como el conjunto de necesidades y requisitos del problema de diseño, razón por la cual los diferentes modelos metodológicos del proceso de diseño pueden verse representados mediante diferentes intenciones y necesidades las que se asocian a los distintos dominios del diseño.

De hecho son consideradas como estados transitivos de transformación del problema a medida que se avanza el proceso concordando con otros autores como Mosborg et al (2005); Atman et al (2008) por mencionar algunos. Uno de las definiciones más acertadas compartidas por el autor y validadas en la revisión de la literatura es que las actividades del diseño obedecen a un principio de granularidad, esto significa que tienen la capacidad de descomponerse en sub actividades y algunas veces en acciones inter actividad según sea la necesidad, el grado de complejidad y el tipo de proyecto, por lo tanto podemos decir que actividad es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para cumplir el objetivo o propósito del problema de diseño.

Esta condición también se presenta en las acciones que se ejecutan durante el proceso. De hecho se distinguen claramente clases o categorías de actividades y acciones conceptuales que estructuran el problema de diseño referenciadas a los múltiples dominios del diseño. Se distinguen las actividades/acciones *específicas*, siendo las que se determinan por el propio dominio y por ningún

otro que participa del proceso de diseño (Figura 22). Las *genéricas*, que corresponden a estructuras simples y básicas que pueden ser desarrolladas sin necesidad de contar con mayores especializaciones o especificaciones por parte de quien lleve adelante el proceso. Por último se identifican las *comunes*. Estas últimas, en particular, pueden ser propuestas y realizadas por más de un dominio del diseño, por ejemplo que una acción sea pertinente al diseño y la ingeniería: *la definición de los objetivos del diseño*.

En cuanto al análisis de los resultados descriptivos, orientados a la hipótesis **H1** y al constructo **CO1**, se encuentran relaciones y afirmaciones positivas respecto de las variables planteadas tanto en los grupos de estudiantes como en los expertos, confirmando los planteamientos encontrados en la literatura.

En el caso del grupo de estudiantes se encuentran coincidencias respecto de la hipótesis **H1**, puesto que ellos son capaces de estructurar el proceso mediante acciones y tareas conocidas, determinando la estructura por grupos de actividades específicas de manera simple y directa basadas en la utilización de algún modelo metodológico referencial. En la lógica de modelar considerando modelos tradicionales del proceso de diseño, de manera aprendida y sistemática, los estudiantes, en ambos grupos, concuerdan en algunas acciones procedimentales en común importantes del proceso de diseño tales como *“recoger los datos del proyecto”* y *“determinar parámetros, funciones y especificaciones”* de manera coincidente.

En el caso de los expertos, estos coinciden en ciertos pasos comunes que realizan en el proceso de diseño, resultados obtenidos mediante la solicitud *“esquematice el modelo metodológico para realizar el proceso de diseño”*, estos coincidieron en un **65%** de las veces en *“recoger la información y analizar el problema”*, a diferencia de los estudiantes que no seleccionaron la alternativa correspondiente a *“analizar los datos y el mercado”*. También los expertos concuerdan en una alta valoración en el *“diseño conceptual”* (**60,0%**) y en los *“esquemas y sistemas de diseño”* (**50,0%**) lo que corresponde a la forma del diseño, no así en los estudiantes en ambos grupos a pesar de que la variable integraba las alternativas de selección.

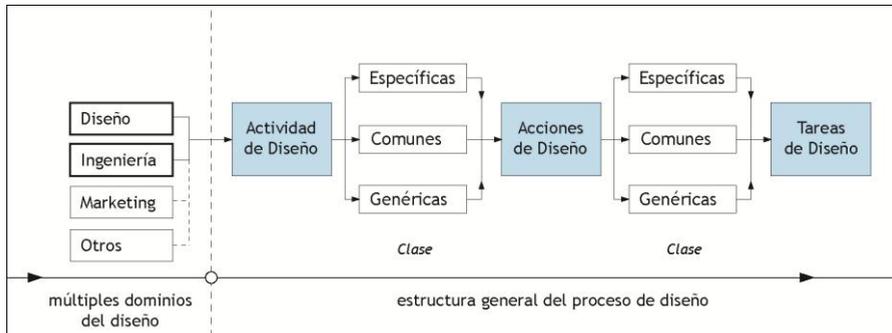


Figura 22: Esquema de la estructura general del proceso de diseño. Elaboración propia

Esto se explica fundamentalmente, debido a la diferencia entre los expertos y principiantes, lo que confirma lo señalado por los autores Popovic (2004), Liem (2009); Bjorklund (2013); Dreyfus (2003) o Bouchard (2006), quienes afirman que efectivamente la diferencia para resolver el problema de diseño, entre los expertos y los niveles más bajos, es la profundidad en el manejo de la información, y en la resolución de problemas entre otros. No obstante se confirma el grado de acercamiento y coincidencia en las estructuras para modelar el proceso de diseño, lo cual también está validado por la opinión de los expertos.

5.1.1 Hipótesis H1a

Los pasos y acciones iniciales que se ejecutan en el proceso de diseño, guardan relación con el dominio y formación disciplinar de quien diseña.

El estudio teórico respecto a la sub hipótesis H1a relacionada con el constructo C01, indica que de las acciones y tareas observadas en los modelos revisados en la literatura, exponen una diferencia en los procedimientos que llevan a cabo el diseño y la ingeniería. Por una parte cuando se realizan las acciones de índole más creativas y de procesos mentales, estos se asocian a procesos exploratorios según la ingeniería de índole azarosa y ambigua ya que ocurre en las acciones y tareas con un alto valor de abstracción a diferencia de los procedimientos que realiza la ingeniería de índole más dura y concreta,

sobre todo apoyadas en las dimensiones funcionales y en el cumplimiento de un fin o propósito y estratégicamente mediante métodos de diseño. Esto coincide con los hallazgos de la literatura, los que además se comparte en la gran mayoría de los modelos metodológicos utilizados para el desarrollo del proceso de diseño, orientados a la resolución del problema de diseño y no a la solución de diseño, a diferencia de las acciones que realiza el diseñador (Figura 23).

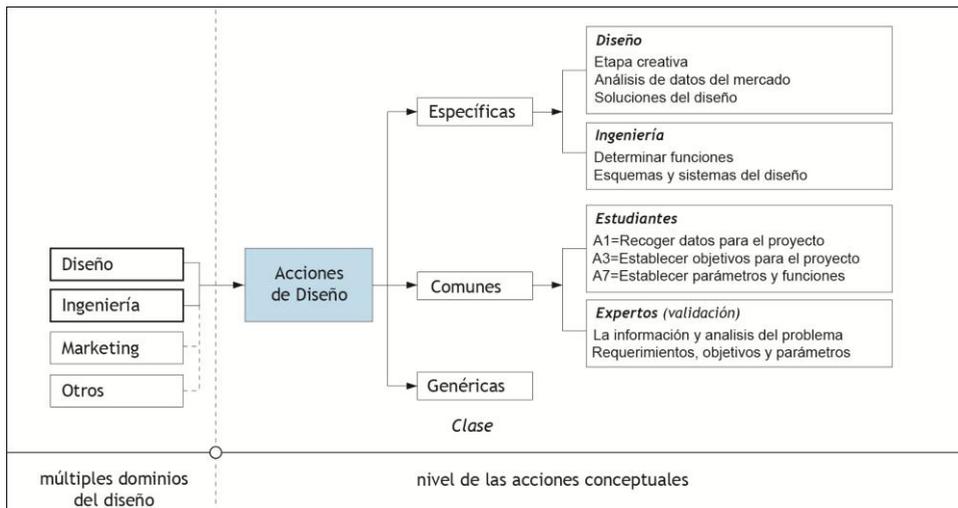


Figura 23: Espacio de las acciones conceptuales del proceso de diseño. Elaboración propia

Los resultados del análisis de las encuestas en los estudiantes permitieron identificar coincidencias en torno a las acciones iniciales del proceso de diseño, las cuales se diferenciarían dependiendo de la orientación disciplinar y dominio de quien diseña. Desde el punto de vista del diseño se valora la “fase creativa” con un C.V.=0,19, “analizar los datos referenciados por el mercado” C.V.=0,17, o a la definición de “soluciones de diseño” con un C.V.=0,19 a su vez. Esto coincide en que este tipo de pasos y acciones van de la mano del diseñador debido a su cercanía con los aspectos más humanizados y de las personas, sobre todo en la identificación con las expectativas y cumplimiento de las necesidades representadas en un producto. Por su parte los estudiantes de ingeniería valoran principalmente las acciones tales como “determinar los objetivos del diseño” C.V.=0,20, seguido de “determinar los parámetros y funciones” C.V.=0,21, con los valores más altos obtenidos por

este grupo, de las acciones coincidentes realizadas comúnmente por la ingeniería. Lo más valorado en ambos grupos coincide en la existencia de ciertas acciones en común necesarias y consideradas en la fase inicial del proceso de diseño, que conformarían una estructura con rasgos coincidentes.

5.2 Hipótesis H2

En el diseño conceptual se definen los aspectos asociados a la representación y configuración formal del producto mediante la combinación de las acciones conceptuales entre el diseño y la ingeniería.

El análisis del constructo CO2, que da como resultado del análisis exploratorio determina la definición y significado del fenómeno del diseño conceptual y las implicancias consideradas desde la visión de diseñadores e ingenieros. Un factor coincidente, Hsu & Chen (2006), citado por Briede (2014), es considerar que la actividad de diseño conceptual es efectivamente la actividad más crítica y clave para el diseño de productos. La representación de esta actividad por lo general está presente en la mayoría de los modelos revisados en la literatura, algunas veces con diferentes denominaciones dependiendo del enfoque y dominio del diseño. El propósito fundamental tiene relación con la solución del problema de diseño y la generación de una única solución representada mediante una expresión formal y apariencia del producto.

Taura & Nagai (2013) plantean que en el diseño conceptual deben implementarse dos etapas de realización: un plan mental y la creación de formas. Esta actividad conceptual orienta permanentemente al diseñador durante el desarrollo del proceso. Es importante también considerar que es en esta fase donde se define y genera el concepto de diseño, dando inicio a los principios de solución, mediante la realización de las acciones y tareas que se planifican en la estructura, las que finalmente se combinan para representar una única solución de diseño, como lo señala Jin et. al (2007), y que esta combinación progresivamente va modelando y configurando previamente la forma del producto. También, como lo señala Gómez-Senent (1998), las soluciones conceptuales que se adopten durante la ejecución de los procedimientos deben haber pasado por un proceso mental estructurado a partir de las operaciones conceptuales que se realicen para obtener el mejor resultado posible.

Los modelos metodológicos revisados en la literatura muestran que el diseño conceptual es una actividad difusa, de realización subjetiva y abstracta con poca claridad al momento de formalizar las acciones y tareas que se deben realizar, especialmente las que se relacionan con el plan mental y la creación de formas. Los hallazgos realizados en la literatura, señalan la existencia de una predisposición de considerar a las acciones creativas y conceptuales como ambiguas, debido a que provocan un alto grado de incertidumbre, sobre todo en las acciones que realiza el diseñador, las que se consideran azarosas y poco claras, asociadas a los aspectos más humanizados y a las expectativas y satisfacción de las personas, coincidiendo con los planteamientos de Mulet (2003); Cross (2002); Dym & Little (2006). En este sentido las diferentes posturas se fundamentan en que las estructuras del diseño propuestas carecen de procedimientos orientados a la creatividad y planes mentales.

En los resultados obtenidos del estudio descriptivo del constructo CO2, la definición de diseño conceptual por parte de los estudiantes solo hubo acuerdo como resultado del análisis factorial en la opción **A7, Sig=0,017 ($\alpha \leq 0,10$)** que indica que *“son las acciones y tareas que se consideran dentro de la etapa creativa que dan forma al concepto de diseño, en la fase inicial del proyecto”*, lo que confirma básicamente la hipótesis H2, respecto de la asociación con dar forma al diseño. En cuanto al análisis de sensibilidad y frecuencia para los estudiantes de diseño e ingeniería se confirman los planteamientos en cuanto a que es un *“proceso mental y creativo que interpreta la representación de una forma asociada a la solución teórica del diseño”*. Los resultados que arrojó la prueba de homogeneidad (C.V.), se encuentran coincidencia en las variables **A6=0,19** y **A7=0,18**. En la interpretación se observa una confirmación sobre la opción A7, y como parte de la definición se complementa con *“que el diseño conceptual se desarrolla hasta antes de comenzar la actividad de fabricación del producto”*, ya que a partir de ese momento el diseño del producto es inalterable en el tiempo y no se debiera modificar. En cuanto a los estudiantes de ingeniería confirman que es *“la etapa más creativa para desarrollar el producto”* (**A5=0,20**) y que es *“un proceso mental y creativo que permite desarrollar formas”*, confirmándolo con los hallazgos de la literatura en Taura & Nagai (2013); Jin et. al (2007) y Gómez-Senent (1998).

Desde el punto de vista de los expertos, los resultados respecto a la definición del diseño conceptual se observa que existe gran relación y concuerda con la opinión de los estudiantes. El estudio del fenómeno identifica acciones coincidentes expresadas por los estudiantes, señalando que *“es el proceso mental y creativo que permite representar al objeto asociado al concepto”*, la variable **A7=9** veces votadas, correspondiente a un 45% de la selección. También que es *“la etapa del proceso donde se define el concepto”*, **A2=11**

veces votada con un 55% de la selección, y la opción A8=9 veces votada con un 45% de la selección. En esta última acción se confirman los hallazgos de la literatura de manera consistente respecto del grado de experiencia como factor fundamental en los aspectos definitorios de variables, que lo diferencia de otros niveles del dominio del conocimiento, ya que efectivamente los expertos valoran la “*organización sistematizada de la información que se genera en la fase de análisis*”, considerándola complemento de la definición de diseño conceptual.

5.2.1 Hipótesis H2a

El concepto de diseño se genera partir de la definición de las especificaciones, requerimientos y objetivos del problema de diseño.

El análisis del constructo (CO2), permitió vincular la actividad de diseño conceptual con el concepto de diseño. El estudio permitió contrastar la información obtenida en la fase exploratoria en la definición del concepto, el cual es considerado principalmente como un término abstracto que surge de los procesos mentales y de la generación de ideas. El resultado de esto será una representación física asociado a una forma tridimensional y a la apariencia del producto, considerada como una construcción mental generada por el diseñador.

Desde el punto de vista del diseño, se referencia a valores visuales, estéticos, perceptivos de índole más humanizados orientado a dar respuesta a las expectativas de las personas, y desde el punto de vista de la ingeniería el concepto se asocia al propósito y resolución del problema, así como también al funcionamiento y aspectos técnico-funcionales. En este sentido autores como Ulrich & Eppinger (2004), señalan que las especificaciones y requerimientos bien definidos generan un buen concepto del diseño. También que en el diseño conceptual, los resultados son impredecibles (Mulet, 2003). Para Hansen & Andreasen (2003), el concepto refleja una idea, y esta a su vez debe verse reflejada en el producto. Señalan además que desde el punto de vista resolutivo, se observan dos factores importantes para su definición: los aspectos técnicos y los aspectos formales. Este estado confirmatorio de que las acciones conceptuales realizada por el diseño y la ingeniería combinan sus resultados para *definir, generar y representar* al concepto durante el desarrollo del proceso, tres estados fundamentales que intervienen del

modelado del concepto en la fase de diseño conceptual, confirmando que el concepto tiene estados de creación y de realización como lo señala Eekels (2001), citado por Hansen & Andreasen (2003). Tiene especial relevancia el hecho de considerar, por tanto, que el concepto de diseño es una “*expresión bidimensional*” en los estados progresivos de desarrollo, ya que considera los múltiples dominios del diseño para traducirlo en un producto.

Existe gran relación del análisis exploratorio con los resultados del estudio descriptivo obtenidos de la opinión de los expertos en cuanto a cómo definirían el concepto: **A6=85%**, **17 veces** votada y **A3=80%**, **16 veces** votada. Se presentan fundamentalmente en estas dos afirmaciones, muy valoradas por los expertos. La primera dice que el concepto representa un nivel mental, se asocia a las ideas para la solución de diseño, y que inicialmente en el desarrollo del proceso, no se representa mediante una forma física. También que el concepto surge a partir de la interpretación de las necesidades, especificaciones y funciones del problema de diseño confirmando lo expuesto por los autores Chaur (2004); Ulrich & Eppinger (2004); Gero (2000); Cross (2002); Otto & Wood (2001).

5.3 Hipótesis H3

Las expresiones visuales que representan formalmente al concepto de diseño guardan relación con las acciones conceptuales combinadas y ejecutadas entre el diseño y la ingeniería.

El estudio teórico, asociado al constructo CO3, permitió identificar y comprender en profundidad el paso desde un estado teórico contextual hasta la representación física de la solución de diseño. En primer lugar el modelado conceptual de la solución surge desde el inicio del proceso apoyado por las definiciones preliminares de la información de entrada al proyecto y contar con esquemas estructurados, y en el uso de métodos y herramientas de diseño en apoyo estratégico al modelado conceptual (Sim & Duffy, 2003). Este tipo de modelado teórico del diseño aún no tiene forma y progresivamente durante el proceso se va conformando la solución de diseño a partir de las acciones conceptuales que realizan diseñadores e ingenieros.

Lo anterior comparte la postura de manera consistente señalado por Takeda (1994), citado por Hsiao (2010), quien señala que la solución de diseño se obtiene gracias a las diferentes maneras de utilizar y satisfacer las

especificaciones por medio de acciones de ingeniería y de diseño, y de la orientación del concepto en el contexto de su realidad. Se confirma, además, que la creación de formas es una de las fases fundamentales del diseño conceptual, Taura & Nagai (2013); Hansen & Andreasen (2003); Eekels (2001), derivadas de los principios de solución (Jin, et al. 2007).

El estudio descriptivo asociado al constructo **CO3**, arrojó resultados positivos relacionados con la representación formal en el proceso de diseño en torno a las acciones conceptuales previas para dar forma (Figura 24), y a la identificación de un tipo de secuencia concordante de pasos vinculantes entre el diseño y la ingeniería las cuales son necesarias para dar forma y desarrollar morfológicamente el diseño del producto en la fase de diseño conceptual.

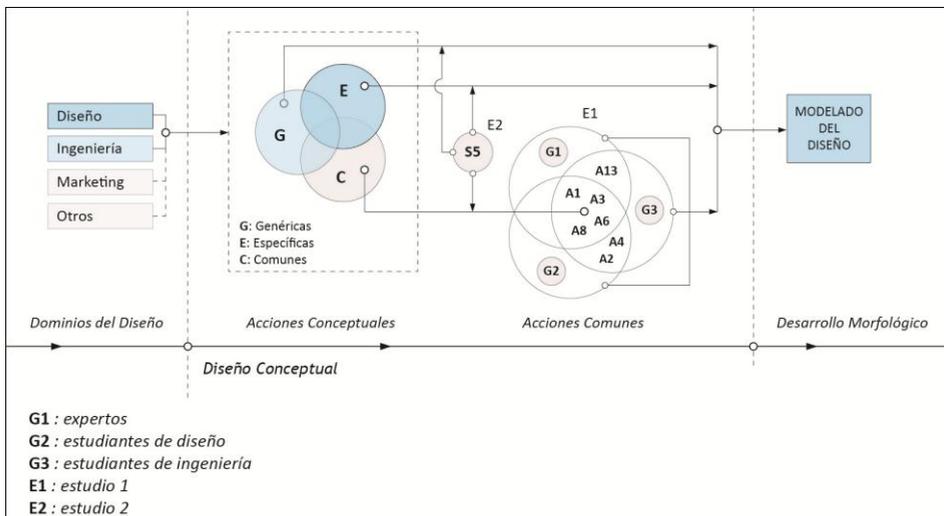


Figura 24: Modelo de acciones conceptuales previas al desarrollo morfológico. Elaboración propia

Para las pruebas se utilizaron los análisis de media (\bar{X}), desviación estándar (S), el análisis de frecuencias (f) y análisis de homogeneidad mediante el coeficiente de variación de Pearson (C.V.). El estudio de las medias en cada una de las variables, permitió identificar en los grupos de estudiantes la importancia que le atribuyen. Los valores en general se mantienen en el rango medio a medio alto sin grandes diferencias considerando que el promedio de $\bar{X}= 3,41$, lo que sugiere un comportamiento homogéneo respecto de las medias.

En el estudio de las respuestas de los estudiantes se identifica un grupo de variables coincidentes a partir del análisis de las \bar{X} , de la desviación estándar (S), y del análisis de las frecuencias (f). A su vez en las respuestas de los expertos, contrastándolas con las de los estudiantes, se encuentran las mismas coincidencias en la elección de las variables validando los resultados del estudio. Estos resultados también confirman los planteamientos de los hallazgos encontrados en la revisión de la literatura en los que al momento de estructurar los pasos previos al desarrollo morfológico, estas acciones coinciden con las variables de mayor valor significativo, y de un comportamiento homogéneo y coincidente. El grupo de variables seleccionadas permiten afirmar que las acciones conceptuales del estudio están determinadas por el grado de pertenencia y énfasis en torno al análisis del problema de diseño y que la información de entrada al proceso define las especificaciones, requerimientos, los aspectos funcionales y al planteamiento de objetivos.

Existe una gran relación entre las acciones conceptuales que ejecutan los diferentes dominios del diseño en beneficio del desarrollo morfológico y el diseño de la forma del producto. A diferencia de la opinión que el diseño y la ingeniería ejecutan acciones y tareas de manera independiente sin considerar el uno al otro y viceversa, los hallazgos indican que efectivamente existen acciones en común, así como también acciones genéricas y específicas, las que se definen inicialmente desde distintos puntos de vista para resolver el problema de diseño. Por otra parte la estructuración del diseño mediante una serie de actividades, acciones y tareas dependen de dos aspectos relevantes del proceso de diseño: el grado de complejidad del problema de diseño, lo que determina el tipo y cantidad de procedimientos, pasos y acciones, y por otro lado el área y dominio del conocimiento de quien diseña asociado al nivel de experiencia.

Debido a la diferencia entre expertos y principiantes, se confirma lo señalado por los autores Popovic (2004), Liem (2009); Bjorklund (2013); Dreyfus (2003) o Bouchard (2006), quienes señalan que la diferencia más importante entre los expertos y los niveles más bajos del conocimiento es la profundidad de análisis, el eficiente manejo de la información y la manera de resolver problemas. Los resultados confirman que los expertos tienen un mayor alcance y profundidad en la determinación de acciones necesarias, dando más cabida a interconexiones en torno a la información relevante que estructura el problema de diseño estratégicamente.

Desde el punto de vista de la valoración de las acciones estudiadas, se encuentran en las variables con mayor valoración una fuerte concordancia en los resultados del grupo de estudiantes y confirmados con la validación de los

resultados de los expertos se encuentran las acciones con el promedio de \bar{X} es para A1 ($\bar{X}=3,67$); A3 ($\bar{X}=3,74$); A6 ($\bar{X}=3,63$); A8 ($\bar{X}=3,63$), correspondientes a definir previamente el *concepto*, *parámetros* y *requerimientos* del diseño, los *aspectos funcionales* y los *objetivos* del diseño. En este sentido se confirman y se encuentran grandes coincidencias con los planteamientos de Ullman (1997); Otto & Wood (2001); Ulrich (2004), quienes proponen estructuras de modelos que integran los factores mencionados. Existen grandes similitudes en la manera de llevar a cabo las acciones y tareas del proceso preliminar con la definición de las especificaciones y aspectos funcionales, como lo expresa coincidentemente Mulet (2003) y Chaur (2004). En esta misma línea también lo señalado por Ulrich (2004) y Jin et al. (2007) es coincidente, con la opinión de que la definición de las especificaciones, estructuras funcionales y la generación del concepto son determinantes a la hora de apoyar las acciones en el diseño conceptual.

Estos resultados también son confirmatorios a partir de los hallazgos realizados en la revisión de la literatura en cuanto a que si existen acciones conceptuales que se realizan durante el proceso proyectual en bloque que permitirían generar la forma del diseño. En este sentido tanto los estudiantes de diseño e ingeniería, así como en la opinión de los expertos son concordantes.

En una segunda evaluación a estudiantes (ingeniería y diseño) y expertos planteando secuencias típicas de realización de tareas previas al desarrollo del diseño de la forma con el objeto de complementar y validar los hallazgos de los resultados. Los resultados para los estudiantes de diseño ($n=209$) con la frecuencia más alta con la opción **S5** ($f= 77, 36,8\%$), en el caso de los estudiantes de ingeniería ($n=191$), seleccionaron la misma opción **S5** ($f=70, 36,6\%$). Para validar se contrastan los resultados con la opinión de los expertos ($n=20$), quienes seleccionaron con las más altas frecuencias las opciones **S5** ($f=6, 30,0\%$); y **S1** ($f=5, 25,0\%$).

En primer lugar la opinión de los expertos valida la opción seleccionada por ambos grupos con la serie: *necesidades*; *especificaciones*; *objetivos*; *funciones*, en ese mismo orden de ejecución, además los expertos valoran, desde el punto de vista del desarrollo del diseño, también integra otros factores como la idea y el concepto, a diferencia de los estudiantes. Las acciones conceptuales previas al desarrollo morfológico van modelando progresivamente durante su ejecución alternativas básicas de solución, así como también transformaciones de las especificaciones y requerimientos iniciales del diseño.

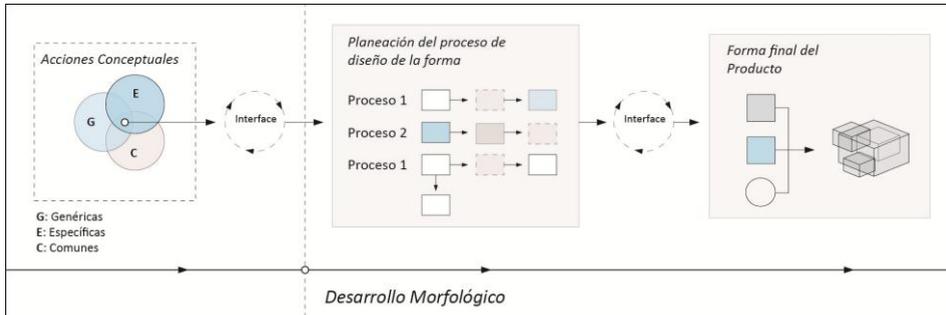


Figura 25: Esquema descriptivo del proceso de desarrollo morfológico. Elaboración propia

Siguiendo este planteamiento se observa un espacio conceptual común de desenvolvimiento como se describe en el modelo de la estructura basada en los resultados (Figura 25), en torno a la granularidad de las acciones (Sim & Duffy. 2003), es decir que en esta etapa previa al desarrollo morfológico se van resolviendo un número y tipo de acciones conceptuales (niveles de abstracción) que permitan cumplir con el propósito de la actividad de diseño conceptual, ya sea en bloque o mediante agrupaciones de tareas representados por operaciones básicas o genéricas del proceso, específicas de un dominio u otro que progresivamente se combinan durante su ejecución para dar paso al desarrollo morfológico y al diseño de la forma. Estas acciones dependerán del grado de complejidad del diseño y de los estados de representación que requiera el producto durante el desarrollo del proceso de diseño.

5.3.1 Hipótesis H3a

Los atributos y valores visuales que se asignan a la forma del producto guardan relación con los múltiples dominios del diseño y con las dimensiones formal, funcional y perceptual.

Con relación a la definición y asignación de valores visuales para dar la forma al producto, se encuentran significantes hallazgos. La asignación de atributos en el estado interpretativo se encuentran asociados a la interacción fundamental entre función y forma, por medio de la incorporación de

cualidades expresivas de tipo utilitarias y relacionadas con las personas Bloch (1995); Lee (2010), citado por Cardozo (2014), las que se asocian a características y valores visuales que representan conceptualmente la apariencia, estética y percepción en el diseño del producto. El análisis permitió identificar las consideraciones necesarias para el modelado conceptual del producto, donde la instancia de modelado se estructura a partir de valores suaves y duros (Lenau, 2003); o valores subjetivos (blandos) y objetivos, Castelli (citado por Mitchell, 1995); Warell (2002).

También es importante mencionar que la asignación de atributos en el modelado formal de la solución, guardan relación con la etapa en que se encuentre el desarrollo del producto, y de que dominio del diseño se encuentra ejecutando la tarea (Vergara et al. 2006). Los atributos durante el desarrollo del producto, desde el inicio, son impuestos principalmente por el usuario y el mercado, a medida que avanza el proceso progresivamente y en la necesidad de interpretar a las necesidades, se comparten las acciones correspondientes a la definición los aspectos funcionales (duros), incentivando la resolución del problema de diseño, desde el punto de vista de la ingeniería confirmando los planteamientos de Aurisicchio et al. (2001); Dym & Little (2006). Esto confirma que la determinación de las características funcionales solo integran los aspectos morfológicos y de uso solamente en las etapas finales de desarrollo del producto (Cardozo. 2014). En esta misma dirección se encuentra gran coincidencia con los planteamientos de Johanson (2004), citado por Cardozo (2014), quien señala que los atributos del productos se diferencian por dimensiones de índole más humanizadas, e interpretando la terminología propia de cada dominio del diseño para hacerla más comprensible orientada en torno al producto y a su uso. Atributos como la marca, el diseño, la usabilidad o las emociones son cada vez más requeridas, y las orientadas en torno a los aspectos funcionales o técnicos menos explicados.

La apariencia del producto depende de una buena definición y asignación de valores visuales que expresen las necesidades, además que los aspectos más duros como las especificaciones, funciones y objetivos se cumplan, pero a su vez que se representen y sean bien interpretados en la solución de diseño por medio de una forma física. Los aspectos morfológicos es un determinante crítico y clave para el éxito en el diseño del producto. Esto, según Cardozo (2014), presenta una gran concordancia con lo planteado por Bloch (1995); Creusen & Schoomans (2005); Crilly et al. (2004) por mencionar algunos.

En las pruebas realizadas se confirman los planteamientos de los hallazgos respecto de la importancia y asociación terminológica cada vez que se asigna atributos en el diseño conceptual. Los atributos efectivamente pueden ser

agrupados a las dimensiones fundamentales del diseño. El análisis factorial permitió identificar tres (3) agrupaciones para atributos: la agrupación **UTILITARIA (15,85% de la varianza)** incorpora los atributos de características utilizados para expresar y representar valores visuales en torno a los aspectos funcionales y que pueden ser medidos como la resistencia o la capacidad. La segunda agrupación corresponde a la **APARIENCIA (14,25 de la varianza)** que incluye atributos que expresan y representan a los aspectos morfológicos de un producto tales como superficie, contorno o línea. La agrupación correspondiente al estado **PERCEPTIVO**, o de estilo (**11,06% de la varianza**), se integra efectivamente a los atributos asociados a estados con un alto valor conceptual y abstracto en torno a las expectativas, sentimiento o hedonismo como sinuoso, esbeltez o fragilidad. En este sentido el estudio es capaz de identificar agrupaciones de atributos, que pudieran eventualmente ser categorizados con intenciones de ser utilizados como una herramienta estratégica más para el diseño de productos. Hasta ahora solamente se utilizan métodos de índole creativa como el diferencial semántico o el método Kanzei por mencionar algunos. La importancia de contar con este tipo de herramientas confirma y apoya el planteamiento que indica que el diseño y la ingeniería, a pesar de no integrarse durante el desarrollo del proceso de diseño, sí ejecuta acciones conceptuales combinatorias que mejorarían los resultados y la calidad de los diseños, y disminuir los tiempos de desarrollo de la fase más crítica y clave del diseño de productos, la del diseño conceptual.

Capítulo 6

Conclusiones y futuras líneas de Investigación

6. Conclusiones y futuras líneas de investigación

6.1 Conclusiones Generales de la Investigación

Esta investigación se desarrolló fundamentalmente en torno al fenómeno del proceso de diseño, a su estructuración, y a la actividad de diseño conceptual. Las diferentes visiones de quienes participan en el desarrollo el proceso permitieron obtener una mejor comprensión y conocimiento de la base metodológica de los modelos utilizados hasta ahora. Se ha llevado a cabo un análisis en profundidad a partir de estudios exploratorios y descriptivos que permitieron obtener resultados positivos y dar cumplimiento a los objetivos establecidos para el estudio del fenómeno y la validación de las Hipótesis de la investigación. En este sentido la comprensión de las condiciones de ejecución, el control de las actividades y acciones conceptuales que subyacen en los sistemas simples y complejos para el diseño de productos se advierte que es impulsado por tres factores fundamentales: el reconocimiento y análisis del problema de diseño, quienes participan en el desarrollo y ejecución del proceso y por la eficiente estructuración del problema por medio de la determinación del tipo y número de actividades que componen el modelo metodológico sobre el cual se sustentará el desarrollo del proceso de diseño.

La formulación de un planteamiento teórico en torno al diseño conceptual de productos está sustentada en la identificación positiva de factores de modelado y creación tanto desde el punto de vista de la definición del concepto de diseño como de las acciones conceptuales que permiten representar su expresión formal, dando la apariencia al al producto. De la misma manera se ha demostrado que tanto el diseño como la ingeniería, a diferencia de los hallazgos realizados en el estudio exploratorio, tienen un alto nivel de concordancia y similitud en los pasos y acciones conceptuales que desarrollan al enfrentar el problema de diseño. También se han encontrado resultados positivos relacionados a una de las acciones y tareas conceptuales más críticas y difusas de la fase de diseño conceptual, la de representar la apariencia y forma del diseño. En el análisis de este tipo de acciones durante los diferentes pasos e instancias de resolución y modelado se interpreta y resuelve desde diferentes perspectivas y múltiples dominios del diseño, confirmando los hallazgos exploratorios que indican positivamente que depende de quién diseña y en qué momento del desarrollo progresivo del proceso será el resultado y alcance asociado al propósito inicial y a la solución de diseño.

La investigación se ha sustentado en dos métodos complementarios como lo son el exploratorio y el descriptivo, los que a su vez se han desarrollado mediante el análisis y revisión de la literatura y por otra lado mediante cuestionarios aplicados a grupos de diferentes niveles de experiencia en los que se cuentan expertos y estudiantes, todos ellos vinculados al área del diseño y la ingeniería, pero también a la enseñanza del diseño y la ingeniería, en el caso de los expertos. Los resultados de los análisis han posibilitado validar las hipótesis y contrastado las opiniones de los estudiantes frente a la de los expertos, logrando con esto también profundizar tanto en el conocimiento de la práctica del diseño como de mejorar la comprensión del fenómeno del proceso de diseño y de las actividades, pasos y acciones que tradicionalmente se ejecutan. Esta metodología de investigación permitió darle un alto valor objetivo y cuyos resultados fueron formalizados mediante la confección y publicación de artículos científicos donde se muestran los resultados obtenidos.

Esta investigación demuestra como la modelización del proceso de diseño efectivamente tiene pasos comunes y se definen las relaciones existentes entre el diseño y la ingeniería. También confirma la existencia de pasos y acciones que son propias de una u otra disciplina que participa y que depende de la complejidad del problema de diseño es como se planifican las tareas que serán ejecutadas. Por otra parte se confirma la existencia de factores importantes a la hora de definir la forma del diseño. Esto mediante la definición de los atributos que no tan solo debe ser asociado a las dimensiones básicas del diseño asociadas a la función, forma y ergonomía. Esto último es confirmado en la revisión de la literatura, donde se indica que cada día es más necesaria e importante la participación del consumidor en el proceso de diseño del producto, por lo que los factores humanizados deben estar presentes en la solución de diseño. De hecho las dimensiones tradicionales deben mutar hacia la incorporación de dimensiones asociadas a las personas tales como la percepción, sensoriales, hedónicos, donde pueda estar presente la alegría o el sentimiento, y no tan solo las dimensiones y aspectos más duros de resolución y cumplimiento de propósitos o metas lógicas asociadas sobre todo al dominio de la ingeniería.

Una de las definiciones más acertadas compartidas por el autor y validadas en la revisión de la literatura es que las actividades y acciones del diseño obedecen al principio de granularidad, es decir que tienen la capacidad de descomponerse en otras de realización más simple o complementaria dependiendo del grado de complejidad y el tipo de proyecto que se lleva a cabo. La actividad de diseño conceptual por tanto, es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para cumplir el objetivo o propósito del problema de

diseño, compuesta por una serie de acciones conceptuales cuyo resultado es dar forma al a solución de diseño.

De este modo, se puede concluir que los resultados obtenidos del estudio, permiten apreciar que la comprensión del fenómeno del proceso de diseño carece de modelos metodológicos actualizados que integren en sincronía los diferentes dominios del conocimiento en torno a la práctica del diseño, y que de igual manera se debe profundizar aún más en la identificación de factores, dimensiones del diseño, atributos, entre otros que permitan consensuar y combinar esfuerzos para simplificar y hacer más eficiente el desarrollo del proceso de diseño.

6.2 Conclusiones Específicas de la Investigación

La experiencia se considera como la principal característica a la hora de diseñar y se asume como una garantía al aplicar los procedimientos y acciones conceptuales durante el desarrollo del proceso de diseño. Por otro lado, la falta de integración y de coherencia en el uso de lenguajes técnicos, conceptuales concordantes y de uso común son factores determinantes a la hora de intentar establecer diálogos interdisciplinarios. Aparentemente pareciera ser que quien lo tiene más claro es el dominio de la ingeniería, no así pareciera ser desde el punto de vista del diseño. Las acciones y trayectorias “*concepto-forma*”, en el proceso de diseño, son una práctica a veces especulativa que se desarrolla, generalmente, sin considerar en un contexto del diseño referido a la satisfacción del consumidor y al significado simbólico del producto. Las nuevas experiencias en el desarrollo del proceso deben incorporar variables en torno a las personas, sensoriales y perceptivas como la emoción, las sensaciones, la experiencia, y las relaciones con criterios de personalización, son cada vez más recurrentes y necesarias hoy en día cuando se diseña un producto.

En el análisis de la estructura del proceso de diseño se confirma la existencia de actividades de diseño que no siempre se aclaran al inicio del proceso, algunas veces por falta de conocimiento de los procedimientos y protocolos que determinan una u otra actividad, dependiendo de la complejidad del problema a resolver. De hecho se siguen patrones tradicionales que aportan los modelos metodológicos que hasta ahora han dado resultado y éxito. También se ha formulado una aproximación a la estructura del proceso confirmando la existencia además, de acciones conceptuales y tareas que integran el proceso, aportando con la identificación de agrupaciones y

categorías de acciones, desde el tipo básico o genérico, común y específico, las que se desprenden de las actividades en el mismo orden y clase sugerida. Esto último como resultado de la investigación se formalizó en una de las publicaciones producto de la tesis.

En esta misma línea se encuentran efectos positivos al identificar y confirmar que los atributos pueden ser clasificados y agrupados por medio de la asignación de términos representativos entorno a la utilidad, la apariencia y a la percepción en el diseño del producto. Estos atributos representan expresiones, descripciones y se representan en la forma del producto, que lo relaciona con aspectos funcionales y formales. Los valores visuales (atributos) y perceptivos, que los relaciona con las personas, generalmente son definidos por aspectos más humanizados como el estilo o la personalidad del producto, interviniendo en el diseño conceptual desde una perspectiva mucho más abstracta impulsada en la dimensión de las ideas, muchas veces con una fuerte connotación metafórica. En este sentido se observa que el diseño de productos puede tener más de un enfoque o propósito para dar una solución y resolver el problema de diseño. Por ejemplo el diseño mecánico orientará la asignación de atributos para cumplir con el propósito, las funciones y resolver el problema de diseño. En cambio para el diseño de un producto se enfocaría en cumplir con las expectativas y satisfacción de las personas centrandolo en los esfuerzos en los atributos más humanizados y hedónicos. Estos distintos propósitos permiten observar la importancia de los atributos, y que representan diferentes visiones de las personas, del mercado, la ingeniería o el diseño al momento de interpretar el conjunto de necesidades y requerimientos del diseño.

Esta investigación sugiere que se debe profundizar en el análisis y comprensión del nivel de origen de la información y datos de entrada al proceso y vincularlos con la definición de atributos iniciales que surgen desde el área de marketing y de negocios de la empresa los que surgen desde la necesidad del mercado y del consumidor. En este sentido se observa que los modelos metodológicos en la estructuración del problema de diseño, no incorporan dominios en torno al negocio y al mercado, ya que se considera que todo ocurre una vez que se da el arranque al proceso de diseño, lo que ocurre una vez que se plantean los datos de entrada y el encargo.

De hecho los atributos no se definen solamente en una etapa específica del proceso, sino que dependen de los objetivos y especificaciones de cada dominio del diseño que participa en el proceso. Considerar este hecho permitiría realizar un proceso de carácter sincrónico y participativo interdisciplinario lo que prevé un acortamiento de los tiempos de conceptualización y desarrollo del producto, sobre todo en la búsqueda de un

camino mejor orientado hacia un diseño con más garantías de éxito empresarial.

La investigación también arroja resultados respecto al significado del atributo empleado y de la complejidad del uso particular que se haga de él, ya que ciertos términos pueden tener más de un significado, interpretación o representación, pudiendo ser utilizados para expresiones intrínsecas o extrínsecas por las distintas disciplinas que participan comúnmente en el proceso de diseño. Por ejemplo el término “*estable*”, puede ser utilizado para referirse a alguna cualidad técnica del material, como también a una expresión visual de la forma del objeto. Esto ocurre también al usar términos con valores más humanizados, como por ejemplo “*frágil o robusto*”, los cuales pueden referirse tanto a las características y aspectos formales de un producto, como también a algún aspecto o cualidad que se identifican con las personas. El hecho de utilizar términos o conceptos que se asocien indistintamente a la descripción de los rasgos de personalidad de un sujeto y a la vez pudieran referirse a algunos rasgos o aspectos funcionales de un objeto indicaría que no se está definiendo el mismo objetivo o valor a un producto, sino que dependerá de la orientación y propósito del diseño. La orientación técnica o metafórica del término empleado muchas veces tiene relación con las expectativas y experiencia de quien diseña, así como también ámbito o campo donde se emplee. Estas situaciones, por lo general, generan confusión y errores de significado y connotación, sobre todo en el receptor de la expresión representada, lo que indefectiblemente afecta directamente a la representación formal del producto.

Se confirma la diferencia entre expertos y principiantes, la diferencia más importante entre los expertos y los niveles más bajos del conocimiento es la profundidad de análisis, el eficiente manejo de la información y la manera de resolver problemas. Los resultados confirman que los expertos tienen un mayor alcance y profundidad en la determinación de acciones necesarias, dando más cabida a interconexiones en torno a la información relevante que estructura el problema de diseño estratégicamente, los que si son capaces de incluir el trabajo interdisciplinario eficientemente considerando los factores asociados al marketing y al negocio como requisitos del mercado y el consumidor.

Esta investigación demuestra cómo en la actividad de diseño conceptual las tareas iniciales definen las directrices de nivel superior que guiarán al diseñador en el proceso proyectual en torno a la definición y formulación de datos organizados del proyecto, aclarando las condiciones fundamentales para el diseño del producto. No obstante, hasta ahora las estructuras que modelan el diseño conceptual mantienen los planteamientos que señalan que el trabajo

que desarrollan diseñadores e ingenieros se realiza de manera independiente, y que además las tareas que se ejecutan, al ser de mundos conceptuales muy diferentes no se integran durante el proceso. En este sentido los resultados aportan información relevante que indica lo contrario, ya que no habría diferencia sustancial al momento de modelar la estructura conceptual de las acciones necesarias para configurar el proceso previo al desarrollo de la forma del diseño.

Este estudio distingue diferentes tipos de acciones complementarias en torno a los múltiples dominios del diseño. La existencia de acciones específicas que se identifican con tareas propias del dominio específico tales como las acciones creativas que realiza el diseño o la definición de los sistemas técnicos propios de la ingeniería. Por otro lado existen las acciones básicas o genéricas que son inherentes al proceso en general, las que son de acción simple y forman parte de la estructura general del diseño tales como analizar; describir; modelar; conceptualizar, etc., identificándose en cualquier etapa en que se encuentre el desarrollo del diseño. El tercer tipo de acciones son las comunes que se identifican con más de un dominio del conocimiento, en las que se encuentran acciones como determinar las especificaciones, interpretar las necesidades, definir el concepto para el diseño o definir los objetivos del diseño. El estudio de las variables planteadas identifica un gran número de acciones en común entre el diseño y la ingeniería confirmando también los hallazgos realizados en la literatura revisada

Los resultados del análisis del diseño conceptual muestra las relaciones entre las acciones conceptuales que estructuran el proceso, fundamentalmente considera que es en esta etapa donde se define el concepto de diseño, lo que permite dar inicio a los principios de solución al diseño las que se combinan para representar una única solución. Este tipo de combinaciones progresivamente van modelando y configurando la forma del producto. La solución de diseño (forma), se obtiene por las diferentes maneras de utilizar y satisfacer las especificaciones mediante acciones combinadas de diseño e ingeniería. Se confirma, además, que la creación de formas es una de las fases fundamentales del diseño conceptual derivadas de los principios de solución.

6.3 Limitaciones y futuras líneas de investigación

Las limitaciones de la investigación se relacionan principalmente con dos factores fundamentales, por una parte los planteamientos metodológicos por

su carácter progresivo y dinámico tienden a generar cambios inevitables durante el desarrollo del proceso de investigación. Este hecho induce a evaluar y revisar permanentemente los procedimientos generando ajustes durante los pasos iniciales del estudio. En segundo lugar la elección de los grupos de estudio no permitió contar con un mayor número de participantes en el nivel de los estudiantes limitándose al alcance y posibilidades del investigador de reunir el número necesario para validar la investigación mediante métodos estadísticos. En el caso de los expertos la dificultad por distancias geográficas y contactos no permitió realizar un mayor número de encuestados y de pruebas estadísticas para evaluar más en profundidad de manera homóloga al cuestionario aplicado a los estudiantes.

Respecto del estudio exploratorio se encontraron limitaciones principalmente en la revisión de la literatura asociado al idioma, el cual es un factor importante para quien investiga en un área específica que no es el idioma nativo, llevando a aumentar el esfuerzo en la comprensión y contextualización de las temáticas particulares, por ejemplo en publicaciones en revistas indexadas y especializadas escritas en inglés. Este aspecto es importante para un investigador de lengua española donde un alto número de bibliografía impresa y digital se escribe en otro idioma. En segundo lugar el estudio descriptivo asociado al instrumento para la recolección de datos por medio de la realización de una encuesta tuvo limitaciones debido a que este tipo de instrumento debe ser consensuado y probado en más de una oportunidad hasta lograr un resultado óptimo en su confección y entendimiento para poder ser aplicada, permitiendo con esto que los datos obtenidos por este medio tengan máxima fiabilidad para la evaluación, el cuestionario y contexto entendido, y que la extensión sea la adecuada. En la misma línea el factor tiempo de respuesta, por parte de los grupos de estudio ralentiza el retorno del instrumento al investigador, lo que en algunas oportunidades tomó meses la obtención de los datos requeridos.

Otra de las limitantes tiene relación con el estudio a futuro del estudio de casos para validar los resultados teóricos con lo práctico de las aplicaciones de los modelos conceptuales obtenidos en los hallazgos y en las representaciones esquemáticas de la síntesis de los resultados específicos del estudio, con la intención de contrastar insitu con los diferentes grupos de estudio, principalmente con los grupos de estudiantes. También se requiere retomar los estudios exploratorios para profundizar en el conocimiento y comprensión en la estructuración y definición del proceso de diseño ampliando el estudio a otros dominios del conocimiento asociado al diseño como el marketing, negocio y a la empresa productiva. De hecho un grupo relevante de estudio que debe ser considerado en futuras investigaciones

tiene que ver con el mercado y los consumidores, los que no fueron considerados para esta investigación.

El abordar en el futuro las líneas de investigación relacionadas con estudios en el ámbito estratégico de las empresas contribuyendo con los procesos internos para el diseño del producto. Por otra parte contribuir en la línea de investigación vinculada a la enseñanza y práctica con los múltiples dominios del diseño que comparten el aprendizaje con el objeto de validar los resultados obtenidos en este proceso investigativo. En la dimensión de métodos y sistemas se requiere profundizar el uso y aplicaciones innovadoras en apoyo del diseño de productos, y de herramientas estratégicas aplicadas en el proceso de diseño.

Es de interés también seguir explorando en el futuro la posibilidad de identificar factores y atributos distintos de los utilizados en esta investigación, sobre todo considerando que la influencia de un determinado atributo puede hacerse sobre más de una agrupación. Los atributos de un producto hasta ahora no están completamente identificados, agrupados y categorizados. Entendemos que la utilización del recurso verbal es un factor fundamental para el diseñador a la hora de definir la apariencia de un producto, por tanto debe considerarse como una herramienta estratégica, como lo son los métodos del diseño.

No debemos olvidar la importancia que para las empresas tiene la acción final en la venta del producto. Comprender, por tanto, el correcto funcionamiento de los mecanismos que concluyen en la acción de compra y decisión del consumidor con mayor profundidad. Entender la importancia que el atributo tiene desde la fase inicial de diseño hasta la fase de postventa, serviría sin lugar a dudas para mejorar el ciclo de vida del producto, sus consecuencias para el medio ambiente, para una mejor comprensión para el desarrollo morfológico del producto y sobre todo para asegurar su éxito comercial.

Capítulo 7

Divulgación de la Investigación

7. Divulgación de la investigación

Para estos efectos y en base a los resultados obtenidos en la investigación de esta tesis se procede a redactar una serie de artículos con el objeto de divulgar y exponer nuevos planteamientos, así como también impulsar la investigación en diseño a partir de la realización simultánea de la tesis doctoral. Todos los artículos que aquí se presentan están enfocados en demostrar y dar cumplimiento tanto con los objetivos, así como también con las hipótesis de la tesis. Por otra parte dar el cuerpo general de la tesis en la modalidad por compendio de artículos dando énfasis y relevancia al estado del arte relacionado con las temáticas de los artículos.

7.1 Artículo 1: “Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos”



Revista Ingeniare. Revista chilena de ingeniería

Publicado en Septiembre del 2014, Volumen 22, N°3, pp.398-411, ISSN Scopus: 07183291

Cita: Guerrero V. Mauricio, Hernandis O. Bernabé, Agudo V. Begoña

Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos

Comparative study of the actions to consider in the process of conceptual design from the engineering and the product design

RESUMEN

Este artículo presenta una revisión de los modelos tradicionalmente utilizados para la realización del proceso de diseño, tanto en el diseño conceptual como en las fases que lo integran. Se comparan las concordancias y diferencias de las acciones y tareas descritas para la definición del concepto de diseño desde la perspectiva de la ingeniería frente a la de los diseñadores con el propósito de entender cómo se llevan a cabo los distintos procedimientos para su implementación. Se evidencia que las acciones que se ejecutan desde la ingeniería son precisas, descriptivas y rutinarias, en cambio desde la visión de los diseñadores, los modelos revisados muestran una falta de precisión y claridad al momento de realizar las acciones y tareas conceptuales que permiten caracterizar los atributos y aspectos físicos que dan forma al producto. Se observa en el espacio del diseño que las dimensiones funcionales y morfológicas requieren de un mayor acercamiento, precisión e interacción. También se concluye que aminorar la incertidumbre en el manejo y caracterización de las ideas conceptuales es una tarea importante en la fase de diseño conceptual. Los nuevos planteamientos y modelos metodológicos deben ser descritos de una manera más clara y precisa con el objeto de optimizar y facilitar la realización del proceso de diseño, tanto en la ingeniería como en el diseño de productos.

Palabras clave: Proceso de diseño, ingeniería, modelos, diseño conceptual, producto

ABSTRACT

This article presents a review of the traditional models used to define conceptual design both in the design process and the stages that are part of them. The concordances and differences of the actions and tasks described for the definition of the concept of design, from the perspective of the engineering as opposed to that of the designers, are compared in order to understand how the different procedures for its implementation are addressed. It is shown that the actions carried out from the engineering way of work perspective are precise, descriptive and they are addressed as a matter of routine. Nevertheless, the models reviewed show, from the designer's point of view, lack of precision and clarity in the development of the conceptual design. They do not allow making clear the tasks and actions aimed to represent the characteristics and physical aspects of the concept in order to shape the product. It is seen that the functional and morphological dimensions require a better approach, more precision and mutual interaction in the design space. It is also concluded that diminishing the uncertainty in

the handling and characterization of conceptual ideas is an important task in the stage of conceptual design. The new methodological approaches and models must be described in the most clear and precise manner in order to optimize and facilitate the making of the design process both in engineering and product design.

Keywords: *Design process, engineering, models, conceptual design, product*

INTRODUCCIÓN

Actualmente los modelos utilizados en el proceso de diseño abordan el análisis de sus fases desde perspectivas muy diferenciadas. Se observa falta de integración y sinergia en las acciones que definen y ordenan los procedimientos de diseño y que a su vez describen cómo se ejecutan. Al analizar gran parte de los modelos existentes suelen aparecer factores diferenciadores muy marcados como consecuencia del análisis pormenorizado de las fases y etapas que los componen, así como en lo que se refiere a la sistematización del proceso, encontrando diferencias en la manera de representar la solución final del diseño. Se observa que no abundan los modelos capaces de realizar una descripción clara del proceso de diseño, de las acciones y de los procedimientos que se utilizan para su definición en la fase conceptual, desde la ingeniería como de la perspectiva del diseñador industrial [1].

Si observamos las fases más descritas del proceso de diseño, podremos evidenciar que son aquellas relacionadas con las acciones propias de la ingeniería y las menos descritas aquellas de índole más creativa. Los procesos mentales y creativos provocan una incertidumbre patente que genera indefinición, no encontrando una formalización de procedimientos claros que nos lleven a una correcta implementación y resolución del proceso de diseño. El pensamiento creativo se asocia a instancias exploratorias y estados mentales que finalmente representan y caracterizan al producto en un espacio de interacción con el usuario, dando sentido a la solución del diseño representada finalmente por una forma, considerando que todo ello sucede en la dimensión más abstracta del proceso de diseño. El máximo discernimiento y concreción posible mediante el análisis realizado se contempla como una deseable tarea con objeto de aportar nuestra contribución en este difícil camino. El diseño conceptual se constituye como la fase asociada a un proceso mental y creativo donde se realiza la búsqueda de relaciones morfológicas que representen la solución al diseño del producto. Esta investigación de tipo cualitativo se plantea en base a una revisión bibliográfica que pretende concluir resultados respecto a la diferente visión

que desde la ingeniería y desde el diseño industrial se tiene de la forma de abordar el proceso de diseño, al mismo tiempo formulando objetivos que permitan concluir un buen diseño conceptual.

La exploración de un número de modelos significativos y representativos del proceso de diseño tiene como propósito establecer la tendencia y orientación de los procesos, en la realización y resolución del diseño conceptual, así como, también del espacio de diseño y de los procedimientos que comparten ingenieros y diseñadores durante la ejecución de las acciones y tareas que finalmente integran el proceso de diseño.

ESTADO DEL ARTE

Tradicionalmente el diseño conceptual se asocia a la fase de generación de alternativas mediante propuestas formales de diseño, por lo que podemos considerar esta metodología como de tipo propositiva. También podremos observar como aparecen claramente identificados aquellos modelos con pensamiento funcional de tipo reduccionista, enfocados a la temporalidad del proceso, y que intentan dar respuestas rápidas al diseño según las necesidades del usuario. Por lo general estos partirán de parámetros funcionales y fijaran objetivos a cumplir. La realización típica secuencial de las fases del proceso, como lo muestra la Figura 1, se realiza a partir de las “*especificaciones del producto*” (EDP) las cuales establecen los requerimientos y parámetros para definir el concepto de diseño.

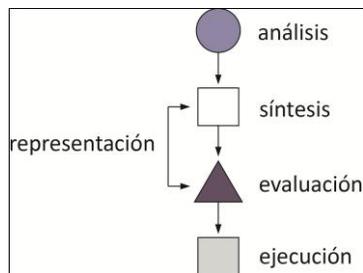


Figura26. Diagrama del proceso de diseño secuencial. Adaptado de Oxman [2].

También se han escrutado modelos que consideran los atributos técnicos y que justifican la búsqueda de la solución del objeto tridimensional desde la etapa proyectual. Estos operan mediante el cribado de ideas conceptuales, que se manifiestan en una representación estético-formal (morfología) a

partir de volúmenes preliminares definidos al inicio del proceso (diseño básico). Algunos modelos hacen énfasis en generar lo antes posible a soluciones de diseño [3] se suelen centrar desde el inicio del proceso en la solución y posteriormente en el análisis de esta solución. Suelen ser modelos sencillos como el de Gugelot (1963), enfocados a la reducción de fases apenas contemplando las actividades que deben realizarse durante el proceso de diseño, son los llamados “*modelos descriptivos*”. Estos modelos permiten identificar las fases del proceso de diseño tradicionalmente aceptadas, como se observa en la Figura 2. Los modelos descriptivos intervienen en el proceso a través del diseñador de manera simple y secuencial, como lo haría el método científico de prueba y error, o de ensayos heurísticos en busca de la solución.

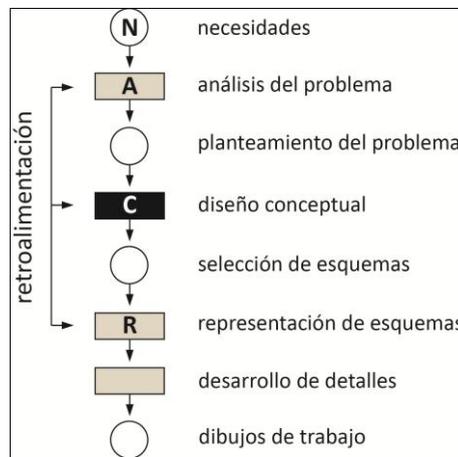


Figura 27. Modelo descriptivo del Proceso de Diseño. Adaptado de French [4].

Al observar estos modelos veremos que permiten comprender el problema de diseño y ordenar la información generada en el proceso, mediante el análisis del espacio de diseño. Usualmente no permiten identificar un plan de acción para su ejecución. Existen también modelos centrados en el diseño de conjunto, estos dan pautas de cómo desarrollar las fases de implementación, y son denominados *modelos prescriptivos*, incorporan en las fases y acciones del proceso de diseño los procedimientos, tareas, y actividades necesarias para un buen análisis, desarrollo y ejecución del mismo. También existen modelos que denominaremos como “*orientados a la creatividad*”, los cuales permiten considerar de manera simple e intuitiva los procedimientos en las acciones conceptuales inherentes del diseñador al momento de diseñar.

El diseño se plantea como una actividad sistemática que permite identificar las necesidades del cliente y el mercado, controlando los procesos que consigue desarrollar el producto [5]. En esta tipología podemos encontrar los modelos denominados axiomáticos [6] cuya orientación sistemática demuestra que responde a bases científicas para la consecución del diseño, sintetizando todas las actividades del proceso y los requisitos funcionales en los denominados “*dominios técnico-funcionales*”, dejando al “*dominio físico*” todas aquellas tareas y acciones que “*complementen*” la solución desde la ingeniería. Su base fundamentalmente teórica deja claro que el propósito es vincular la forma con la función.

Igualmente los modelos prescriptivos [7] proponen integrar las especificaciones y atributos que conducen eficientemente a la fabricación del producto. Proponen un input desde las necesidades del cliente y a continuación el desarrollo de la fase de diseño conceptual, generando en esta etapa el concepto de diseño. Estos modelos no dan solución a los sub-problemas que pudieran generarse con el diseño, sobre todo donde adquieren importancia los aspectos morfológicos y la representación de los subsistemas físicos, los cuales deben interactuar con los sistemas funcionales. Los factores que no vienen delimitados por la ingeniería dificultan su integración en la fase de diseño conceptual, principalmente debido a que es la parte más abierta y abstracta del proceso de diseño.

PROCESO DE DISEÑO CONCEPTUAL: DEFINICIÓN DEL CONCEPTO

La palabra “*diseño*”, según Alcaide y Artacho, está limitado a la forma y su representación externa [8] (color, textura, etc.), pero no al artefacto en su conjunto. En cambio “*design*”, para el anglosajón, hace referencia a todas las actividades y acciones para el desarrollo de una idea de producto (cumplir un propósito), entendiéndose más como un proyecto: “*el diseño constituye un proceso complejo de búsqueda de alternativas y definición material de las mismas*” [9]. El significado terminológico en la etapa proyectual, según quien diseña, ingenieros o diseñadores, será lo que determine finalmente la solución final, para el diseñador concepto del “*diseño*” (producto), para el ingeniero “*concepto de diseño*” (propósito o meta). Parece ser que definen lo mismo, pero la interpretación de las tareas y acciones del proceso dependiendo de quién las ejecuta son diferentes. Ir directamente desde la idea inicial hasta el producto, hace que los modelos utilizados determinen y representen la solución forzosamente. También debemos constatar que los procesos dependientes del azar no van ligados con lo racional y viceversa.

Se considera que economía y máxima eficiencia es la respuesta al diseño desde la ingeniería, mientras que diseño industrial según Farr, (citado por Tovey) [10], considera la implicación de las personas, por lo que el diseño industrial se plantea como un proceso probablemente más correcto al identificarlo desde el área de la responsabilidad y expectativas emocionales del usuario. El diseño industrial, como señala Van Doren H. (1940) puede ser definido como *“la práctica de crear y analizar los productos para que sean fabricarles y comercialmente vendibles en el mercado”*.

En el desarrollo de productos [11] las especificaciones bien definidas permiten usualmente generar un buen concepto de diseño, especialmente dónde la definición de volúmenes preliminares y estructuras son determinantes a la hora de dar forma al producto. El proceso de diseño según diversos autores es creativo e impredecible en la fase conceptual [12], y por tanto la obtención de una buena respuesta de diseño también lo es. La exploración del espacio conceptual, comúnmente es de tipo divergente, por lo que se producen un número mayor de alternativas e ideas, permitiendo llegar a mejores y nuevas respuestas para dar con la solución al diseño. Se puede establecer por tanto, que las relaciones existentes en la mayoría de los modelos actualmente utilizados para la definición del diseño conceptual, resuelven eficientemente los propósitos del problema de diseño al amparo de la ingeniería, dando importancia al diseño denominado como creativo y a sus acciones, solo cuando se *“activan o se hacen necesarias”* aquellas tareas que posteriormente determinan la apariencia y la forma del producto. La culminación de la respuesta de diseño es una descripción del artefacto que se va a fabricar [3]. Este enfoque indicaría que es desde la ingeniería, donde se sientan las bases para definir y diseñar un producto. Por otra parte, indica Cross (2002), el diseño industrial y el diseñador no importa como trabajen, *“siempre y cuando produzca la descripción final del producto diseñado”*. El propósito del diseño es dar la forma física al producto [11], proporcionándole las tareas de preocuparse de la estética, la ergonomía y de las interfaces relacionadas directamente con el usuario. *“Una gran cantidad de ideas lleva a un mayor éxito en la solución obtenida”* (Ehrlenspiel, Dylla 1993, citado por Mulet) [12]. Se entiende entonces que desde el punto de vista de la ingeniería, la amplitud del espacio de diseño [19] optimiza la definición del concepto, permitiendo encontrar nuevas ideas que aumentan las probabilidades de éxito, no para generar nuevos fines para el diseño, ya que estos vienen definidos teóricamente por las especificaciones y funciones. Dym y Little [7] afirman al respecto que *“la ampliación útil del espacio de diseño es necesario para cumplir con las metas solicitadas y satisfacer solo el propósito”*.

El método de cinco pasos de Ulrich [11] para el desarrollo del concepto: clarificar el problema; búsqueda externa; búsqueda interna; exploración y

reflexionar soluciones. O el método de cuatro pasos de Otto [13]: necesidades; sistemas de funciones; soluciones y construcción de las soluciones, proponen estados intermedios de acciones para determinar el concepto de diseño. En la Figura 3 se observa un modelo típico de las tareas que generalmente se desarrollan en este tipo de métodos para la definición del concepto de diseño.

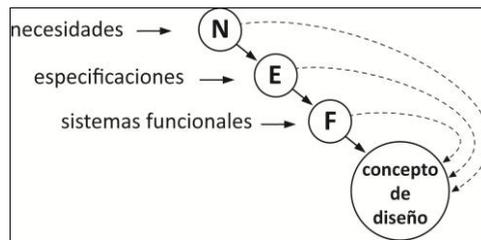


Figura 28. Modelo idealizado para la definición del concepto de diseño. Elaboración propia

Según lo expuesto se puede determinar que el proceso de diseño conceptual, no responde a una única orientación para la definición del concepto, sino que depende del enfoque inicial, de cómo se enfrenta el proceso según la estrategia de diseño y de quien lo realiza:

1. Hacia el diseño mecánico, que se define a partir de aspectos técnicos, funcionales y mecánicos, de software, eléctricos, etc., que cumplen con el propósito de la ingeniería.
2. Hacia el desarrollo de productos, cuando se desarrollan todas las fases del proyecto industrial (empresa), incluye la planeación del producto, la ingeniería del diseño, la gestión entre otras.
3. Hacia el diseño formal, cuando se orienta hacia la morfología, el estilo, la estética y apariencia del producto, centrándose en el usuario, el uso e identidad que se percibe de un producto.

EL PREDOMINIO FUNCIONAL EN EL PROCESO DE DISEÑO CONCEPTUAL

Se considera que la creación proyectual es un proceso de algo, para llegar a una cosa. Para que esto ocurra, y ese algo exista se debe saber qué hacer y cómo hacerlo, por lo tanto satisfacer la necesidad preliminar de “*establecer un orden en generar una estructura para cumplir con ese objetivo*” es fundamental. Nos enfrentamos a un problema que debe ser analizado y

descrito con objeto de obtener una única solución coherente que cumpla con todos los requerimientos y parámetros definidos previamente.

La creación comienza con las siguientes premisas: “*determinar el problema y solucionar el problema*”. Para ello se recurre a dos procesos fundamentales para el diseño y la creación: *el análisis y la síntesis*. Cada uno de ellos tiene sus propias acciones y tareas, las cuales se realizan mediante algún método y cuyo resultado permite representar una realidad que antes no existía. Si bien existe una mayor recurrencia hacia la utilización de modelos basados en métodos científicos para la resolución de problemas, no se debe dejar de lado el método creativo. Desde esta perspectiva es interesante entender y visualizar cuáles son los factores que intervienen en la fase creativa, las acciones que se realizan en el dominio funcional, y como se generan los conceptos a partir de la descripción racional de un problema.

El espacio de diseño conceptual requiere de procesos bien definidos y “*el lenguaje contextual y visual debe ser capaz de representar morfológicamente la solución de diseño*”. La claridad semántica y lingüística en la terminología utilizada debería ser compartida por ingenieros y diseñadores, y debiera ser expresada y representada a través de formas análogas, y por tanto comunes, con objeto de optimizar la solución final. El diseño conceptual se inicia con la sinergia entre las especificaciones y los objetivos que se circunscriben al producto [14], con los requerimientos técnicos, restricciones y variables del diseño tal y como se observa en la Figura 4. El modelo conceptual determinado por la ingeniería, no tendrá forma física ni transformará las expectativas de las ideas en una representación formal, hasta que no suceda lo siguiente:

- a. El proceso de diseño esté finalizado
- b. La forma final del producto sea definida por el diseñador.

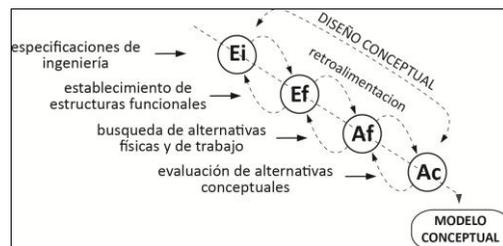


Figura 29. Etapas del diseño conceptual, adaptado de Chaur B., Tesis Doctoral, UPC [14]

El proceso de diseño comienza con un propósito y concluye con la obtención del resultado de ese propósito. Para ello se ha especificado y documentado toda la información necesaria para su fabricación (Asimow, citado por Mulet) [12]. El diseño en la ingeniería [15] es un proceso sistemático, inteligente en el cual los diseñadores generan, evalúan, y especifican los conceptos para los dispositivos, los sistemas, o los procesos, cuya forma y función alcanzan los objetivos de los clientes o las necesidades de usuarios mientras satisfaga al sistema especificado. La eficiente identificación de las necesidades del cliente [11] está estrechamente asociada con el establecimiento de las especificaciones, la selección y generación del concepto.

El modelado funcional del proceso [13] da paso a la transformación de las necesidades en especificaciones para el diseño. Las acciones iniciales permiten la descripción precisa de los objetivos del producto en la fase preliminar de análisis. Ulrich [11] las llama “*especificaciones objetivo*”, constituyéndose en una de las directrices que definen el propósito del diseño: “*Las especificaciones definidas en la fase inicial del proceso establecen el propósito del producto*”. Las funciones se interpretan como el sustento del concepto de diseño permitiendo el flujo de información y la generación de la base funcional en la estructura del producto. En definitiva implica que el dispositivo o artefacto haga lo que debe hacer atendiendo a la finalidad para la que se ha concebido. La función de un producto señala Otto y Wood [13] es la relación reproductiva entre la entrada disponible y la salida deseada de un producto (la solución), “*independiente de la forma particular final que se le otorgue*”.

Al determinar el problema de diseño se deben establecer los modelados funcionales [16], el problema se divide en sub-problemas, lo que facilitaría el entendimiento y los procedimientos que se realizarán durante el proceso, entonces debe ocurrir lo mismo con las funciones, se subdividen en funciones secundarias lo que facilitaría la búsqueda de la solución haciendo menos complicada su resolución. Por lo general los modelos consideran de manera diferente el análisis inicial para la identificación y establecimiento de las funciones. En el modelo de Pugh [5] las funciones están en la fase de especificaciones y formulación, en otros [17] en la fase de desarrollo de las especificaciones del diseño. Para Cross [3] las funciones se sitúan en la fase de exploración y generación. En el modelo de evolución funcional (FBS), propuesto por Gero [18] que se observa en la Figura 5, la función, el comportamiento y la estructura se consideran sub-espacios o abstracciones del proceso cuyos objetivos se transformarían en una descripción del diseño. La función describe la finalidad del diseño, el comportamiento describe el funcionamiento y la estructura describe la solución (citado por Mulet) [12].

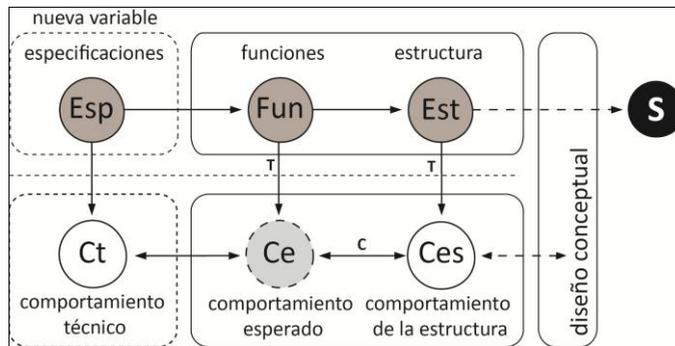


Figura 30. Modelo evolutivo funcional del proceso de diseño. Adaptado de Gero [18]

Se observa que no hay grandes diferencias en la manera de abordar las tareas en el proceso a partir de las funciones y especificaciones. Estas dicen lo que se debe hacer y en qué momento de la fase se debe trabajar. Los sub-problemas y los procedimientos aparecen en el proceso y presentan las acciones para el logro. Los métodos y herramientas existentes son muchos y variados, y la decisión de cual utilizar depende del enfoque, de la estrategia y de la envergadura del proyecto. Las restricciones impuestas, normativas, tecnologías, costos, etc. permiten la definición del producto y su desarrollo posterior llegando hasta la etapa de fabricación del producto.

El enfoque metodológico de tipo sistémico, (B. Hernandis) [19], responde de manera óptima a la definición de las limitaciones en las acciones y tareas necesarias para la resolución del diseño. La ventaja de esta metodología es su flexibilidad en el momento de trabajar en el espacio de diseño ya que contempla al mismo tiempo todos los sub-sistemas que se relacionan con el procedimiento. El modelo sistémico, como se observa en la Figura 6, integra las acciones en las dimensiones fundamentales del diseño: *forma*, *función* y *ergonomía*. Realiza de manera global el desarrollo del producto, y engloba tanto a la fase de diseño conceptual como a la de detalle. El modelo estimula el pensamiento creativo en tres fases: pensamiento convencional, división simultánea e integración, permitiendo visualizar, en todo momento, los aspectos del espacio del diseño e interactuar rápidamente en el tratamiento y ordenamiento de la información según lo requieran los distintos sub-sistemas propuestos por el modelo.

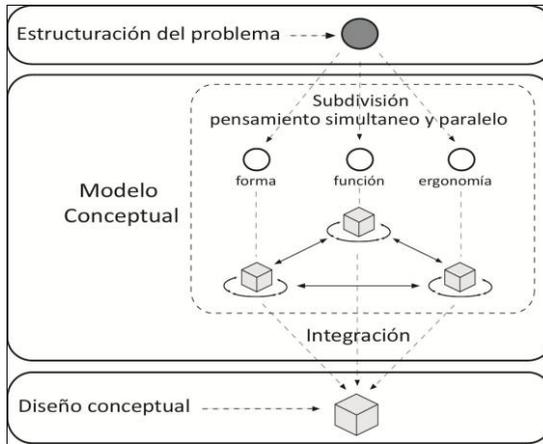


Figura 31. Modelo sistémico de B. Hernandis, J.C. Briede [19]

Distinta es la propuesta de Ulrich y Eppinger [11], en ella el proceso genera una gran cantidad de información y debe ser sistematizada de manera lógica y racional. Este enfoque secuencial como lo muestra la Tabla 1 permite determinar la información necesaria de entrada y salida de datos en el proceso.

Fase	Ejemplos de la información de entrada	Ejemplos de la información de salida
planificación	datos del mercado reportes de la empresa	informes, documentación, planificación comunicación general del plan
desarrollo del concepto	competencia del mercado diseño de esquemas	técnicas, bocetos, dibujos, notas de reuniones de equipo, comunicación
diseño a nivel de sistema	patentes diseño previo de esquemas	bocetos, dibujos, costos, maquetas, modelos físicos
detalles de diseño	catalogos, planos de fabricación, diagramas de comp.	dibujo de detalles, calculos, solidos, modelos matemáticos, modelos 3D
prueba y refinamiento	estandarización, base de datos	datos experimentales, manufactura, materiales, especificaciones, ensamble
producción	consumidor, retroalimentación datos de venta	presentaciones de venta, instrucciones, fotos, presentaciones gráficas

Tabla 54. Información para el proceso de diseño, Adaptado de Wodehouse [20]

Asociar las funciones con especificaciones permite determinar los objetivos del proceso: “*generar las directrices, las acciones y tareas para el desarrollo del concepto de diseño*”. Las funciones son factores clave para dar la partida a la fase de diseño conceptual, y deben estar en concordancia con la definición previa de los requisitos y las necesidades, tanto del usuario como en la planificación del proyecto.

PENSAMIENTO Y PROCESO CREATIVO EN EL DISEÑO CONCEPTUAL

La creatividad implica por lo general hacer algo que es nuevo [21] e incorpora en la solución de diseño algo del dominio y la experiencia que está en la mente del ser creativo. La creatividad se manifiesta en la ingeniería, las artes y las ciencias; dependerá del enfoque y objetivo que se tenga, así como del área y espacio donde se despliegue para que el proceso creativo dé como resultado muchas alternativas para la solución de diseño. De Bono [22] comenta que algunos consideran que la creatividad es tener talento, y que el pensamiento creativo tiene que ser raro, pero esto no tiene nada que ver con la naturaleza de la creatividad. Uno de los objetivos fundamentales del pensamiento creativo es “*poder descubrir nuevas y mejores maneras de hacer las cosas*”. Los modos de diseñar según De Bono son dos, el *modo habitual*, que plantea los requisitos y con ellos se puede generar el molde para luego tratar de encontrar algo que se amolde a ellos, lo que permite que la creatividad del diseñador sea dirigida a soluciones conocidas y el *modo conceptual*, que permite desarrollar conceptos creativos, y luego ver cómo se les “*da forma*” satisfaciendo los requerimientos de entrada. En este caso las especificaciones modelan el concepto, y si el pensamiento creativo se orienta al diseño aumenta las expectativas y la cantidad de posibles soluciones para dar respuesta a algo que no existe.

La creatividad parece ser de naturaleza subjetiva, ilógica y azarosa, pero no lo es. Cualquiera puede sumergirse en la creatividad libremente, pero las técnicas sistematizadas y organizadas mentalmente formalizan la creatividad. La creatividad es “*orden mental y de pensamiento*”, requiere dirección y sentido, si no se tiene un orden, un conocimiento y un comportamiento lógico y deliberado de la causa que lo origina (la motivación), difícilmente podrá generar pautas y patrones creativos que permitan al diseñador dar respuestas creíbles y confiables. La creencia [23] de que cuanto menos condicionantes y requisitos se tengan, se es más creativo, es errada, la creatividad debe abrir espacios de búsqueda, es decir, mientras más condicionantes existan inicialmente (a partir del análisis del problema), mayor será la capacidad creativa para proponer alternativas y dar solución al diseño. En cambio para los sistemas observados desde la ingeniería la creatividad es considerada de

“*naturaleza resolutive técnicamente*”, la funcionalidad de los conceptos debe ser bosquejada como respuesta a las especificaciones que representan el problema y el propósito del diseño, “*determinación del problema de diseño*”. Por lo general esta fase se representa mediante esquemas, dispositivos o sistemas de configuraciones funcionales y técnicas. La creatividad [24] es un aspecto de fascinación y estimulación del ser humano y de su pensamiento, y tiene la capacidad de reestructurar viejas ideas y aplicarlas a una nueva.

El pensamiento creativo alberga en si mismo los procesos cognoscitivos relacionados con las soluciones. Se asocia a la exploración y percepción que inicialmente describe el análisis del problema y de la idea que se tenga para que pueda ser representada a través de una imagen preliminar en la mente. Con esto se instalan las condiciones y estructuras morfológicas del objeto para caracterizarlo físicamente en el espacio de interacción objeto-usuario (espacio del diseño).

Estas relaciones y asociaciones mentales pueden ser convencionales o no convencionales, y dependiendo del ámbito y contexto del problema será resuelta su expresión formal. Por otra parte, de los espacios conceptuales emergen abstracciones, imágenes y objetos permanentemente, lo que permite al diseñador introducirse en la fase de diseño generativo gracias a la *experiencia* y *entrenamiento* previo que éste haya tenido. La solución generada se da en la acción creativa como se observa en la Figura 7.

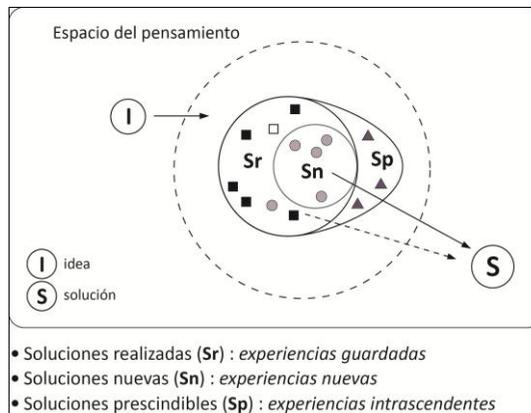


Figura 32. Modelo Teórico del Pensamiento y Acción creativa. Adaptado de Eckert [25]

Las soluciones conceptuales que se adopten como definitivas deben haber pasado por un proceso mental estructurado desde las operaciones [26] que se

realizan: dirección, evaluación y decisión para proponer la solución que permitirá el mejor resultado y camino posible, pudiendo encontrarse en cada uno de los pasos, las secuencias y acciones del proceso creativo, independientemente del modelo utilizado.

La naturaleza repetitiva de los modelos creativos permite complementar o redefinir un concepto de diseño y su solución, mejorando los resultados en el transcurso del proceso. El pensamiento creativo aporta las pautas para un “*comportamiento creativo*” en el diseño. Si el creador compromete sus sentidos y toda su actividad en el proceso que lleva adelante, lo más probable es que sus acciones y resultados sean adecuados. Si no es así, reflejará en su proceso creativo la no utilización de factores cognoscitivos para la resolución de un modelo conceptual. Por lo tanto podemos decir que la creatividad es un proceso mental en el espacio del pensamiento (*pensamiento creativo*) y que al mismo tiempo se observa en el objeto representado en la forma de la solución final (*representación de la forma*).

EL PROCESO CREATIVO EN EL DISEÑO

El alcance del estudio no plantea adentrarse en los laberintos de la creatividad, del pensamiento creativo o de los procesos cognoscitivos del ser humano, sino que pretende entender la creatividad desde la perspectiva de su aplicación en los procesos del diseño conceptual y de las acciones comúnmente utilizadas durante dicho proceso. De Bono [22] dice que el proceso creativo normal es como un camino principal continuo, la creatividad es encontrar, o que aparezcan, caminos laterales (input y output) que permitan extender las posibilidades de crear. Por su parte Hernandis y Briede [19], comentan que “*cada proceso innovador es acompañado por un proceso creativo*” y que las soluciones se pueden encontrar en cualquier momento del proceso. El pensamiento cíclico, como se observa en la Figura 8, responde a esta premisa, y los resultados obtenidos demuestran que un modelo sistémico logra integrar mejor el objetivo de diseño planteado desde el inicio del proceso, permitiendo iterar dinámicamente en la búsqueda de la mejor respuesta de diseño, y retroalimentar las alternativas propuestas por el diseñador.

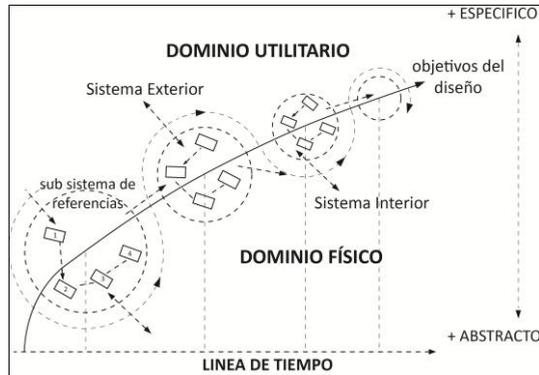


Figura 33. Modelo del Pensamiento Cíclico, Briede & Hernandis [19]

Las acciones proyectuales y exploratorias convergen y divergen a lo largo de la trayectoria del proceso. La iteración permanente de los resultados que se van obteniendo, y la división de problemas en sub-problemas y en otras acciones determina las características más significativas del proceso creativo. Para el pensamiento creativo [27] existen dos tareas explícitas: la determinación del problema y la solución del problema: *Problem Setting* y *Problem Solving*, ambas están relacionados con actividades mentales: *la racionalidad y el conocimiento*. El espacio de búsqueda mental por lo general se asocia a las soluciones esquemáticas del proceso proyectual, y deja de lado en la resolución del problema los aspectos y cualidades formales que atañen a las personas. El vínculo entre el pensamiento creativo y el pensamiento lógico, a partir de un hecho teórico científico, frente a un hecho interpretativo emocional, intenta establecer el dialogo entre lo racional y lo irracional haciendo patente que: *“Todo proceso proyectual pasa por una actividad mental y creativa”*. El reto consiste por tanto en dar forma y sentido a las expresiones físicas, cualidades y características de cada nuevo objeto proyectado, considerando que éste, a su vez, dependerá de factores tales como: materiales, nuevos procesos de fabricación y nuevas tecnologías entre otros a considerar.

La innovación generada debe integrar las variaciones en el *“sistema producto”* como resultado del proceso realizado, lo que se traduce en nuevas formas y aspectos físicos que se integren con las estructuras funcionales y técnicas en la solución de diseño. El miedo a lo desconocido y la falta de credibilidad interna de las propias capacidades creativas llevan muchas veces a definir y dar forma a un producto mediante parámetros funcionales y técnicos validados por la ingeniería y garantizados por el rigor de los datos y especificaciones que se definen en el proceso de diseño.

Se asume, que las dimensiones del diseño conceptual y el espacio en donde se desenvuelve son consideradas por quien diseña como propias a su área de intervención. En estas circunstancias la determinación de un producto y del proceso no es coincidente, muchas veces carecen de importancia aquellas acciones que reducen los tiempos para dar la solución al diseño. La secuencia de tareas en el proceso de diseño se ve dificultada por la búsqueda de representaciones adecuadas que interpreten aquellos rasgos formales que unidos básicamente a la función pueden definir eficientemente la solución formal del diseño.

MODELOS PARA EL CONCEPTO

El modelo de síntesis conceptual, planteado por Plsek [28] es el que mejor representa el proceso creativo como lo muestra la Figura 9. Los dominios y espacios conceptuales están identificados en un proceso cíclico de cuatro pasos, representando y describiendo las acciones y sub acciones que permiten generar las ideas y las soluciones. Identifica las tareas que se deben realizar secuencialmente, pero no dice cómo actuar con ellas en los procedimientos y acciones para la correcta interacción entre las diferentes fases.

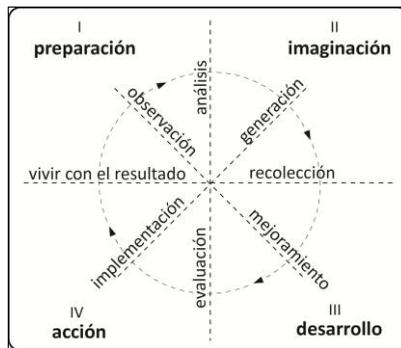


Figura 34. Ciclo de síntesis del proceso creativo, Plsek [28]

El propósito del diseño preliminar [29] es determinar qué alternativas son mejor valoradas para determinar el concepto de diseño. Por su parte Wood [13] en su modelo, le da importancia a la generación del concepto y a toda la información relacionada con el análisis formal. Plantea un proceso mental de repetición desde el análisis morfológico, lo que permitiría incluir conceptos adicionales y secundarios para la generación del concepto de diseño. Pugh [5], dice que la fase conceptual del diseño tiene dos ciclos: generación y

evaluación de la solución. Este modelo simplista deja muy abierto el camino mental y carece de rigurosidad al momento de su aplicación. El modelo “C-K” [30], propone que la resolución del diseño se aborde desde dos meta-dimensiones de distinta naturaleza: la “*analítica*” (espacios de alternativas del concepto, C), y la “*representativa*” (espacio del conocimiento, K). El resultado presenta diseños más rigurosos y abarca cada uno de los factores en ambos espacios. Es un modelo que se identifica entre función y espacio físico no lineal, y que como la gran mayoría de los modelos que interactúan dinámicamente se alimenta con cada una de las nuevas alternativas que se generan.

La revisión bibliográfica realizada se ha basado en los modelos más representativos y tradicionalmente utilizados. Estos incorporan en sus fases de desarrollo consideraciones de tipo análogas al momento de entrar en la borrosa fase creativa y conceptual. La poca rigurosidad con que se aborda el proceso creativo hace pensar que no se cuenta con las herramientas adecuadas que faciliten el entendimiento multidisciplinario, y que habitualmente los requisitos y atributos que contienen las especificaciones no pueden ser plasmadas en un objeto tridimensional que cumpla con los requerimientos y expectativas iniciales. Los principios del diseño creativo y los patrones de comportamiento tanto en la ingeniería como en el diseño, deben ser colaborativos e integrados para facilitar el proceso y la exploración del espacio de diseño. La abstracción y el manejo de las ideas deben dar resultados novedosos, además deben proporcionar una iteración permanente entre los dominios funcionales y físicos, donde la racionalidad comparta su espacio con la subjetividad controlada de los procesos mentales integrándose finalmente con el de los objetos y sus representaciones físicas.

La oferta de métodos, técnicas y herramientas para el diseño son eminentemente lógicos y racionales y su fin último es cumplir con los requisitos, validar las respuestas y las acciones que se desprenden del propio proceso. En muchos de ellos el establecimiento de las fases se centran principalmente en: analizar el problema; sintetizar y evaluar las respuestas “*lo que debemos hacer*”, sin embargo cuando queremos saber “*cómo hacerlo*” el escenario es borroso. Los dominios menos claros son aquellos en donde gobiernan las ideas, abstracciones y los procesos mentales, pero principalmente en la definición conceptual, en donde se representa el concepto de diseño y el objeto. La opinión generalizada es que el espacio conceptual no es un campo que puede ser definido claramente. El límite y proximidad que tienen la forma y la función desde un punto de vista conceptual evidentemente dificulta su trazado.

METODOLOGÍA

Se ha optado por realizar una revisión bibliográfica sobre la literatura fundamental que analiza las diferentes perspectivas del diseño conceptual, desde la orientación de la ingeniería y desde la que plantean los diseñadores. Para ello se ha analizado y comparado un grupo representativo de los principales modelos que existen como lo muestra la Tabla 2. Con el objeto de establecer las concordancias y diferencias principales y se han codificado estos modelos a fin de facilitar la notación en la investigación y sus resultados. Según los modelos analizados, si observamos y comparamos desde lo cualitativo lo consignado en la Figura 10, se puede concluir que las fases relacionadas con el diseño conceptual son representadas por una zona continua difusa que no deja claro cuáles son las acciones y tareas que deben realizarse y mucho menos, cuando se les da inicio y término. Por el contrario, en el momento de abordar las tareas iniciales y finales del proceso no se encuentran grandes dificultades para su realización, fundamentalmente porque son tareas rutinarias y típicas de procesos de ingeniería, las cuales están descritas en la mayoría de los modelos, lo que sugiere considerar que estas acciones y tareas efectivamente tienen procedimientos claros y precisos a la hora de realizarlas, pudiendo repetirse tantas veces sea necesario.

Modelos	Descripción de Fases		
M1 Asimow (1962)	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades • Factibilidad 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño preliminar • Diseño detallado 	<ul style="list-style-type: none"> • Producción
M2 Hubka-Eder (1982)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño conceptual • Orden del diseño 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de detalles 	
M3 French (1985)	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades • Análisis del problema 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño conceptual • Esquemas del diseño 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de detalles
M4 Gómez-Senent (1989)	<ul style="list-style-type: none"> • Información • Necesidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Estudio preliminar • Diseño básico 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño detallado • Desarrollo
M5 Pugh (1990)	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado • Especificaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Concepto de diseño • Diseño de detalles 	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación • Comercialización
M6 Gero (1990)	<ul style="list-style-type: none"> • Formulación • Síntesis 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis • Evaluación 	<ul style="list-style-type: none"> • Reformulación • Descripción del diseño
M7 Cross (1994)	<ul style="list-style-type: none"> • Exploración • Generación 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación • Comunicación 	
M8 Ulrich (1995)	<ul style="list-style-type: none"> • Planeación del producto • Desarrollo del concepto 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño del sistema • Diseño de detalles 	<ul style="list-style-type: none"> • Pruebas • Producción
M9 Pahl y Beitz (1996)	<ul style="list-style-type: none"> • Tarea • Clarificación de la tarea 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño conceptual • Materialización del diseño 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de detalles
M10 Hernandis (2003)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño estratégico • Diseño conceptual 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de detalles • Simulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Validación
M11 Dim (2006)	<ul style="list-style-type: none"> • Definición • Necesidades • Diseño conceptual 	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño preliminar • Diseño detallado 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación • Fabricación

Tabla 55. Modelos contemplados en la revisión de la literatura. Elaboración propia



Figura 35: Comparativa de los modelos del proceso de diseño. Elaboración propia

Las tareas y acciones en la dimensión funcional son rutinarias y se van realizando muchas veces gracias al conocimiento y a la experiencia de quien diseña en el ámbito de la ingeniería, con objeto de determinar el camino a seguir para dar con la solución. Por el contrario, las salidas del diseño creativo son una interrogante en un espacio borroso, que por lo general no tiene una única alternativa inicial para la solución que pueda representar la forma final del producto. La revisión de los modelos permite apreciar efectivamente, que la localización de las acciones y tareas de diseño conceptual no son tan evidentes a la hora de abordar las tareas de la fase creativa. Se observa una gran concentración y variedad de acciones y tareas en el momento de realizar las fases de diseño conceptual. Esto provoca por lo general inexactitudes en los procedimientos que se realizan en la fase creativa y mental. Como consecuencia de este análisis comparativo se pueden concluir los siguientes resultados.

RESULTADOS

Podemos concluir que las acciones y tareas que establecen la mayoría de los modelos, con respecto al proceso de diseño, permiten inferir que habitualmente se dan cuatro fases típicas que definen dicho proceso: analizar, sintetizar, evaluar y ejecutar. Se admite que en la identificación de

tareas, la claridad de saber quién ejecuta cada etapa y en qué momento genera una discusión en torno a la importancia de los actores en el proceso, se basa por lo general en la experiencia, entrenamiento y dominio del espacio conceptual de quien lo realiza o de quien ha acumulado experiencia previa.

La función y dominio del diseño industrial no están claros en el proceso, como tampoco los alcances y dominios del diseño en la ingeniería. Los modelos sugieren una clara naturaleza de realización guiada por la ingeniería a la hora de definir asociaciones en la fase conceptual y en la generación del concepto. Por otro lado en el proceso de diseño conceptual las asociaciones que se definen en la etapa proyectual son de distinta naturaleza, como muestra la Figura 11. Están las denominadas acciones y rutinas secuenciales, que se asocian generalmente a procesos técnico-funcionales y se identifican con la ingeniería, dando resultados diferenciados desde la forma y la función, por otra parte en el diseño creativo las acciones son de realización cíclica, con trayectorias mentales divergentes. Ambos procesos mentales tienen un fin común, pero el grado de coincidencia no es normalmente el esperado, ya que requieren de una integración permanente durante el proceso al momento de definir el resultado del diseño. En los modelos utilizados actualmente, las similitudes no están claramente definidas, así como, tampoco queda claro si existe algún tipo de protocolo o formalización de procedimientos comunes, que se puedan establecer y llevar a cabo simultáneamente a la hora de realizar las tareas y acciones del proceso de diseño.

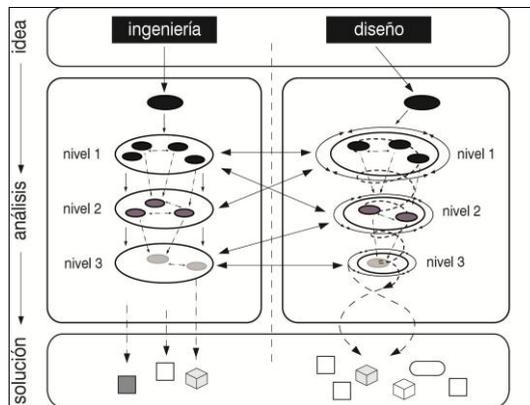


Figura 36. Pensamiento creativo en la ingeniería y el diseño. Elaboración propia

Las estrategias de diseño permiten organizar las tareas y acciones colaborativas que se repiten permanentemente durante el proceso. Una de las dimensiones más importantes a considerar es el “*espacio de diseño*”, el cual permite representar en el “*dominio del objeto*” los aspectos y rasgos formales del concepto de diseño como se muestra en la Figura 12, donde el dominio morfológico y el dominio funcional se encuentran al mismo nivel lo que permite determinar el diseño de manera conjunta.

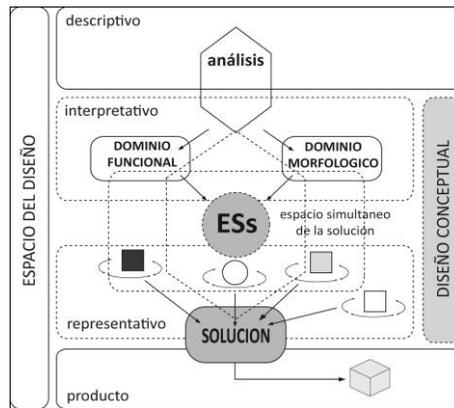


Figura 37. Modelo Teórico del Espacio de Diseño. Elaboración propia

Los modelos enfocados principalmente a la ingeniería suelen carecer de procedimientos orientados al proceso creativo. El diseño conceptual en la ingeniería está considerado en las fases iniciales del proceso, identificándose sobre todo con el dominio técnico y las estructuras funcionales. La solución de diseño se determina basándose en los parámetros y especificaciones iniciales, y por lo general se define el concepto de diseño en las fases preliminares del proceso de ingeniería. En la Figura 13 se aprecia que en la trayectoria del proceso de diseño las fases de entrada y salida del diseño (F1 y F3) son fases de menor duración y con poca caracterización del diseño conceptual, mientras que las fases de realización y caracterización del producto requieren de la mayor parte del tiempo para su definición (F2). Se aprecia que las tareas iniciales y finales están sistematizadas, a diferencia de aquellas pertenecientes a las fases intermedias en las que domina lo abstracto y lo conceptual.

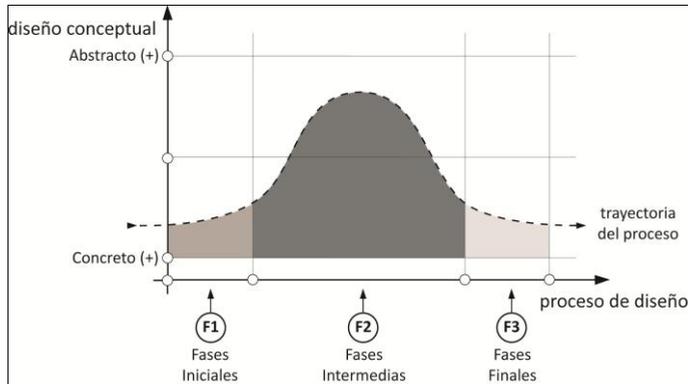


Figura 38. Trayectoria del proceso de diseño. Elaboración propia

Aunar criterios y organizar la información en la entrada de datos del proceso de diseño, así como la implementación de estos en la fase conceptual, son objetivos fundamentales a la hora de diseñar. Los modelos a utilizar deben relacionar los factores significativos de la expresión formal para establecer las transiciones necesarias con objeto de optimizar el proceso de diseño en el propio espacio conceptual.

CONCLUSIONES

La experiencia se considera como la principal característica a la hora de diseñar y se asume como una garantía a la hora de aplicar los procedimientos y acciones necesarias durante el proceso de diseño. Por otro lado la falta de integración y de coherencia en el uso de un lenguaje común es un factor determinante si se pretende establecer un diálogo multidisciplinario. Esta debilidad, que siempre está presente, es independiente de los métodos que se utilicen en el proceso de diseño. Aparentemente pareciera ser que quién lo tiene más claro es la ingeniería, ya que responde a acciones resolutivas desde los sistemas técnicos y mecánicos. El logro de los objetivos planteados suele ser bajo esta orientación, la cual es más rigurosa y comprobable, teniendo en cuenta que la generación de documentación técnica de respaldo permite su validación en cualquier momento del proceso. Por lo general la búsqueda se centra principalmente en los buenos resultados de diseño que se dieron en el pasado, volviendo a aplicarlos en las nuevas soluciones.

Las acciones y trayectorias “*concepto-forma*”, en el proceso de diseño, son una práctica a veces especulativa y se proyectan generalmente en un contexto del diseño referido a la satisfacción del usuario/consumidor y al

significado simbólico del producto. La incorporación de nuevas variables sensoriales y perceptivas como la emoción, las sensaciones, la experiencia, y las relaciones con criterios de personalización, son cada vez más recurrentes y necesarias hoy en día cuando se diseña un producto. La originalidad de los diseños también depende de la información que se genera en el proceso, las ideas y representaciones más novedosas dan lugar a diseños más originales, pero generalmente las soluciones propuestas son difusas y muchas veces inexplicables.

El diseñador debe tener la capacidad de generar soluciones centradas fundamentalmente en el usuario/consumidor, con un marcado carácter social, cultural y de identidad con los objetos cotidianos. En este aspecto la búsqueda se realiza con carácter exploratorio y experimental. Enriquecer y compartir las nuevas experiencias con los paradigmas actuales del proceso de diseño es deseable, y genera nuevas expectativas en torno a aquellas experiencias asociadas al diseño conceptual y al proceso creativo. Aminorar el grado de incertidumbre para dar forma al concepto, compartir los espacios de búsqueda y de inspiración en la ingeniería y diseño conceptual es uno de los objetivos que resolvería al mismo tiempo problemas de comunicación y registro de información para una buena gestión del conocimiento futuro.

La integración de los procesos de ingeniería con los procesos de diseño creativo debe ser capaz de evolucionar hacia modelos más eficientes que aúnen criterios, contemplando los paradigmas actuales relacionados con el diseño y rediseño de productos. Los modelos tradicionales utilizados convencionalmente en el proceso de diseño muestran un alto grado de obsolescencia, quedándose atrás con respecto al dinamismo del mercado y de la participación activa del consumidor, especialmente considerando lo referente a la toma de decisiones estratégicas de las empresas, ya que es cada día más evidente la influencia de las buenas decisiones de éstas en torno al éxito o fracaso de nuevos diseños y productos, donde participa el usuario.

El diseño exige actualizarse, los modelos deben ser capaces de mutar hacia las nuevas expectativas, experiencias y solicitudes de las empresas, usuarios y consumidores. Los modelos actuales, con los que se aborda y desarrolla el proceso de diseño, son los mismos que se han utilizado por mucho tiempo y deben ser revisados, así como también los marcos referenciales considerados hasta ahora. También se requiere contar con métodos, técnicas y herramientas que permitan resolver interdisciplinariamente, desde la ingeniería y el diseño, de una manera más rápida e integral las propuestas y definición del diseño. Para que esto ocurra se requiere de modelos multidisciplinarios que otorguen la posibilidad de hacerlo, y que faciliten, en la medida de lo posible, la realización integrada del proceso de diseño.

REFERENCIAS

- [1] T.J. Howard, S.J. Culley and E. Deconinck. "Describing the Creative Design Process by the Integration of Engineering Design and Cognitive Psychology Literature". *Design Studies*, Vol 29, pp 160-180. 2008.
- [2] R. Oxman, "Educating the Designerly Thinker". *Design Studies*. Vol 20 Issue 2, pp 113-114. 1999.
- [3] N. Cross. "Métodos de Diseño: estrategias para el diseño de productos". Ed. Limusa, pp. 11-31. 2002.
- [4] M.J. French. "Conceptual design for Engineers". The Design Council, pp. 1-5. 1999.
- [5] S. Pugh. "Total Design". Ed. Prentice Hall, pp. 3-7, 1991.
- [6] P. Suh Nam. "Designing in of Quality Trough Axiomatic Design". *IEEE Transactions of Reability*. Vol. 44 N° 2, pp. 256-257, 1995.
- [7] C. Dym y P. Little. "El Proceso de Diseño en Ingeniería". Editorial Limusa-Wiley, pp. 30-41. 2006.
- [8] J.C. Briede. "La Metodología Sistémica y el rol del Boceto en el Diseño Conceptual de Productos Industriales". Tesis para optar al grado de doctor Universidad Politécnica de Valencia, pp. 35, Valencia, España. 2005.
- [9] R. León Moran. "Sistémica aplicada al Diseño de Productos en Venezuela". Tesis para optar al grado de doctor, Universidad Politécnica de Valencia, pp. 29. Valencia, España. 2009.
- [10] M. Tobey. "Styling and Design: Intuition and Analysis in Industrial Design". *Design Studies*. Vol 18 N° 1, pp 8-9. 1997.
- [11] K. Ulrich, S.D. Eppinger. "Diseño y Desarrollo de Productos: enfoque multidisciplinario". Ed. Mc Graw Hill, 3° edición, Mexico. 2004.
- [12] E. Mulet. "Análisis Experimental y Modelización Descriptiva del Proceso de Diseño". Tesis para optar al grado de doctora, Universidad Politécnica de Valencia, pp. 4-5. 2003.
- [13] K. Otto, K Wood. "Product Design, Techniques in Reverse Engineering and New Product Development". Editorial Prentice Hall, pp 148-153, 414-419. 2001.
- [14] B.J. Chaur. "Diseño Conceptual Asistido por Ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definiciones de la Estructura básica de

- un Nuevo programa”. Tesis para optar al grado de doctor Universidad Politécnica de Cataluña, pp. 36, Barcelona, España. 2004.
- [15] C. Dym, A. Agogino. “Engineering Design Thinking, Teaching and Learning”. *Journal of Engineering Education*, pp 104. 2005.
- [16] G. Pahl, W Beitz. “Engineering Design a Systematic Approach”. Ed. Springer Verlag, pp 86, 1996.
- [17] D. Ullman. “The Mechanical Design Process”. Ed. Mc. Graw Hill International, New York.1997.
- [18] J. Gero. “Computational Models of Innovative and Creative Design Process”. *Technological Forecasting and Social Change*. Vol. 64, pp. 183-196. 2000.
- [19] B. Hernandis, J.C. Briede, “An Educational application for a product design and engineering systems using integrated conceptual models”. *Ingeniare, Revista Chilena de Ingenieria*. Vol 17 N° 3, pp 432-442, 2009.
- [20] Wodehouse, J. Ion. “Information use in Conceptual Design: existing taxonomies and new approaches”. *International Journal of Design*. Vol 4 N° 3, pp 53-65. 2010.
- [21] Hevner, S. Chatterjee. “Design Research in Information Systems”. *Integrated Series 145 in Information Systems*. Vol 22, Springer Science- Business Media, pp 145. 2010.
- [22] E. De Bono. “El pensamiento creativo”. Ediciones Paidos, España, pp 13-44, 112-113.2007.
- [23] Esteve de Quezada. “Creación y Proyecto”. Ed. Institución Alfonso el Magnánimo, pp. 31, Valencia, España. 2001.
- [24] H.P. Casakin. “Factors of metaphors in design problem-solving: Implications for design creativity”. *International Journal of Design* 1(2), pp. 21. 2007.
- [25] C. Eckert, M Stacey. “Sources of Inspiration: a language of design”. *Design Studies* Vol. 21, pp. 523-538. 2000.
- [26] E. Gomez-Senent. “La ciencia de la Creación de lo Artificial”. Ed. SPUPV. Universidad Politécnica de Valencia. España, pp. 51. 1998.
- [27] E. Mancini. “La materia de la Invención, Materiales y Proyectos”. Ed. CEAC. Barcelona, España, pp 47-60. 2000.

- [28] P. Plsek, "Working Papers: Models for the Creative process", Fecha de consulta 9 de Julio 2013. URL: <http://www.directedcreativity.com/pages/WPModels.html>
- [29] M. Asimow. "Introduction to Design". Ed. Prentice Hall. pp 12, 1ª Edición 1962.
- [30] Hatchuel, B Weil. "C-K Design Theory: and advanced formulation". Springer-Verlag, London Limited. Vol 19, pp 181-186. 2009.

7.2 **Artículo 2: “Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual”**



Revista INNOVAR, Revista Colombiana de Ciencias Administrativas y Sociales

Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual

On formal representation of the product: Study on the attributes in the conceptual design Autores: Guerrero V. M., Hernandis O. B., Agudo V. B.

RESUMEN

El diseño conceptual es una actividad que define los aspectos formales que dan apariencia al producto. La correcta concreción en la definición de los atributos que se atribuyen al producto para su posterior implementación en él es una de las claves de su posterior éxito empresarial. Esta investigación permite la posibilidad de agrupar atributos del producto partiendo de listados propuestos por usuarios y especialistas que faciliten su correcta definición formal acorde a las demandas del mercado. La investigación de tipo exploratoria identifica y clasifica agrupaciones de atributos en la fase de diseño conceptual. Se aplicó un cuestionario a estudiantes de diseño e ingeniería en España, Chile y México, partiendo de un listado de atributos propuesto por especialistas. Mediante un análisis factorial se procedió a la reducción de este listado de variables identificando tres componentes formados por atributos fundamentales en diseño. La investigación evidencia el uso de un lenguaje común entre diseñadores e ingenieros en la definición de los atributos utilizados para dar forma al producto. También se denota un claro acercamiento en cuanto a la comprensión de la definición de producto, establecida por el consumidor, logrando a su vez un mayor cumplimiento de los objetivos propuestos en el briefing.

PALABRAS CLAVE: diseño de productos, diseño conceptual, atributos, análisis de componentes

ABSTRACT

The conceptual design is an activity that defines the formal aspects that give the appearance to the product. The correct precision in the definition of the product attributes that are attributed to him later deployment is one of the keys to business success later. This research provides the ability to group product attributes listed starting suggested by users and specialists to facilitate proper formal definition according to market demands. Exploratory research identifies and classifies type groups attributes in the conceptual design phase. A questionnaire design and engineering students in Spain, Chile and Mexico, from a list proposed by specialists attribute applied. Through factor analysis we proceeded to reduce this list of variables identified three fundamental components formed by design attributes. The research demonstrates the use of a common language between designers and engineers in the definition of the attributes used to shape the product. A clear approach is also denoted in terms of understanding of the definition of product drawn up by the consumer, in turn achieving greater compliance with the objectives proposed in the briefing.

KEYWORDS: product design, conceptual design, attributes, component analysis

Clasificación JEL:

L11: diferenciación del producto

L22: estrategia de producto

M31: marketing, estudios de comportamiento del consumidor

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo realiza un análisis pormenorizado entorno a los atributos utilizados en el diseño conceptual de productos. La posibilidad de agrupar términos y conceptos para definir la representación formal del producto facilitaría y apoyaría la realización del proceso de diseño conceptual desde las diferentes perspectivas de marketing, diseño e ingeniería. Los modelos tradicionales del proceso de diseño no aclaran cómo y en qué momento se definen y asignan uno u otro valor visual de índole expresivo. Generalmente las características y cualidades físicas que se asignan al producto se centran

en dos aspectos: En primer lugar están los relacionados con las personas tales como factores sensoriales, psicosociales, perceptivos o hedónicos, que buscan la armonización e identidad entre el producto y el cumplimiento de las expectativas del consumidor. Lenau y Boelskifte (2003), los definen como *valores suaves*, ya que asignan las expresiones más estéticas, como diseño y estilo. Por su parte, Castelli, citado por Mitchell (1995), los define como los aspectos “*subjetivos*” del diseño o factores “*blandos*”. En la misma línea, Warell (2002), señala que debido a su naturaleza subjetiva, el diseñador no tiene ninguna manera objetiva de evaluar o medir los atributos asignados en torno a la estética de un producto y del concepto, pudiendo incluso definirse por el gusto u opinión personal del diseñador. En segundo lugar están los valores visuales que se asocian a los aspectos y cualidades funcionales de uso y utilidad de un producto. Este último tipo de atributos se definen a partir del cumplimiento de los objetivos y especificaciones durante las etapas iniciales del proceso de diseño, los cuales, por lo general, dan como resultado la definición de la calidad; la materialidad; la configuración del producto y todas las características medibles que se representan en un producto. Los atributos pueden referirse a lo físico, a lo estético o a lo utilitario. Debido a esto los aspectos comunicativos de un objeto por tanto, no se definen solamente por alguno de los mencionados en particular, como lo señala Bañó (2010). Los aspectos visuales que normalmente se perciben de un producto expresan condiciones significativas y simbólicas que otorgan muchas veces distinciones personalizadas y únicas que deben satisfacer las expectativas y necesidades del consumidor. En este sentido el producto cumple el rol de mediador entre el consumidor y las acciones útiles esperadas, es decir que haga lo que debe hacer. De ahí la importancia de una buena definición y asignación de atributos en la fase de diseño conceptual. Por otra parte, las condiciones básicas para el diseño de un producto van de la mano con la práctica del diseñador, crear algo nuevo o analizar lo que ya está diseñado con el propósito de fabricarlo y venderlo. También se estudian y analizan desde el arranque del proceso de diseño, debiendo ser claras y precisas facilitando la labor de los equipos de diseño. Los conceptos también deben ser claros y bien definidos desde el principio, sobre todo al momento de tomar decisiones sobre el diseño, tanto en los aspectos técnico-funcionales como en los relacionados con las personas. Por otra parte, los atributos funcionales, adquieren relevancia aunque sea con poco detalle como lo señalan Van Wie, Bryant, Bohm, Mc Adams y Stone (2005). En la fase de diseño preliminar las funciones representan al concepto de diseño, una abstracción de la forma o la estructura física de algún atributo representado en un modelo funcional. Está claro que las funciones ayudan a reducir la incertidumbre, pero no podemos olvidar que los aspectos formales y perceptivos del producto no deben dejarse para el final del proceso de diseño. Es evidente que las funciones son factores clave desde el comienzo del proceso y en el diseño conceptual, por lo que deben ser concordantes al

momento de definir los objetivos, especificaciones y requerimientos impuestos por el mercado y el consumidor.

LA INFLUENCIA DE LOS ATRIBUTOS FUNCIONALES EN EL DISEÑO DEL PRODUCTO

Las funciones se definen por las relaciones entre el conjunto de necesidades, los objetivos, la estructura física y el comportamiento de las partes que componen el producto. Así mismo, la base funcional como lo señalan Van Wie *et al.* (2005), será la transformación del flujo de entrada y su salida representada por la energía, la materialidad y las señales. En la misma línea, Gero (2000), describe en su modelo FBS tres dimensiones fundamentales: *función, comportamiento y estructura*, considerando sub espacios o abstracciones del proceso cuyo objetivo principal es transformar los datos obtenidos en una “*descripción básica del diseño*”. La función describe la finalidad del diseño, el comportamiento describe el funcionamiento y la estructura describe la solución (Mulet, 2003). En el modelado funcional del proceso, como exponen Otto y Wood (2001), se da comienzo a la transformación de las necesidades convirtiéndolas progresivamente en las especificaciones de diseño. De hecho, las acciones tempranas permiten la descripción precisa de los objetivos del producto en la etapa de análisis como lo muestra la Figura 1. Por su parte, Ulrich y Eppinger (2004), las llaman “*especificaciones objetivo*” constituyéndose en una de las directrices que definen el propósito del diseño. En la misma línea Lin y Chen (2002) sostienen que el objetivo principal del diseño del producto es cumplir con los requisitos funcionales, satisfacer las restricciones impuestas, definir objetivos y funciones en la entrada y salida del sistema de representación funcional.

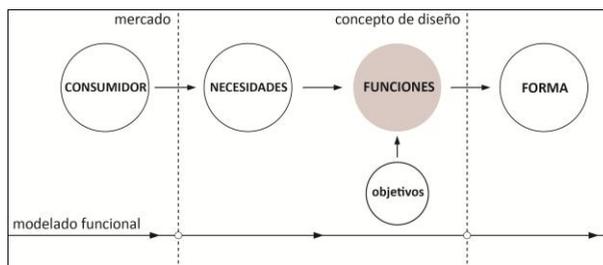


Figura 39. Modelado Funcional. Adaptado de Van Wie (2005)

Durante el modelado funcional el énfasis está en definir la configuración del producto (Figura 2), y determinar el comportamiento entre las partes que compondrán el diseño, como lo mencionan Liang y Paredis (2004). Este modelo funcional representará el significado del valor asignado a cada acción para que ocurra (causa y efecto), produciendo la energía y movimiento esperado. El flujo hacia y desde el artefacto como lo señalan Van Wie *et al.* (2005), requiere ser representado funcionalmente, como por ejemplo, la función de un motor puede ser representada como “convertir” la energía eléctrica en un movimiento mecánico. Se observa que las características y aspectos del diseño de ingeniería son claros y precisos e incluyen las restricciones de la función y su desempeño, como lo indican Tochizawa, Nomura, Ujii y Matzuoka (2007). La descripción del material, dimensiones y geometrías describen el valor funcional de los componentes y el cumplimiento de la acción, por lo que la solución derivada de estas acciones son descritas mediante esquemas y volúmenes preliminares de diseño básico, visualizando mecanismos y materiales como lo señalan Liang y Paredis (2004); Tochizawa *et al.* (2007); Chiang, Penathur y Mital (2001). De su parte Liang y Paredis (2004), señalan que los valores tangibles, técnicos y duros del diseño, están representados por los atributos funcionales en diferentes acciones descriptivas tales como resistencia a altas temperaturas, buena seguridad eléctrica, perdurable en el tiempo o iluminar con una bombilla, por mencionar algunas. Este tipo de especificaciones compuestas y descritas representan los atributos funcionales del producto impuestas por la ingeniería.

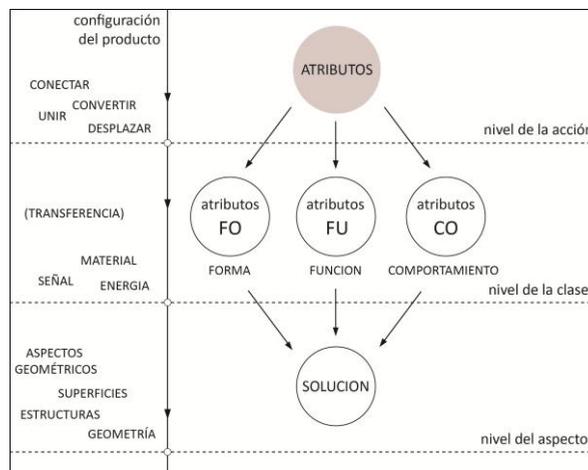


Figura 40. Configuración del Producto desde la función. Adaptado de Liang (2004)

Las funciones se describen mediante el uso de términos, sustantivos medibles, o verbos activos que permiten modelar la función, citando a Liang y Paredis (2004); Hosnedl, Srp y Dvorak (2008); Aurisicchio, Eng, Ortiz, Child y Bracewell (2011). Las propiedades, atributos y características de un sistema técnico pueden definirse por el rendimiento, tamaño de la forma o la estructura funcional de acuerdo con Hosnedl *et al.* (2008). Cada sistema en particular que influencia la configuración de un producto es un portador de propiedades y atributos que representan características, valores del parámetro o requerimientos funcionales, permitiendo con esto, comparar o evaluar el diseño en cualquier momento del proceso. Este tipo de atributos se caracterizan por ser un conjunto de criterios medibles con la finalidad de representar la función del producto. De hecho, los sistemas funcionales expresados no siempre son bien comprendidos por el consumidor, por lo que la relación entre el producto y la persona muchas veces no permite que éste tipo de atributos faciliten el uso. El sistema humano-producto, como lo señala Janhager (2005), se clasifica en las áreas técnica e interactiva. Esto último permite al usuario la interacción por medio de la comprensión de las expresiones y representaciones visuales que conforman el producto en el momento de utilizarlo. En este sentido los atributos y valores utilitarios, como lo señala Janhager (2005, citando a Wikström, 1996), pueden ser utilizados también para definir y describir explícitamente los requisitos del producto desde el punto de vista del consumidor.

LA COMPRENSIÓN DEL ATRIBUTO PARA EL DISEÑO DEL PRODUCTO

Godas (2006), señala que las características y cualidades que conforman el producto aportan utilidad a la percepción del producto. En ellas establece una clasificación de los atributos según su naturaleza, utilidad y carácter diferenciador. Por su parte Cohran, Eversheim, Kubin y Sesterhenn (2000) clasifican los atributos según el cliente, el mercado y el producto. Lenau y Boelskifte (2003), los agrupan desde la perspectiva de la comunicación semántica del objeto clasificándolos en sensoriales, percibidos y estilísticos. En la misma línea, Tong (2009) desarrolla su clasificación según la utilidad, estilo, concepto y commodity, siendo estos últimos atributos básicos e inherentes al diseño de cualquier producto. Rindova y Petkova (2007), sugieren tres dimensiones para un atributo: funcional, simbólico y estético. Lee, Ha y Widdows (2011), conciben tres dominios de atributos del producto: de rendimiento (propósito y funciones), de apariencia (atractivo visual) y de comunicación (ayuda a la expresión). Se observa en los hallazgos de la literatura que las dimensiones donde se posicionan los atributos son la dimensión funcional/utilitaria (asociada con el objeto), y la de

estilo/perceptiva, de carácter más humanizado (asociada al sujeto).

Ambas dimensiones están asociadas a los aspectos comunicativos y de uso de un producto, las que a su vez interpretan y representan la solución a las necesidades mediante la interacción entre el sujeto y el objeto, como lo señala Ortiz (2011), ya que la tarea de traducir sentimientos, impresiones o emociones es difícil y muchas veces la intención de los mensajes representados por el diseñador suelen ser especulativos. De hecho una buena representación de los rasgos asociados a la personalidad del individuo tiene la potencialidad de influir favorablemente en la compra de un producto u otro, como lo señalan Ortiz (2011); Desmet, Nicolas y Shoormans (2008). Este tipo de valores visuales considerados humanizados, deben estar bien definidos desde el inicio del proceso y ser validados por el propio consumidor. En este sentido los espacios contextuales adquieren relevancia en el modelado del producto, como lo muestra la Figura 3, ya que deben satisfacer los propósitos y expectativas, tanto del consumidor como de la propia empresa. En lo particular Vergara, Mondragón, Sancho Bru, Company y Pérez (2006) señalan que adquiere importancia la etapa en la que se encuentre el desarrollo del producto, así como también en una buena definición de los atributos que influenciarán la apariencia y forma del producto.

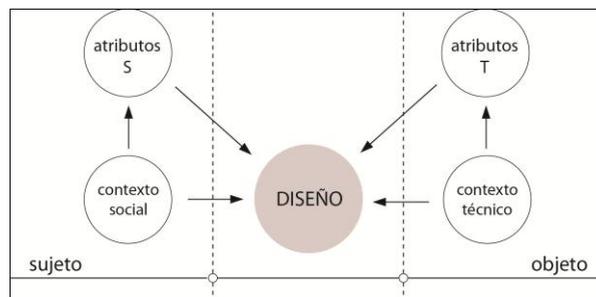


Figura 41. Contexto del atributo en la definición del diseño. Elaboración propia

Por otro lado, la Ingeniería debe ser capaz de definir atributos y conceptos que representen a las funciones, especificaciones y mediciones del objeto diseñado, como lo señalan Dym y Little (2006). También, como lo señalan Aurisicchio *et al.* (2011), las funciones también tienen la capacidad de representar cualidades estéticas a través de los sentidos, contribuyendo favorablemente a la identificación de las personas con el producto. En esta misma línea, los atributos referidos específicamente a lo técnico tienen el único propósito de comunicar acerca de los aspectos funcionales, modo de uso

o comportamiento entre partes y piezas, actuando como guía para activar y entender el producto en su funcionamiento. La apariencia final del diseño es la primera impresión que tenemos en la etapa de compra. Los estímulos visuales y atributos del producto, tanto funcionales como estéticos son fundamentales a la hora de decidir por un producto u otro, por lo que los atributos expresados en la forma deben ser claramente interpretados desde el primer momento por el consumidor facilitando la decisión y selección del producto.

Las condiciones y características de un atributo lo hacen reconocible y único en un producto (Tong, 2009; León, 2009), pudiendo extraerse del pliego de condiciones, de las especificaciones de diseño o de las necesidades del mercado y del consumidor. Uno de sus objetivos es establecer las bases para la definición del concepto y la puesta en marcha del proceso de diseño. Desde el punto de vista del diseñador los atributos se centran en los aspectos más humanizados y percibidos por el usuario, en cambio los que se refieren al proceso de conformación del producto se relacionan a las acciones propias de la ingeniería. Debido a esto los factores socio-cognitivos adquieren mayor relevancia y un alto valor de uso en el contexto social desde el punto de vista del diseñador, y sobre todo del consumidor (Figura 4).

En un experimento realizado por Lenau y Boelskifte (2003), entre alumnos de diseño industrial, de negocios e ingeniería, estos debían asignar términos expresivos y visuales a productos específicos que permitieran determinar alguna relación entre ellos. Se concluyó que existía una tendencia asociativa entre los términos, los cuales se identificaban con las dimensiones sensoriales y perceptivas de las personas, infiriendo que los atributos de un producto denotan y connotan estados de la experiencia personal cognitiva, psicológica y de la conciencia, las cuales se traducían finalmente en estados emocionales de los consumidores, además de ser la base para la definición del modelo conceptual, cuyos aspectos y cualidades influenciaban por una parte la definición del concepto y por otra la del diseño del producto.

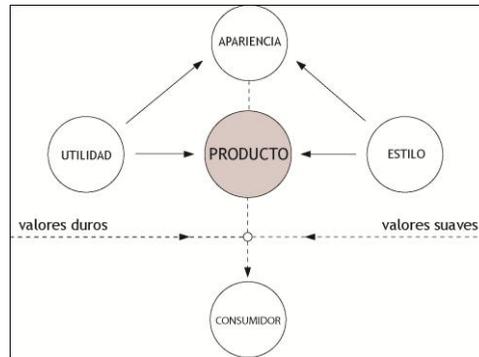


Figura 42. Distinciones del atributo. Adaptado de Tong (2009).

De acuerdo con Blijlevens, Creusen y Schoormans (2009), en la primera imagen que enfrenta al consumidor con el producto, los valores visuales expresados en la forma le permiten evaluar y valorar los atributos desde el punto de vista visual y comunicativo de interacción. De hecho en la decisión de compra subyacen los factores de satisfacción y beneficio, cumplimiento de objetivos, y valores agregados que son considerados importantes por el consumidor al momento de la compra, señalado por Van Kleef (2006, citando a Gutman, 1982; Walker y Olson, 1991). Los atributos simbólicos, psicológicos, funcionales, físicos, etc., muchas veces son conocidos una vez que el producto está en el mercado, específicamente en la etapa de comercialización y venta, pero sería mejor conocerlos previamente. Los atributos se diferencian en su designación descriptiva por encontrarse en diferentes estados expresivos de un producto. Por una parte están los de evaluación preconcebida que actúan sobre productos ya fabricados orientados a determinar posibles mejoras desde la perspectiva del mercado, de la empresa o del consumidor. También están los que intentan influir en los aspectos funcionales en una gran cantidad de productos como lo señala Blijlevens *et al.* (2009), los que tienen una alta valoración atribuible a los aspectos utilitarios y funcionales.

En general el conjunto de características del producto está compuesto por diferentes clasificaciones y tipologías de atributos como son los estético/morfológicos que intervienen en el campo expresivo de la forma, o los atributos que se asocian a valores perceptivos o abstractos y que no se pueden medir directamente por tener una alta carga conceptual o metafórica tales como la alegría, el agrado o lo atractivo, asociados generalmente al hedonismo o al estilo. Este tipo de atributos, como sostiene Tong (2009), connotan las ideas basadas en la conceptualización del diseño, representados en la fase de diseño conceptual.

EXPLORANDO LOS LISTADOS DE ATRIBUTOS

La utilización de listados de atributos son técnicas de utilización recurrente. Estas técnicas se pueden obtener diferentes maneras de identificar, agregar o mejorar los atributos asignados a un sistema de productos. La técnica propuesta por Crawford (1954) es ideal para el diseño de nuevos productos, pudiendo ser utilizada también para la evaluación y mejora de productos existentes (rediseño). Por lo general los listados de atributos están compuestos por términos, palabras o sustantivos que describen conceptualmente características, cualidades físicas, de uso o estilo que permitan ser representadas en una forma. Este tipo de técnica se convierte en un buen método analítico-representativo en apoyo al proceso de diseño conceptual del producto. Las listas pre-hechas como la de Michalko (2006), permiten agrupar términos conceptuales desde la dimensión descriptiva, del proceso, del precio o aspectos sociales. Los listados pre concebidos tienen su origen en las técnicas para la creatividad que identifican previamente los valores distintivos de atributos que se asignan a un objeto. La importancia de estos listados radica en la pertinencia y utilización como método de diseño por las diferentes áreas que participan en el proceso de diseño como el marketing, negocios, ingeniería o diseño. También están los listados de atributos pre hechos que incorporan tímidamente combinaciones de palabras y conceptos asociados a las características funcionales, como lo menciona Bedolla, Lloveras y Gil (2004). Es importante considerar la etapa y el momento en que se confecciona y utiliza un determinado listado de atributos, sobre todo en el momento de definir conceptos y términos que integrarán dicho listado. Muchas veces los términos empleados no cumplen con el propósito, o no logran describir claramente lo que intenta representar el diseñador. Hasta ahora la utilización de este tipo de técnicas han surgido en torno al marketing y el mercado, siendo el objetivo principal el describir y representar emociones, sensaciones y aspectos más humanizados y menos técnicos, como lo señalan Karjalainen (2003); Ortiz y Hernández (2008); Bedolla y Gil, (2009).

Se debe hacer una distinción respecto a los términos o conceptos que se asocian a los aspectos funcionales de un diseño, ya que en este caso el término atributo está asociado al propósito, a la definición de objetivos y a la configuración de los componentes técnicos del sistema de productos. Toshizawa *et al.* (2007) comenta que las características del diseño de ingeniería implican el uso de condiciones que comportan una clara especificación, así como al uso de restricciones perfectamente definidas respecto de la función, al desempeño y a la solución de diseño. Por lo general se asocian a elementos físicos, mecanismos o materiales que se aportan desde la puesta en marcha del proceso de diseño, y que al mismo tiempo son la base fundamental para la definición del concepto de diseño. La existencia y

utilización de listados de atributos con respecto a la función, se refiere a las acciones que activan el diseño para que se produzca la interacción entre un componente y otro con su entorno (Liang y Paredis, 2004), así como a la transferencia de energía, a la materialidad y a las señales. Wen-Chuan, Arunkumar y Anil (2001), sostienen que la información de los atributos de función transforma un proceso fenomenológico en principios físicos medibles. Este tipo de listados funcionales, como el de Hernandis (2003), podrían referirse también al pliego de condiciones del proyecto de diseño mediante la definición de las especificaciones y objetivos para el diseño del producto.

METODOLOGIA

La investigación es cualitativa, en su fase inicial, mediante la contextualización y conocimiento teórico de las variables definidas en el estudio y cuantitativa mediante el análisis factorial empleado para la reducción de variables del experimento. Partiendo de un listado propuesto de atributos se identifican las variables iniciales del estudio. Este listado está conformado por veinticinco términos conceptuales que se asocian normalmente a los subsistemas tradicionales del diseño: forma, función y ergonomía, (Hernandis, 2003). La realización de un análisis factorial permitió identificar las agrupaciones, por afinidad y valor visual entre los atributos propuestos en el listado. La investigación es del tipo exploratoria a partir de la aplicación de un cuestionario realizado a 400 estudiantes de diseño e ingeniería de Chile, España y México de los últimos niveles formativos en sus respectivas disciplinas.

La metodología aplicada se definió como una investigación teórica basada en la descripción relacional no causal cuantitativa según lo señala Mejía (2005), la cual pretende identificar asociaciones y correspondencias entre las variables propuestas mediante la aplicación de un cuestionario con veinticinco alternativas de selección. El instrumento de medición permitió identificar atributos que se utilizan para la definición de características y valores visuales que se asignan tradicionalmente en las dimensiones funcional, formal y de estilo en la fase de diseño conceptual para representar la forma y apariencia del producto. La literatura consultada evidencia la existencia de listados de términos comúnmente utilizados para estos fines en distintas etapas del proceso de diseño. En esta misma línea, Zikmund y Babin, (2009) señalan que una investigación exploratoria se basa en la experiencia del encuestado para responder cuestiones en torno al constructo del estudio, en este caso al diseño conceptual y las acciones que se realizan para dar forma y apariencia al producto.

POBLACIÓN

La población corresponde a estudiantes de la Universidad Politécnica de Valencia, la Universidad de Santiago de Chile y el Tecnológico de Monterrey sede Chihuahua, de las carreras de Diseño Industrial e Ingeniería de Productos.

MUESTRA: PERFIL DEL ENCUESTADO

Estudiantes de Chile, España y México, (n=400) pertenecientes a los últimos años de sus respectivas carreras (Tabla 1). Todos ellos considerados como diseñador intermedio (Popovic, 2004), con experiencia en el desarrollo de proyectos de diseño, conocimiento de las etapas para el desarrollo del proceso de diseño y el diseño conceptual. Este proceso se desarrolló entre los años 2012 al 2014, durante los periodos académicos normales de los países incluidos en el estudio.

<i>Datos del estudio</i>		n = 400	%
<i>País</i>	España	148	37,0%
	Chile	205	51,3%
	México	47	11,7%
<i>Género</i>	Hombre	200	50,0%
	Mujer	200	50,0%
<i>Disciplina</i>	Diseño	209	52,3%
	Ingeniería	191	47,8%

Tabla 56: Sumario de la muestra de estudiantes participantes del experimento.

MATERIALES

El listado de atributos se extrae como resultado de la revisión de la literatura, el cual está compuesto por términos conceptuales de uso común (Tabla 2), con la finalidad de recabar las opiniones de los estudiantes frente a la pregunta: “*Del siguiente listado, indique el grado de importancia para dar forma y apariencia al concepto de diseño*”. Los encuestados deben seleccionar todas las opciones de la pregunta (25 respuestas). También se analiza la posible agrupación de componentes. Los atributos propuestos serán calificados mediante el método de Likert (Morales, 2011), compuesto por una escala de intervalos del 1 al 4 (1= poco importante, 4= muy importante) para la medición de las variables y afinidad.

<i>Serie de variables</i>				n = 25
estabilidad	geometría	línea	hermeticidad	capacidad
volumen	sustentación	robustez	cuadrado	contorno
portabilidad	confort	textura	esbeltez	estructura
resistencia	color	cilíndrico	apoyo	compacto
superficie	crecimiento	fragilidad	dimensión	sinuoso

Tabla 57: Listado de variables del experimento. Elaboración propia.

El objetivo principal del análisis factorial es la reducción de variables que permita agrupar en otras de escala mayor que expliquen su comportamiento y relación obtenida de la opinión del encuestado respecto de las acciones conceptuales que realizan el diseño y la ingeniería al momento de definir los atributos para representar la apariencia del producto. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) con el objeto de determinar el menor número de componentes representativos y adecuados para identificar las agrupaciones del estudio.

RESULTADOS

ANÁLISIS FACTORIAL

La prueba preliminar, de tipo exploratorio, agrupó la lista de variables en siete componentes. Se observa que la varianza total es superior a la unidad, como lo muestra la Tabla 3. Desde el Componente 4 hasta el Componente 7, el porcentaje de la varianza es muy bajo respecto de los tres primeros Componentes. A pesar de que el análisis con siete componentes explica un 60,339%. Según las condiciones expuestas se decidió reducir los componentes del análisis dejando solamente tres componentes para la prueba.

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

<i>Varianza total explicada</i>									
<i>Comp.</i>	<i>Auto valores iniciales</i>			<i>Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción</i>			<i>Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación</i>		
	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>
1	3,651	14,602	14,602	3,651	14,602	14,602	2,855	11,419	11,419
2	3,420	13,682	28,284	3,420	13,682	28,284	2,479	9,917	21,337
3	2,577	10,309	38,593	2,577	10,309	38,593	2,195	8,780	30,117
4	1,810	7,240	45,833	1,810	7,240	45,833	2,117	8,469	38,585
5	1,332	5,327	51,160	1,332	5,327	51,160	1,895	7,581	46,166
6	1,232	4,929	56,088	1,232	4,929	56,088	1,813	7,253	53,419
7	1,063	4,251	60,339	1,063	4,251	60,339	1,730	6,920	60,339
8	,963	3,851	64,191						
9	,875	3,499	67,690						
10	,852	3,409	71,099						
11	,794	3,176	74,276						
12	,739	2,958	77,234						
13	,628	2,513	79,746						
14	,607	2,428	82,174						
15	,598	2,391	84,566						
16	,537	2,148	86,714						
17	,496	1,984	88,697						
18	,487	1,946	90,644						
19	,448	1,792	92,436						
20	,402	1,609	94,045						
21	,377	1,507	95,552						
22	,342	1,366	96,918						
23	,322	1,288	98,206						
24	,237	,948	99,154						
25	,211	,846	100,000						

a. Determinante = ,000
Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 58. Análisis de Componentes Principales. Elaboración propia.

REDUCCIÓN DE COMPONENTES

Se analizan las cargas factoriales definidas en el listado sugerido, concluyendo que la variable 9 color = 0,148, y la variable 13 textura = 0,177, serán descartados del estudio (Tabla 4), ya que en el análisis de las comunalidades del ACP las respectivas cargas factoriales son inferiores a 0,2.

<i>Comunalidades</i>							
		Inicial	Extracción			Inicial	Extracción
1	estabilidad	1,000	,352	14	cilíndrico	1,000	,530
2	volumen	1,000	,430	15	fragilidad	1,000	,331
3	portabilidad	1,000	,417	16	hermético	1,000	,360
4	resistencia	1,000	,613	17	cuadrado	1,000	,650
5	superficie	1,000	,398	18	esbeltez	1,000	,350
6	geometría	1,000	,380	19	apoyo	1,000	,350
7	sustentación	1,000	,375	20	dimensión	1,000	,477
8	confort	1,000	,468	21	capacidad	1,000	,454
9	color	1,000	,148	22	contorno	1,000	,365
10	crecimiento	1,000	,289	23	estructura	1,000	,329
11	línea	1,000	,251	24	compacto	1,000	,323
12	robustez	1,000	,306	25	sinuoso	1,000	,526
13	textura	1,000	,177				

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 59: Reducción de variables a partir de la serie inicial del experimento.

Una vez realizada la reducción de términos, se realizó una nueva prueba de Análisis de Componentes Principales (ACP) reduciendo la prueba a tres componentes. Según los resultados obtenidos se aprecia que la varianza total explicada es válida (Tabla 5), donde los Componentes 1, 2 y 3, explican el 41,172% de la varianza de los datos iniciales. De acuerdo a C1= 15,858% de explicación; C2= 14,252% y C3= 11,061% respectivamente.

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

<i>Varianza total explicada</i>									
<i>Comp.</i>	<i>Auto valores iniciales</i>			<i>Suma de las saturaciones al cuadrado de la extracción</i>			<i>Suma de las saturaciones al cuadrado de la rotación</i>		
	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>	<i>Total</i>	<i>% de la varianza</i>	<i>% acumulado</i>
1	3,647	15,858	15,858	3,647	15,858	15,858	3,316	14,416	14,416
2	3,278	14,252	30,111	3,278	14,252	30,111	3,167	13,770	28,186
3	2,544	11,061	41,172	2,544	11,061	41,172	2,987	12,986	41,172
4	1,572	6,834	48,172						
5	1,231	5,351	53,356						
6	1,066	4,637	57,993						
7	,947	4,118	62,111						
8	,900	3,913	66,023						
9	,841	3,656	69,679						
10	,792	3,443	73,122						
11	,748	3,253	76,374						
12	,640	2,784	79,158						
13	,625	2,716	81,875						
14	,580	2,521	84,396						
15	,553	2,403	86,798						
16	,536	2,330	89,128						
17	,494	2,149	91,277						
18	,441	1,916	93,194						
19	,387	1,682	94,876						
20	,360	1,565	96,440						
21	340	1,478	97,918						
22	,267	1,161	99,079						
23	,212	,921	100,000						

a. Determinante = ,000
Método de extracción: Análisis de Componentes Principales

Tabla 60: Reducción de componentes. Elaboración propia.

Se analiza una reducción a tres componentes como opción válida, para los componentes C1, C2, C3.

<i>KMO y prueba de bartlett</i>		
<i>Medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin</i>		,728
<i>Prueba de esfericidad de Bartlett</i>	Chi-cuadrado aproximado	2343,771
	gl	253
	Sig.	,000

Tabla 61: KMO, reducción de componentes.

Se observa que el KMO (Kaiser, Meyer y Olkin) es= 0,728 como lo muestra la Tabla 6, quedando dentro de los límites de los valores recomendados.

LAS AGRUPACIONES

En la Matriz de Componentes Rotados (Tabla 7), se observa que en el C1 se agrupan los términos con un alto valor asociado a las características funcionales, uso y utilidad, consideradas de naturaleza técnica, como la resistencia, estabilidad o apoyo. En el C2, en cambio la valoración del término se asocia a las características de expresión formal y apariencia del objeto, como la superficie, la línea o el contorno, orientados principalmente a las cualidades morfológicas del producto. Por último en el C3 se evidencia una asociación visual centrada en los aspectos expresivos de la forma del diseño, con un alto valor metafórico y conceptual perteneciente al campo de las ideas y de las personas. Las agrupaciones para el estudio se clasificarán en: AG1= utilitarios; AG2= apariencia y AG3= perceptivos.

<i>Matriz de componentes rotados (a)</i>			
<i>Variables</i>	C1	C2	C3
resistencia	,753	-,164	-,089
confort	,660	-,136	,151
estabilidad	,608	-,013	-,041
capacidad	,593	,394	-,083
portabilidad	,546	-,030	,372
sustentación	,539	-,008	,265
cuadrado	-,491	,461	,444
apoyo	,463	,122	,388
volumen	,167	,636	-,106
superficie	-,006	,612	,062
dimensión	,305	,608	-,158
estructura	-,037	,605	,003
geometría	-,064	,604	-,002
contorno	-,130	,594	-,035
cilíndrico	-,296	,510	,435
línea	-,217	,416	,151
sinuoso	-,301	,112	,650
esbeltez	-,139	,118	,565
hermético	,165	-,089	,560
robustez	,046	-,053	,555
compacto	,168	-,034	,555
crecimiento	,125	,045	,509
fragilidad	,295	-,176	,456

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser

Tabla 62. Matriz de componentes rotados.

El experimento evidencia hasta ahora que las variables de la prueba efectivamente pudieron ser agrupadas como lo muestra la Tabla 8. El análisis realizado aclara bastante respecto de la influencia y pertenencia del atributo respecto de una u otra agrupación. No obstante se observan particularidades en el análisis preliminar inter-grupo sobre los ítems que integran cada agrupación que es necesario explicar.

<i>Codificación de variables de las agrupaciones</i>		
C1	C2	C3
V1 resistencia	V9 volumen	V17 sinuoso
V2 confort	V10 superficie	V18 esbeltez
V3 estabilidad	V11 dimensión	V19 hermético
V4 capacidad	V12 estructura	V20 robustez
V5 portabilidad	V13 geometría	V21 compacto
V6 sustentación	V14 contorno	V22 crecimiento
V7 cuadrado	V15 cilíndrico	V23 fragilidad
V8 apoyo	V16 línea	

Tabla 63. Términos agrupados y codificados.

Se realizó un análisis factorial mediante mapas de posicionamiento basados en el análisis visual de naturaleza gráfica (Salvador y Gargallo, 2013), partiendo de los resultados obtenidos previamente por el análisis de componentes principales (ACP). Con este tipo de análisis se pretende determinar el grado de acercamiento y pertenencia de la variable a una o más de las agrupaciones identificadas en forma de componentes principales y su valor porcentual representado en los ejes de abscisas u ordenadas con respecto a la agrupación que integra.

REPRESENTACIONES Y SIGNIFICADOS DE LAS VARIABLES CON RESPECTO A LAS AGRUPACIONES

El estudio se presenta a partir del uso de un instrumento gráfico vectorial que permitió visualizar las relaciones entre los atributos por cada agrupación identificada. Este análisis muestra si los términos sugeridos integran solo a la agrupación sugerida, o si son influenciados por otra agrupación.

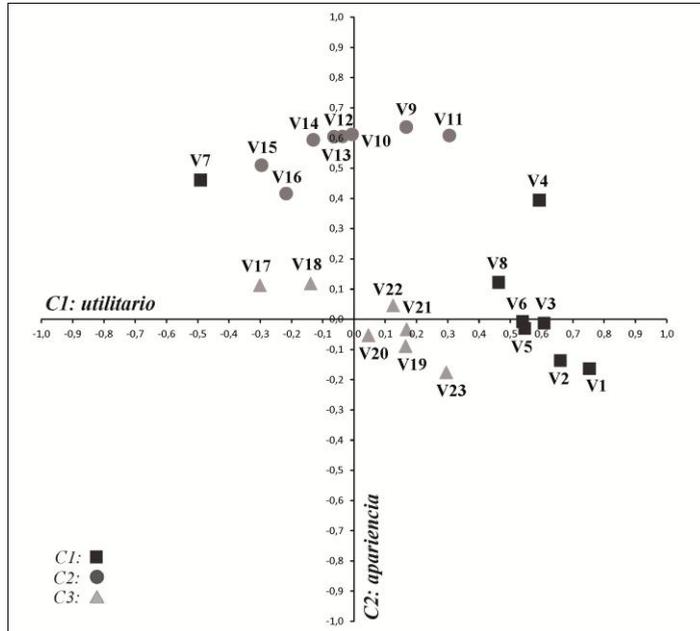


Figura 43: Representación gráfica de las agrupaciones C1y C2.

En primer lugar se muestra una distribución total de los 23 términos en un plano de ejes coordenados correspondientes a las agrupaciones AG1, AG2 y AG3 como lo muestra la Figura 5. En los términos de la agrupación AG1, que se asocian a los atributos utilitarios, se observa que la variable V4: capacidad, y V7: cuadrado, también influyen de manera importante a la agrupación AG2. Se observa que a pesar de tener una carga factorial muy alta e integrando la agrupación sugerida, la distinción del valor expresivo del término no es tan claro a que agrupación pertenece. Esta tipología de términos conceptuales relacionados con las características funcionales y técnicas se asocia por lo general a los valores de la utilidad de un producto. Por tanto representan cualidades y propiedades medibles, tales como la capacidad que define un volumen, o una estructura que compone el sistema producto, o un cuadrado asociado a los aspectos morfológicos directamente. Sin embargo es habitual encontrar atributos que se identifican con más de una agrupación. Por otra parte los atributos V1-V2-V3-V5-V6 y V8 solo integran la agrupación AG1, ya que su alta carga factorial y posicionamiento con respecto al eje denota su pertenencia a la agrupación identificada. Se reconoce que los atributos tales como resistencia, estabilidad, portabilidad o apoyo entre otros, por lo general se asocian a las especificaciones del diseño o a los aspectos funcionales. Por

otra parte, las influencia de algunos atributos pertenecientes a la agrupación AG2 con menor incidencia sobre la agrupación AG1, tales como V11: dimensión, y V15: cilíndrico, muestra que en este sentido los valores encontrados en los términos asociados a este tipo de atributos, se pueden relacionar también con la dimensión funcional y utilitaria. Los ítems V9-V10-V12-V13-V14 y V16 solo integran e influncian a la agrupación AG2, con una alta valoración de expresión morfológica tales como la superficie, la geometría, el contorno del producto o de los elementos constituyentes de una forma, como la línea, por lo que se asocian a las expresiones más formales y de apariencia en el diseño del producto.

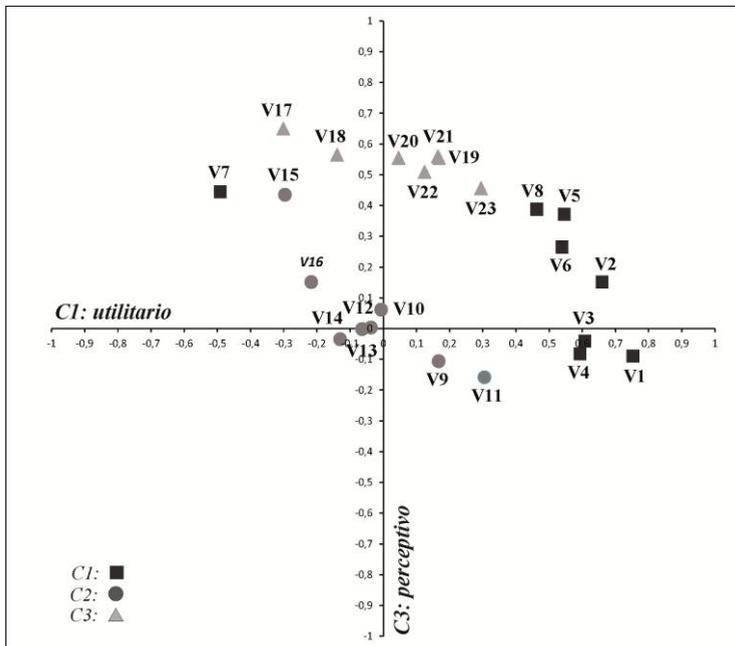


Figura 44: Representación gráfica de las agrupaciones C1 y C3.

En el segundo análisis (Figura 6), se muestra la representación de AG1 y AG3. En este caso, en las variables de la agrupación AG1, asociadas a los atributos utilitarios, se observa que los términos V5: portabilidad, V6: sustentación, V7: cuadrado, y V8: apoyo, influncian de manera importante a la agrupación AG3, a pesar de que no la integran. Este tipo de atributos no tan solo son de uso común desde la perspectiva de la ingeniería, sino que también tienen una clara influencia como terminología expresiva sobre las expresiones

perceptivas de un producto. Este tipo de atributos tienen la capacidad de representar características conceptuales morfológicas cercanas a la percepción de las personas. Por su parte los términos V1-V2-V3 y V4 solo integran la agrupación AG1, por su alta carga factorial. Los términos de la agrupación AG3, que denotan su influencia sobre la agrupación AG1, e identifican a las variables V17: sinuoso, y V23: fragilidad, tienen correspondencia con la dimensión utilitaria, lo cual no se permite asegurar que solo pertenecen a una u otra agrupación exclusivamente. En cambio los términos V18-V19-V20-V21 y V22, influyen únicamente a la agrupación AG3, dando sentido de pertenencia a las expresiones con una alta carga conceptual, metafórica y de valores visuales más humanizados, centrando su definición y asignación en el diseño a la experiencia previa, a las expectativas del consumidor, a la personalización y a la satisfacción de las personas representadas en el producto.

CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación confirman que los atributos pueden ser agrupados considerando las dimensiones habituales utilizadas en el diseño conceptual. Estos atributos representan expresiones, descripciones o características de la forma y apariencia del objeto, integrando a lo menos las dimensiones funcionales, perceptivas o morfológicas. La literatura consultada indica que los atributos pueden ser definidos en una dimensión visual (atributos extrínsecos) y en la dimensión de contenido (atributos intrínsecos), siendo los valores extrínsecos los más valorados y caracterizados en el diseño del producto, por lo que son los más reconocidos por el consumidor. Por otra parte, los atributos perceptivos asignados al producto, generalmente son definidos por términos conceptuales de índole humanizado como el estilo o la personalidad del producto, interviniendo en el diseño conceptual desde una perspectiva mucho más abstracta impulsado por las ideas, muchas veces con una fuerte connotación metafórica.

También encontramos que el diseño de productos puede tener diferentes objetivos o propósito para resolver el problema de diseño. Por ejemplo el diseño mecánico se orientará a la definición de atributos que permitan cumplir con el propósito y aspectos funcionales, dejando en un nivel secundario la asignación de atributos asociados a la forma y apariencia del producto. En cambio para el diseño de un producto desde la perspectiva del diseñador, este requiere un mayor acercamiento y definición de atributos orientados a las expectativas, necesidades y satisfacción del consumidor, centrando los esfuerzos en asignar atributos de características hedónicas y de estilo. Estos diferentes propósitos y motivaciones permiten observar la importancia de los atributos al ser definidos y asignados correctamente en el

diseño conceptual, los que deben representar tanto las especificaciones y objetivos de la ingeniería como las del diseñador quien orienta sus esfuerzos hacia la apariencia del producto.

Esta investigación sugiere que se debe profundizar en el análisis y comprensión del nivel de origen de la información y datos de entrada al proceso de diseño, así como a una buena definición de atributos iniciales del diseño, que surgen preliminarmente desde el área de marketing propuestos mediante estudios de mercado, encuestas a consumidores, rediseño de productos, etc., orientados principalmente al consumidor. La revisión de la literatura indica que los atributos de un producto muchas veces son determinados por las aspiraciones y expectativas de los consumidores, sobre todo al momento de la decisión de compra. De hecho al ser definidos en las etapas tempranas del proceso de diseño, los atributos modelan concepto del producto dando como resultado un diseño básico preliminar sobre el cual se sustenta, desde el punto de vista de la ingeniería y diseño, el concepto de diseño y su posterior desarrollo. Este hecho trascendental, por lo general poco estudiado, está relacionado con la definición preliminar del concepto del producto, lo que permitiría optimizar los pasos y acciones conceptuales que constituyen el proceso de diseño. Considerar este hecho permitiría realizar un proceso de carácter sincrónico interdisciplinario lo que prevé un acortamiento de los tiempos de conceptualización y desarrollo del producto, sobre todo en la determinación de la mejor trayectoria estratégica del proceso de diseño orientado hacia resultados con más garantías de éxito empresarial.

La investigación también arroja resultados respecto al significado del atributo empleado y de la complejidad del uso particular al momento de asignarlo, ya que pueden tener más de un significado, interpretación o manera de representarlo en un diseño, pudiendo ser utilizados para expresiones intrínsecas o extrínsecas por las diferentes disciplinas que participan comúnmente en el proceso de diseño. Por ejemplo el término “*estable*”, puede referirse a alguna cualidad técnica del material, como también a una expresión visual de la forma del objeto. Esto ocurre también al usar términos con valores más humanizados, como por ejemplo “*frágil o robusto*”, los cuales pueden referirse tanto a las características y aspectos formales, como también a alguna característica que se identifica con las personas. El hecho de utilizar términos o conceptos que se asocien indistintamente a la descripción de los rasgos de personalidad de un sujeto y a la vez pudieran referirse a características funcionales del objeto genera incertidumbre y confusión pues no aclara muchas veces el valor y propósito específico de la asignación al diseño. En este sentido la asociación y comportamiento del adjetivo (atributo) y su expresión visual, tendrá diversos grados de pertenencia o clasificación que lo relacionará con más de una agrupación de

valor visual o clase del atributo, pero fundamentalmente quien lo asigna. La orientación técnica o metafórica del atributo estará, por tanto, directamente relacionado con la disciplina y área del conocimiento de quien diseña y su propósito final.

Es de interés seguir explorando en el futuro la posibilidad de identificar factores y atributos distintos de los utilizados en esta investigación, sobre todo considerando que la influencia de un determinado atributo puede estar sobre más de una dimensión, pudiendo describir diferentes significados o expresar más de un estado representativo de la forma y apariencia del producto. Los atributos hasta ahora no están completamente identificados, agrupados y categorizados. Entendemos que la utilización del recurso verbal es un acto fundamental para el diseñador a la hora de definir la apariencia de un producto, por lo que se considera como una herramienta estratégica de diseño. No debemos olvidar la importancia que para las empresas tiene la acción final en la venta del producto. Debemos comprender el correcto funcionamiento de los mecanismos que concluyen en la acción de compra del consumidor y conocerlos con mayor profundidad desde el arranque del proceso de diseño hasta la postventa. Esto serviría sin lugar a dudas para mejorar el ciclo de vida del producto, sus consecuencias para el medio ambiente y sobre todo para asegurar su éxito comercial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Auriscchio, M., Eng. N.L., Nicolas, J.C.O., Childs, P.R.N., & Bracewell, R.H. (2011). *On the functions of products*. 18th International Conference on Engineering Design (ICED), Publisher: DESIGN SOC, pp. 443-455, ISSN: 2220-4334.
- Bañó, M. (2010). El diseño industrial. Nuevos aspectos funcionales, estéticos y simbólicos de los productos de consumo. Madrid, España: Ediciones CEU, pp. 12-16.
- Bedolla, D., & Gil, J. (2009). El ARS en el estudio y evaluación de metodología para el diseño de productos industriales: Aplicación y perspectiva. REDES, Revista Hispana para el análisis de redes sociales, 17(9).
- Bedolla, D., Lloveras, J., & Gil, J. (2004). *Diseño sensorial: Modelos guía para la concepción de productos más humanizados*. VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Bilbao, España, pp. 107-114.
- Blijlevens, J., Creusen, M.E.H., & Schoormans, J.P.L. (2009). How consumers

- perceive product appearance: The identification of three product appearance attributes. *International Journal of Design*, 3(3), 27-35.
- Chiang, W.C., Penathur, A., & Mital A. (2001). Designing and manufacturing consumer products for functionality: A literature review of current function definitions and design support tools. *Integrated Manufacturing Systems*, 12(6), 430-448.
- Cohran, D., Eversheim, W., Kubin, G., & Sesterhenn M.L. (2000). The application of axiomatic design and lean management principles in the scope of production system segmentation. *The International Journal of Production Research*, 38(6), 1377-1396.
- Crawford, R.P. (1954). *Techniques of creative thinking*. Editorial Hawthorn, New York, United States.
- Desmet, P.M., Nicolas J.C.O., & Schoormans, J.P.L. (2008). Product personality in physical interaction. *Design Studies* 29, 458-477, doi: 10.106/j.destud.2008.06.003
- Dym, C., & Little, P. (2006). *El Proceso de Diseño en Ingeniería*. Editorial Limusa-Wiley, pp. 127-163.
- Gero, J. (2000). Computational Models of Innovative and Creative Design Process. *Technological Forecasting and Social Change*. 64,183-196.
- Godas, L. (2006). *El Producto. Tipos, Atributos y Diferenciación*. Revista Offarm, Gestión Farmacéutica, 25(5), 116-120.
- Hernandis, B. (2003). *Desarrollo de una metodología sistémica para el diseño de productos industriales*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España, pp. 211-212.
- Hosnedl, St., Srp, Zb., & Dvorak, J. (2008). Technical products and their attributes - Theory and practical applications. *MM (Modern Machinery Science Journal, December 2008, 58-61. doi: 10.17973/mmsj.2008_12_20081205*
- Janhager, J. (2005). *User Consideration in Early Stages of Product Development - Theories and Methods*. Doctoral Thesis Department of Machine Design Royal Institute of Technology, Stockholm.

- Karjalainen, T.M. (2003). *Strategic design lenguaje-Transforming brand identity into product design elements*. 10th International Product Development Management Conference, Brussels.
- Lee, S., Ha, S., & Widdows, R. (2011). Consumer responses to high-technology products: Product attributes, cognition, and emotions. *Journal of Business Research*, 64, 1195-1200. doi: 10.1016/j.jbusres.2011.06.022
- Lenau, T., & Boelskifte, P. (2003). *Soft and hard product attributes in design*. Norcode seminar semantic & aesthetic functions in design, Helsinki, Finlandia.
- León, M. R. (2009). *Sistémica aplicada al Diseño de Productos en Venezuela*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España, pp. 238-239.
- Liang, V.C., & Paredis, Ch.J. (2004). A port ontology for conceptual design of systems. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 4, 206-217.
- Lin, L., & Chen, L.C. (2002). Constraints modeling in product design. *Journal Engineering Design*, 13(3), 205-214.
- Mejía, M. E. (2005). *Metodología de la Investigación Científica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 1ª Edición, Lima, Peru, pp. 29-31.
- Michalko, M. (2006). *Thinkertoys: A Handbook of Creative-Thinking Techniques*. Publishers Group U.K., 2ª. Edición, 6, pp. 53-56.
- Mitchell, C. T. (1995). Action, perception, and the realization of design. *Design Studies* 16(1), 4-28
- Morales, V.P. (2011). *Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes*. Guatemala, Universidad Rafael Landivar.
- Mulet, E. (2003). *Análisis Experimental y Modelización Descriptiva del Proceso de Diseño*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España, pp. 4-5.
- Ortiz, J.C. (2011). *An approach to embody personality in product appearance*. 4th IASR World Conference on Design Research, 3.
- Ortiz .J.C., & Hernández, L.I. (2008). *Product relevant emotions in the*

- spanish language*. Design & Emotions Conference, Hong Kong, China.
- Otto, K., & Wood, K. (2001). *Product Design, Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. Editorial Prentice Hall, pp. 148-153, 414-419.
- Popovic, V. (2004). Expertise development in product design - Strategic and domain-specific knowledge connections. *Design Studies* 25 (5), 527-545.
- Rindova, V. & Petkova, A. (2007). When Is a New Thing a Good Thing? Technological Change, Product Form Design, and Perceptions of Value for Product Innovations. *Organization Science*, 18(2), 218-228.
- Salvador, M., & Gargallo P. (2013). *Análisis Factorial*. Recuperado de <http://www.5campus.com/leccion/factorial>
- Tochizawa, M., Nomura, Y., Ujii, Y., & Matzuoka, Y. (2007). A grasp of study characteristics of design and engineering design based on multispace design model. IASDR, pp. 4-5.
- Tong, G. (2009). Analogical Product Attributes (APA) Model: Methodology for Business of Design Analysis. IASDR, 2(5), 2131-2140.
- Ulrich, K. & Eppinger, S.D. (2004). *Diseño y Desarrollo de Productos: enfoque multidisciplinario*. Editorial Mc Graw Hill, 3ª Edición, México.
- Van Kleef, E. (2006). *Consumer research in the early stages of new product development*. PhD. Tesis, Wageningen University, Holanda.
- Van Wie, M., Bryant, C.R., Bohm, A., McAdams, D., & Stone R. (2005). A model of function-based representations. *Cambridge Journal*, 19 (2), 89-111.
- Vergara, M., Mondragón, S., Sancho, Bru, J., Company, C., & Pérez, G. (2006). Aplicación de la semántica de productos al diseño de herramientas manuales-Estudio piloto para la selección de semánticos en martillos. X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Valencia, España, pp. 803-812.
- Warell, A. (2004). *Towards a theory-based method for evaluation of visual form syntactics*. The Fifth International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering (TMCE 2004), Lausanne,

Switzerland, 2, 913-923.

Wen-Chuan, C., Arunkumar, P., & Anil., M. (2001). Designing and manufacturing consumer products for functionality: a literature review of current function definitions and design support tools. *Integrated Manufacturing Systems* 12(6), 435-437. doi: <http://dx.doi.org/10.1108/EUM0000000006108>

Zikmund, W., & Babin, B. (2009). *Investigación de Mercados*. 9ª Edición, Cengage Learning Inc. Editores, México.

7.3 **Artículo 3: “Modelado y representación formal del concepto de diseño: Un estudio exploratorio de expertos y principiantes”**



Revista INNOVAR, Revista Colombiana de Ciencias Administrativas y Sociales

Modelado y representación formal del concepto de diseño: Un estudio de expertos y principiantes

Modeling and formal representation of the design concept: A study of experts and beginners.

Autores: Guerrero V. M., Hernandis O. B., Agudo V. B.

RESUMEN

El diseño conceptual es una actividad clave donde se definen los aspectos formales y la apariencia del producto. Esta investigación sostiene que existe un entendimiento compartido de las acciones que el diseño y la ingeniería llevan a cabo durante el proceso de diseño. El propósito del estudio exploratorio fue dirigido hacia la identificación y clasificación de un conjunto común de acciones en torno a la actividad de diseño conceptual previo a la etapa de desarrollo morfológico y al diseño de la forma del producto. Para evaluar el planteamiento se aplica un cuestionario a estudiantes de diseño e ingeniería de Chile, España y México a partir de una serie de secuencias y acciones consistentes y coherentes sobre las que se delibera. A partir del análisis de datos se extrae el grado de importancia y selección de cada variable presentada. Con el objeto de validar los hallazgos realizados, se contrastan los resultados iniciales con la opinión de un grupo de expertos de diseño e ingeniería de diferentes países.

PALABRAS CLAVE: Proceso de diseño, diseño conceptual, actividad de diseño, acciones conceptuales, forma del producto

ABSTRACT

The conceptual design is a key activity in which the formal aspects are defined and product appearance. This research argues that there is a shared understanding of the actions that the design and engineering carried out during the design process. The purpose of this exploratory study was directed towards the identification and classification of a common set of actions on the activity prior to the stage of morphological development and design of the product shape conceptual design. To evaluate the approach a questionnaire applied to students of design and engineering of Chile, Spain and Mexico from a series of sequences and actions consistent and coherent on which deliberates. From the analysis of data and the degree of importance of each variable presented selection it is removed. In order to validate the findings, the initial results with the opinion of a panel of design and engineering of different countries are compared.

KEYWORDS: *process design, conceptual design, design activity, conceptual actions, product form*

Clasificación JEL:

L11: diferenciación del producto

L22: estrategia de producto

INTRODUCCIÓN

Las actividades de diseño, por lo general, están estructuradas en base a una serie de pasos lógicos y secuenciales para resolver el problema de diseño (Nguyen y Zeng, 2010). Se observa que las actividades que se desarrollan tradicionalmente pudieran no ser consideradas de índole rutinarias, a pesar de que lo pareciera. En la misma línea Hsiao, Watada, Jain y Lim (2010) señalan que tampoco pueden ser aplicables a todo tipo de problemas de diseño por igual. Ralph y Wand (2009), comentan que por lo general son trayectorias temporales de sistemas de trabajo diferentes, donde la estructura y organización del proceso no siempre es el mismo. Durante el desarrollo del proyecto de diseño se requiere un control eficiente de la información y datos, así como de las decisiones que se toman en todo momento, sobre todo en las etapas críticas que requieren de acciones y tareas combinadas y sincrónicas del equipo de diseño con el objeto de disminuir el grado de incertidumbre y subjetividad cuando se está ejecutando. De hecho los acuerdos debieran ser consensuados en todo momento del proceso,

considerando los diferentes puntos de vista de los integrantes del equipo de diseño con la intención de desarrollar un proceso de diseño integrado.

Principalmente en los modelos los procedimientos y protocolos se orientan en el proceso y no en la actividad de diseño conceptual y en las acciones conceptuales que se deben realizar. Se advierte poca claridad en la resolución del problema de diseño, en los pasos y etapas que se ejecutan tempranamente, sobre todo en las acciones con un alto valor conceptual, observando que las actividades que estructuran el problema de diseño se orientan generalmente a estados de razonamiento lógico y técnico apoyadas por el conjunto de necesidades y especificaciones que resuelven el problema de diseño señalado por Dorst (2007), y que (citando a Cross, 1984), la naturaleza de los problemas de diseño hasta ahora han estado descritas como *“una estructura enferma o deficiente”*. En el último tiempo este fenómeno ha sido estudiado más en profundidad, intentando aclarar sobre todo, el alcance y comprensión de las actividades más críticas que integran la estructura del proceso de diseño en sus múltiples actividades.

En la revisión de la literatura se observa que no existe una única acción conceptual que aclare el paso desde un estado contextual a un estado formal, ya que en general solo se muestran las actividades y acciones de manera descriptiva, apoyándose en métodos y herramientas de diseño que hasta ahora han dado buenos resultados. En este sentido el rol de quienes participan en el desarrollo del proceso de diseño son fundamentales, ya que la manera de abordar las actividades y acciones no siempre es la misma, llegando a ser, algunas veces, muy diferente. De hecho el permanente estado de negociación colectiva alrededor del diseño conceptual, lleva a considerar la existencia de un proceso de co-construcción social altamente cognitivo, donde las especificaciones, funciones y objetivos se negocian en todo momento entre los distintos participantes del proceso, intentando consensuar las acciones y tareas que se deben realizar durante el proceso. En este sentido Hsiao (citando a Takeda, 1994), señala que la solución de diseño se obtiene gracias a las diferentes maneras de utilizar y satisfacer las especificaciones impulsadas por las funciones al alero de la ingeniería, y que las acciones conceptuales asociadas al producto son del dominio de los diseñadores, ya que éstas se consideran vinculadas principalmente al cumplimiento y satisfacción de las expectativas de las personas. Por su parte Dorst (citando a Roozenburf y Eekels, 1995), señala que el problema de diseño al ser de carácter poco deductivo muestra que la descripción de las necesidades e intenciones del diseño no siempre son exactas y completas, y que las necesidades, requisitos y sobre todo la estructuración del problema pertenecen a mundos conceptuales diferentes como lo indica Dorst (2007, citando a Meijer, 2000), por lo que no siempre son las mismas, o dan el resultado esperado.

1. ESTADO DEL ARTE

Según Taura y Nagai (2013), el diseño conceptual implica dos fases típicas de realización: un plan mental y la creación de formas. Esta actividad clave del proceso de diseño orienta permanentemente al diseñador en las acciones de conceptualización, generación de conceptos, y en el modelado conceptual de la forma del diseño. De hecho las acciones conceptuales que se realizan en esta etapa procuran contar con una gran cantidad de información inicial que permita traducirla en especificaciones, claridad de los aspectos funcionales y sobre todo en los principios de solución (Jin y Li, 2007), las que pudieran derivarse al analizar los datos iniciales del problema de diseño. Progresivamente durante el proceso de diseño conceptual la generación del concepto da inicio al modelado de la solución. Taura y Nagai (2013) indican que en la fase de diseño conceptual los resultados del diseño, desde el punto de vista del diseñador, suelen ser consecuencia de una ideación mental, y los procedimientos que se ejecutan para dar forma al producto son considerados como resultado de esa ideación. También apoyan la idea de que este tipo de procedimientos “deben ser compartidos entre los múltiples dominios del diseño”, como por ejemplo la ingeniería, el diseño de ingeniería, el diseño industrial, etc., ya que es en ésta etapa donde se generan las ideas y especificaciones que permiten inicialmente el modelado del concepto.

En particular, el concepto está asociado a la actividad conceptual y al manejo de las ideas en un espacio de abstracción, por lo que se considera en sí mismo un término abstracto que surge de los procesos cognitivos y mentales, a partir del pensamiento creativo del diseñador o de la resolución del problema desde el punto de vista de la ingeniería. En este sentido, la definición del concepto comienza como una construcción mental basada en algún término, palabra, idea o metáfora como parte inicial del proceso conceptual. Desde la perspectiva del diseño el concepto representa valores visuales, estéticos y perceptivos relacionados con las personas, dando lugar a la resolución por medio de una forma que representativa. En cambio, desde el punto de vista de la ingeniería el concepto se asocia a los aspectos funcionales, a los objetivos y al cumplimiento del propósito, es decir que el resultado comprenderá la resolución del problema, el cual será representado mediante esquemas o dispositivos funcionales, dándole valor a los aspectos morfológicos técnicamente. Con esto, se aprecia que los procedimientos y acciones que dependen de principios de abstracción y del azar en la fase de diseño conceptual no van de la mano con los aspectos racionales y viceversa. De hecho, como lo señalan Ulrich y Eppinger (2004) en el desarrollo de productos las especificaciones bien definidas permiten generar un buen concepto de diseño. Sin embargo en la fase de diseño conceptual, comentado

por Mulet (2003), los resultados suelen ser impredecibles, y dependen muchas veces de la habilidad y experiencia de quien diseña, refiriéndose a los aspectos morfológicos del diseño. En la misma línea, Hansen y Andreasen (2003) señalan que un concepto refleja una idea y esa idea debe verse reflejada en un producto, por lo que el estado de conceptualización estará definido por las acciones que se ejecuten sobre la base de un conjunto de pasos que integran el diseño conceptual. También se observa que el espacio de diseño conceptual, al ser de índole divergente, aumenta las posibilidades para generar un mayor número de ideas, independiente del dominio donde se generen. De acuerdo con Briede y Hernandis (2009), una buena definición del concepto aumenta las probabilidades de éxito en el diseño de un producto, no con el objeto de generar nuevos propósitos para el diseño, ya que estos vienen definidos por las especificaciones, aspectos funcionales y objetivos, sino que permite interpretar y representar muy bien las necesidades y expectativas en la solución de diseño.

Hansen y Andreasen (2003), comentan que en la etapa de generación de conceptos, desde el punto de vista resolutivo, se observan dos aspectos importantes que influyen su definición: los aspectos técnicos para resolver el problema y los aspectos formales relacionados con la solución. Según la orientación del concepto y su realidad, como lo señalan Hansen y Andreasen (2003, citando a Eekels, 2001), se distinguirá un estado de creación del diseño y otro de realización del producto, por lo que los aspectos conceptuales comprenden una etapa de ideación del producto y otra en torno al valor de uso. Estos aspectos conceptuales permiten determinar una estructura o modo de acción que represente la funcionalidad y el propósito del problema de diseño las que deben ser descritas como una *expresión bidimensional* de diseño e ingeniería, preferentemente combinadas entre ambos dominios durante la conceptualización del problema de diseño.

1.2 ESTRUCTURANDO EL DISEÑO

El término diseño según Alcaide, Diego y Artacho (2001) no solo se limita a la representación externa de un objeto o a cualidades morfológicas como la textura o el color (Briede, 2005), sino que se refiere al diseño de un producto en su conjunto. En cambio design en lengua anglosajona, se asocia al conjunto de actividades y acciones que se desarrollan desde la idea inicial hasta el resultado final del proyecto de diseño. La importancia de contar con modelos del proceso de diseño con estructuras eficientes y dinámicas, que representen las distintas visiones y maneras de enfrentar el proceso es necesaria. En los hallazgos relacionados al fenómeno de estudio nos encontramos con una gran variedad de modelos, con un alto grado de especificidad en torno al diseño y

la ingeniería principalmente. Los modelos de tipo secuencial son los que más abundan, ya que permiten una rápida generación del diseño, comentado por Cross (2002), centrándose en la solución del problema y posteriormente en el análisis de la solución. Dym y Little (2006) señalan que este tipo de modelos integran inicialmente las especificaciones y atributos, interpretando eficientemente al conjunto de necesidades, dando continuidad a las acciones de índole conceptual, pero nada más. Este tipo de configuración se estructura en torno a un grupo de actividades genéricas o básicas del diseño (Sim y Duffy, 2003), como lo muestra la Figura 1. Por lo general no dan solución a los sub-problemas del diseño, sobre todo en aquellos en los que adquieren relevancia los aspectos de representación formal del producto. En cambio en los modelos como el de Otto y Wood (2001), o el de Ulrich y Eppinger (2004), la estructuración propone estados de acción intermedia para la generación del concepto a partir de tres pasos principales: interpretación de las *necesidades*, determinación de las *especificaciones* y definición de los *sistemas funcionales*.

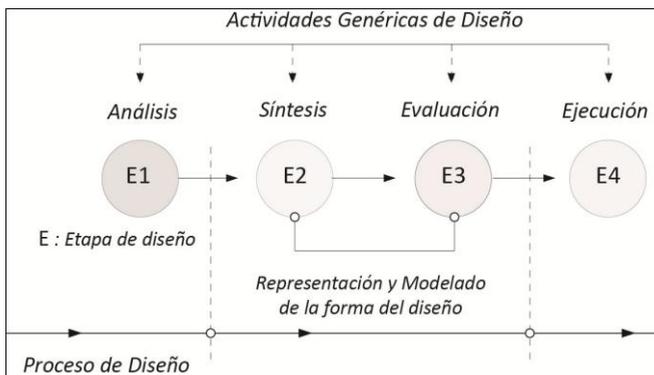


Figura 45: Modelo de diseño del tipo secuencial. Adaptado de Oxman (1999).

Para Nguyen y Zeng (2010), el problema de diseño se estructura por medio de cuatro operaciones/acciones: *análisis del problema*, *evaluación de la solución*, *generación de la solución* y *la expresión de la solución*, en esta última se definiría la representación formal del diseño. Por su parte Dorst, (2007) señala que la descripción del problema de diseño debe ser apoyado principalmente por la experiencia del diseñador y por la secuencia de actividades propuestas, pudiendo ser categorizadas y codificadas como lo señalan Hao y Chin-Chiuan (2010). En otro tipo de modelos, como el axiomático de Suh, (1995), el foco se centra no tan solo en la dimensión

técnico-funcional, también incorpora el trabajo morfológico y las tareas de complementar la representación de las ideas y la solución de diseño. Hernandis (2003) por su parte, propone un modelo sistémico, el cual responde a un ordenamiento de pasos simultáneos apoyando eficientemente la definición de las acciones conceptuales para resolver el problema de diseño. El aporte de esta metodología es su flexibilidad al momento de ejecutar las acciones y tareas conceptuales, integrando en todo momento las dimensiones fundamentales del diseño: *forma, función y ergonomía*, y estimulando el pensamiento creativo en tres fases: pensamiento convencional, división simultánea e integración de los sub sistemas fundamentales.

En los modelos propuestos por Pugh, (1991) y Ullman (1997), la estructuración se orienta en torno a los aspectos funcionales, a las especificaciones y a la formulación del problema. En el modelo de Gero, (2000) llamado de evolución funcional (FBS), la estructura general está descompuesta por la función, el comportamiento y en el caso particular la estructura se considera como sub-espacios o abstracciones del proceso, transformando los objetivos en una descripción del diseño. La manera de abordar el diseño en los modelos descritos, muestran que las actividades y acciones conceptuales, generalmente se encuentran en torno a las funciones, especificaciones y requisitos, las que van modelando el diseño desde los primeros pasos. A su vez se distinguen dos estados de conceptualización y de representación del proceso en las estructuras analizadas: un estado asociado al concepto de diseño mediante una serie de pasos y acciones conceptuales de similar significado y procedimientos tales como la síntesis, la descripción del diseño y generación de esquemas al alero de la ingeniería, y otro relacionado con las acciones conceptuales del dominio del diseñador tales como los aspectos visuales, apariencia y forma ya no del concepto, sino más bien en torno a la solución representada en la apariencia y diseño de la forma del producto.

De acuerdo a lo observado, la estructura del problema de diseño no tiene un único esquema o modelo de representación. Para Restrepo y Christiaans (2004), la estructuración del diseño ocurre al comienzo del proceso, pero también ocurre a medida que avanza la ejecución de las actividades. Este estado progresivo de actividades permite al diseñador enfocarse en el problema y en la solución de diseño de manera simultánea. Entonces la estructuración del diseño deriva de la negociación permanente del equipo de diseño, sobre todo al generar acuerdos de las acciones y tareas que se llevarán a cabo durante el desarrollo del proceso desde los estados iniciales del proceso. De hecho se observa que tanto las actividades del diseño, pasos y acciones conceptuales son utilizadas y definidas indistintamente por quien diseña y en una gran variedad de significados y definiciones que aún no se aclaran. Es importante mencionar que los procesos cognitivos y creativos de

los diseñadores, como lo señala Nguyen y Zeng (2010), se consideran como actos exploratorios y flexibles, que deben integrarse en una serie de pasos lógicos y bien estructurados. Sin embargo es un hecho contrastante, puesto que en los diferentes modelos el reto es hacer concordar las acciones creativas que nacen de la libertad y flexibilidad del diseñador frente a las acciones más rígidas y lógicas de la ingeniería con la participación de los diferentes dominios en torno al diseño de productos.

1.3 LAS ACTIVIDADES DEL DISEÑO

Las actividades del diseño están estrechamente vinculadas con la generación del concepto y la solución de diseño (Sim y Duffy, 2003). Estas actividades suelen ser de índole racional y confieren al proceso de diseño la posibilidad de contar con un esquema muy bien estructurado apoyado estratégicamente por los métodos de diseño para darle continuidad y valor a las acciones que se realizarán durante todo el proceso. Según Dorst (2007), las actividades se pueden interpretar como el conjunto de necesidades, requisitos e intenciones del problema de diseño. De hecho los modelos podrían estar representados indistintamente por un conjunto de fases, actividades o pasos, apreciando que el uso del lenguaje con la que se denomina la actividad no está totalmente compartida por la comunidad, ya que desde el punto de vista del diseño y la ingeniería las actividades son conceptualmente distintas (Birmingham, 1997, citado por Sim y Duffy, 2003). Según Reymen, Hammer, Kroes, Van Aken, Dorst, Bax y Basten (2006), la actividad de diseño es un estado transitivo que provoca la transformación de los objetivos y un cambio del estado conceptual hacia una forma física.

El carácter rutinario o adaptable de las actividades dependerá de la experiencia previa y de las representaciones mentales que el equipo de diseño construya sobre ellas (Dorst, 2007), ya que el proceso de diseño podría comprender acciones repetidas como también nuevas y novedosas. En este sentido la narrativa para describir las actividades de diseño, desde el punto de vista interdisciplinario, dependerá del grado de complejidad con que se presente el problema de diseño y el número de actividades prioritarias que se requieran como lo señalan Sim y Duffy (2003); Mosborg, Adams, Kim, Atman, Turns y Cardella (2005); Atman, Kilgore y Mckenna (2008), además como lo comentan Sim y Duffy (2003) también pueden ser categorizadas según su finalidad o propósito al formular el problema, generar la solución de diseño o la estrategia para desarrollar el proceso de diseño. Por su parte en la actividad conceptual de generación de la solución se advierte la existencia de acciones conceptuales fundamentales relacionadas con la representación del diseño como la de generar y combinar los conceptos para describir cualitativamente una transformación que derive en la solución de diseño y la

de modelar la solución, proporcionando el medio de comunicación para la representación abstracta del diseño (sentido de idealización del concepto), y la de un modelo físico representativo, por tanto la actividad de diseño conceptual durante el desarrollo del diseño es permanente, siendo esta la actividad más crítica del proceso de diseño.

Una característica importante en las actividades de diseño está en la propiedad de granularidad (Sim y Duffy, 2003), es decir la capacidad de descomponerse en un número de acciones conceptuales (niveles de abstracción) que permiten cumplir con el propósito de la actividad ya sea en bloque o mediante agrupaciones de pasos representados por operaciones básicas o genéricas del proceso, específicas de un dominio o de planteamiento común del diseño, como por ejemplo en la estructura del modelo de Cross (2002): *exploración, generación, evaluación y comunicación*, o en el de Hubka y Eder (1982): *diseño conceptual, orden del diseño y diseño de detalles*. En cuanto a los procedimientos que se ejecutan, se advierte que el dominio creativo, desde la mirada de la ingeniería, se considera vago y mal estructurado (Bjorklund, 2013). No así desde el punto de vista de la ingeniería, ya que se considera que el método científico permite definir eficientemente la estructura y modelo metodológico de diseño. Sim y Duffy (2003), plantean la existencia de la actividad de diseño genérico la cual está asociada al sistema cognitivo en el nivel del conocimiento y que la cognición se describe por medio de objetivos, acciones y la intención de la conducta racional. También que si la persona tiene conocimiento de que una acción permitirá cumplir su propósito, entonces seleccionará esa acción y la llevara a cabo. Entonces considerar una acción en particular tiene relación con el dominio que tenga del conocimiento basado a su vez en el nivel de experiencia que tenga quien diseña o participa del proceso de diseño.

1.4 LA RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE DISEÑO: EXPERTOS Y PRINCIPIANTES

En general los múltiples dominios del diseño reconocen la existencia de rangos y clasificaciones no siempre bien definidos y algunas veces incompletos. Expertos y principiantes difieren en la mirada de las situaciones del problema de diseño y de los pasos que realizan. Podría ser experto en un momento, y en otro podría ser principiante como lo señala Dorst (2007). El comportamiento de expertos y principiantes, en relación al nivel de conocimiento, se refiere principalmente a como procesan la información y como resuelven el problema de diseño.

Como lo señala Popovic (2004), existe una considerable evidencia acerca de las diferencias entre expertos y principiantes y su clasificación es en torno al contexto educativo de acuerdo a tres niveles: *principiante, intermedio y*

experto. Bjorklund, (2013) los clasifica en el contexto del desarrollo de productos como *novatos* y *expertos*. Liem (2009) por su parte, plantea cuatro categorías según el nivel de experiencia y ocupación: *principiante*, *intermedio*, *senior* y *experto*. En cambio en otras clasificaciones como la de Bouchard, Aousat y Duchamp (2006), proponen una clasificación a partir del grado de experiencia en el diseño de automóviles, o la de Dreyfus (2003) que plantea cinco categorías de nivel de experiencia para la resolución de problemas, como lo muestra la Tabla 1.

Sumario de clasificaciones del nivel de experiencia					
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Dreyfus H. (2003)	Novato	Principiante Avanzado	Competente Solucionador	Competente	Experto Real
Popovic V. (2004)	Principiante o Novel	X	Intermedio	X	Experto
Bouchard C. (2006)	Novicio	X	Experto Intermedio	X	Senior
Liem A. (2009)	Principiante	X	Intermedio	Senior	Experto
Bjorklund T. (2013)	Novato	X	X	X	Experto

Tabla 64: Clasificación y categorías del nivel de experiencia. Elaboración propia

Los diferentes niveles de experiencia propuestos por estos autores, coinciden en que para la resolución del problema existen notorias diferencias principalmente en el rendimiento, profundidad en el análisis y estructuración de problemas, pero sobre todo en el manejo de la información. Por su parte Björklund (2013, citando a Ericsson y Lehmann, 1996; Ericsson y Smith, 1991), coincide en sus apreciaciones respecto del factor de rendimiento superior del experto en las tareas de representación en la esfera del conocimiento, en el planteamiento de problemas y en determinar estratégicamente las actividades. Se observa, además que la experiencia y la repetición de soluciones anteriores (Cross, 2001), que en un momento dieron buenos resultados, muchas veces suelen ser consideradas y aplicadas nuevamente por los expertos para resolver problemas similares abordando el proceso exitosamente como en el pasado. Popovic (2004), define al experto como “*la posesión de un vasto conjunto de conocimientos, procedimientos y habilidades*”, evidenciando que la participación de niveles superiores de dominio, conocimiento y experiencia tienen un manejo de la información mucho más selectiva y de índole más significativa (Björklund, 2013).

Los expertos son capaces de reconocer los principios subyacentes del problema rápidamente, centrarse en ellos y no en características superficiales como lo haría un principiante (Visser, 2009). En cambio en el nivel principiante, por lo general basan su actuación en acciones procedimentales simples de nivel más bajo respecto de los expertos. Los principiantes, por lo general, se centran en características superficiales, de menor alcance y menor detalle, desarrollando estructuras básicas del problema representada en modelos simples. Los expertos aplican de mejor manera lo más significativo y relevante de la información que controlan (Visser, 2009), además de tener un buen manejo de analogías y aplicarlas en problemas que son familiares como lo señalan Ball, Ormerod y Morley (2004), en cambio los principiantes simplemente no cuentan con mucha información previa acumulada, por lo que la construcción de esquemas o rutinas mentales no son capaces de otorgar resultados de calidad en el tiempo y en acciones similares a la de los expertos.

2. METODOLOGÍA

El planteamiento de la investigación pretende evaluar las acciones conceptuales que se realizan comúnmente durante el diseño conceptual en el paso al diseño de la forma del producto. Para ello se construye un cuestionario estructurado mediante afirmaciones y acciones convencionales que integran la actividad de diseño conceptual (Sim y Duffy, 2003) en torno al modelado y representación formal del diseño y de las acciones observadas en los diferentes modelos metodológicos estudiados. Las afirmaciones se consideraron representativas de las acciones/tareas extraídas de los modelos para el desarrollo del proceso de diseño (Guerrero, Hernandis y Agudo, 2014), y de los hallazgos realizados en la revisión de la literatura.

Para la obtención correcta de resultados en este tipo de estudios, las preguntas de naturaleza descriptiva, deben tener claramente definidos los objetivos (González, Calleja, López, Padrino y Puebla, 2010) y la muestra debe permitir una buena recolección de datos que logren asegurar la fiabilidad de las respuestas alcanzadas. La utilización de este tipo de instrumento permite determinar adecuadamente el propósito de la investigación, como lo indica Corral (2010, citando a Ruiz, 2002). El cuestionario se aplicó a grupos homogéneos de estudiantes de diseño e ingeniería (n=400) pertenecientes al nivel de principiante en el conocimiento y ejecución del proceso de diseño. Los resultados obtenidos se contrastaron con la opinión de un grupo de expertos de diferentes países (n=20), a los que se les solicitó responder el mismo cuestionario.

2.1 POBLACIÓN

La población está compuesta por diferentes grupos de estudiantes de Chile, España y México con formación en las carreras de diseño industrial e ingeniería de productos, y por expertos de siete países de España, Chile, Brasil, Venezuela, Portugal, Francia y Colombia.

2.2 MUESTRA: PERFIL DEL ENCUESTADO

En primer lugar, se constituyen los grupos principales de estudiantes para el estudio de Chile, España y México, (n=400) pertenecientes a los últimos niveles de sus respectivas carreras. Todos los participantes con nivel de experiencia equivalente a diseñador intermedio (Popovic, 2004), esto considera la formación de pregrado y experiencia en el desarrollo de proyectos de diseño, por lo que cumplen con el propósito de comprensión y ejecución de las actividades constitutivas del proceso de diseño y la comprensión de los pasos y acciones que se ejecutan durante la fase de diseño conceptual. En segundo lugar se conforma como grupo de validación a los expertos (n=20), de siete países: España, Colombia, Francia, Venezuela, Portugal, Chile y Brasil, (Tabla 2), con vasta experiencia teórica y práctica en el uso de metodologías del proceso de diseño, enseñanza del diseño y con una visión global en el desarrollo de productos asociados a la industria y experiencia en el ejercicio de la profesión. La cercanía de los expertos al campo de actuación del diseño apoya la confiabilidad de los datos obtenidos, ya que las áreas de desempeño afines al diseño, ingeniería y humanidades, permitieron cubrir los aspectos más significativos relacionados con el propósito de la investigación.

<i>Participantes</i>							
<i>Datos del estudio</i>	<i>expertos</i>				<i>estudiantes</i>		
		<i>(n = 20)</i>		<i>(n = 400)</i>		<i>100,0%</i>	
<i>País</i>	España	3	15,0%	España	148	37,0%	
	Chile	10	50,0%	Chile	205	51,3%	
	Colombia	3	15,0%	México	47	11,7%	
	Venezuela	1	5,0%				
	Brasil	1	5,0%				
	Portugal	1	5,0%				
	Francia	1	5,0%				
<i>Género</i>	Hombre	12	60,0%	Hombre	200	50,0%	
	Mujer	8	40,0%	Mujer	200	50,0%	

Tabla 65: Perfil de los encuestados. Elaboración propia

El nivel de experiencia asignado a los grupos de estudio fueron asignados según la clasificación de Liem (2009), quien los categoriza en cuatro niveles: *principiante*, *intermedio*, *sénior* y *experto*. De esta manera se adopta la denominación de *principiante* (estudiantes) y la de *experto* para los profesionales y académicos con mayor experiencia.

2.3 MATERIALES

Se confeccionó un cuestionario que contiene dos pruebas. En primer lugar se planteó una serie de acciones previas para dar inicio a la representación y diseño de la forma del producto (Tabla 3), las que integran comúnmente la actividad de diseño conceptual. En segundo lugar se evaluaron acciones agrupadas en bloques las que solo describen las acciones planteadas. El objetivo de ambas pruebas es identificar en las opciones seleccionadas por los encuestados las concordancias y las secuencias en torno a las acciones y tareas definidas previas al diseño de la forma. Frente a la pregunta: ¿Qué acciones/tareas deben estar realizadas en el proceso de diseño para comenzar el desarrollo morfológico y dar forma al concepto de diseño? y “Seleccione la serie de acciones más representativa que deben estar definidas previamente para dar paso al diseño de la forma”. Se solicitó al encuestado que seleccionará en la prueba 1 tres alternativas en orden de importancia, y en la prueba 2 que seleccionara la serie más representativa de las acciones y tareas que debe tener definidas en el diseño conceptual del producto.

<i>Esquema del cuestionario</i>			
<i>Estudio 1</i>		<i>Estudio 2</i>	
<i>Código</i>	<i>Acciones conceptuales</i>	<i>Código</i>	<i>Serie de tareas en bloque</i>
A1	<i>Definir previamente el concepto de diseño</i>	S1	<i>idea - funciones - objetivos - concepto</i>
A2	<i>Determinar la idea conceptual para el diseño</i>	S2	<i>concepto teórico - geometrías - estructura</i>
A3	<i>Definir preliminarmente los parámetros y requerimientos del diseño</i>	S3	<i>volúmenes iniciales - geometrías - concepto</i>
A4	<i>Determinar las especificaciones técnicas del diseño</i>	S4	<i>concepto - geometrías - volúmenes</i>
A5	<i>Realizar el diseño de detalles</i>	S5	<i>necesidades - especificaciones - objetivos - funciones</i>
A6	<i>Determinar las estructuras funcionales del producto</i>	S6	<i>especificaciones - funciones - ergonomía - geometrías</i>
A7	<i>Determinar los componentes internos del producto</i>	S7	<i>concepto - funciones - esquemas - geometrías</i>
A8	<i>Definir los objetivos del diseño</i>		
A9	<i>Determinar el material para el diseño del producto</i>		
A10	<i>Asociar las necesidades a los requerimientos del diseño</i>		
A11	<i>La factibilidad comercial del producto</i>		
A12	<i>Saber donde buscar la inspiración para el concepto que regirá la forma</i>		
A13	<i>Haber definido el enfoque y estrategias que se utilizarán en el proceso proyectual</i>		

Tabla 66: Esquema de codificación del estudio. Elaboración propia

En el Estudio 1 el cuestionario contiene trece acciones/tareas descriptivas, codificadas desde A1 a la A13 (Tabla 3), para seleccionar el grado de importancia, calificada mediante una escala de Likert de cuatro intervalos del 1 al 4, (1= poco importante, 4= muy importante) se mide el grado de importancia de la variable seleccionada por los grupos participantes del estudio. Este cuestionario se realizó en forma presencial en formato impreso. El Estudio 2 es del tipo discriminante por lo que solo debe seleccionar una alternativa de las series S1 a S7, evaluándose la frecuencia en la prueba 2 descrita.

3. RESULTADOS

Los datos arrojaron resultados confirmatorios, algunos consistentes con los hallazgos de la revisión de la literatura y otros añaden nuevos puntos de vista. Los resultados obtenidos permiten caracterizar la modelización en torno a las acciones conceptuales previas al desarrollo morfológico en el proceso de diseño conceptual. Las comparaciones entre los grupos de estudios no presentan diferencias mayores en sus planteamientos a pesar de pertenecer a niveles de experticia muy diferentes y a dominios conceptualmente opuestos.

3.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para las pruebas se utilizaron los análisis de media (\bar{X}), desviación estándar (S), el análisis de frecuencias (f) y análisis de homogeneidad mediante el coeficiente de variación de Pearson (C.V.). Los datos cuantitativos obtenidos para el Estudio 1 se muestran en la Tabla 4. Los grupos de estudios fueron codificados, para los expertos (G1), estudiantes de diseño (G2) y estudiantes de ingeniería (G3).

Sumario estadístico: Estudio 1		G1 (n=20)				G2 (n=209)				G3 (n=191)			
Código		(\bar{X})	(s)	(C.V.)	(f)	(\bar{X})	(s)	(C.V.)	(f)	(\bar{X})	(s)	(C.V.)	(f)
A1	Definir previamente el concepto de diseño	3,57	0,65	0,18	14	3,76	0,54	0,14	89	3,68	0,54	0,15	81
A2	Determinar la idea conceptual para el diseño	4,00	0,00	0,00	4	3,59	0,51	0,14	119	3,64	0,54	0,15	77
A3	Definir preliminarmente los parámetros y requerimientos del diseño	3,75	0,62	0,17	12	3,75	0,45	0,12	121	3,73	0,58	0,16	117
A4	Determinar las especificaciones técnicas del diseño	3,00	1,00	0,33	5	3,60	0,51	0,14	15	3,56	0,75	0,21	39
A5	Realizar el diseño de detalles	0,00	0,00	0,00	0	2,93	1,33	0,45	14	2,53	1,19	0,47	15
A6	Determinar las estructuras funcionales del producto	3,67	0,58	0,16	3	3,59	0,54	0,15	51	3,64	0,73	0,20	42
A7	Determinar los componentes internos del producto	0,00	0,00	0,00	0	2,75	1,17	0,42	8	2,67	1,23	0,46	12
A8	Definir los objetivos del diseño	3,67	0,89	0,24	12	3,59	0,56	0,16	85	3,64	0,51	0,14	70
A9	Determinar el material para el diseño del producto	4,00	0,00	0,00	1	3,46	0,93	0,27	24	3,41	0,96	0,28	22
A10	Asociar las necesidades a los requerimientos del diseño	4,00	0,00	0,00	1	3,54	0,88	0,25	13	3,00	1,25	0,42	15
A11	La factibilidad comercial del producto	3,33	1,16	0,35	3	3,57	0,75	0,21	21	3,10	0,85	0,27	20
A12	Saber donde buscar la inspiración para el concepto que regirá la forma	0,00	0,00	0,00	0	3,47	0,65	0,19	36	3,28	0,80	0,24	29
A13	Haber definido el enfoque y estrategias que se utilizarán en el proceso proyectual	3,60	0,55	0,15	5	3,52	0,72	0,21	31	3,65	0,49	0,13	34

G1 : expertos
G2 : estudiantes de diseño
G3 : estudiantes de ingeniería
A : acción conceptual

Tabla 67: Sumario estadístico del estudio 1. Elaboración propia

El estudio de las medias en cada una de las variables, permitió identificar en los grupos de estudiantes la importancia que le atribuyen. Los valores en general se mantienen en el rango medio a medio alto sin grandes diferencias considerando que el promedio de $\bar{X}=3,41$, lo que sugiere un comportamiento homogéneo respecto de las medias. Por lo mismo las variables que obtuvieron las más altas valoraciones en el caso de los estudiantes de diseño fueron A1 ($\bar{X}=3,76$); A2 ($\bar{X}=3,59$); A3 ($\bar{X}=3,75$); A4 ($\bar{X}=3,60$); A6 ($\bar{X}=3,59$); A8 ($\bar{X}=3,59$). En el caso de los estudiantes de ingeniería las más altas valoraciones correspondieron a A1 ($\bar{X}=3,68$); A2 ($\bar{X}=3,64$); A3 ($\bar{X}=3,73$); A4 ($\bar{X}=3,54$); A6 ($\bar{X}=3,64$); A8 ($\bar{X}=3,64$); A13 ($\bar{X}=3,65$). Estos resultados sugieren que en los grupos de principiantes las más altas valoraciones coinciden en ambos casos y por otra parte confirman los hallazgos de la revisión de la literatura en cuanto a las acciones conceptuales que estructuran el proceso de diseño conceptual como definir el concepto; determinar la idea conceptual, los parámetros y requerimientos funcionales y definidos los objetivos del diseño. Con el propósito de validar los resultados obtenidos se solicitó la opinión de los expertos obteniendo que las más altas valoraciones de las variables correspondieron a A1 ($\bar{X}=3,57$); A3 ($\bar{X}=3,75$); A6 ($\bar{X}=3,67$); A8 ($\bar{X}=3,67$); A13 ($\bar{X}=3,60$). En este sentido los resultados confirmatorios en torno a las acciones seleccionadas son coincidentes en su gran mayoría con las de los estudiantes.

Se descartaron de los expertos las variables que tuvieron una alta valoración, pero con frecuencias $f=1$ y $f=0$.

En el caso de las frecuencias (f), para los grupos de estudiantes los valores muestran altos niveles de selección en A1 ($f=89$); A2 ($f=119$); A3 ($f=121$); A8 ($f=85$) en el caso de los estudiantes de diseño. Las frecuencias más altas en los estudiantes de ingeniería A1 ($f=81$); A2 ($f=77$); A3 ($f=117$); A8 ($f=70$), confirmando la tendencia coincidente en la selección de iguales variables. Por su parte los resultados obtenidos de las frecuencias de la opinión de los expertos corresponden a A1 ($f=14$); A3 ($f=12$); A8 ($f=12$), validando los resultados obtenidos de las más altas frecuencias del grupo de estudiantes. Estos resultados son coincidentes con los resultados obtenidos de las valoraciones de las medias para los tres grupos del estudio en torno a las mismas variables seleccionadas.

Para profundizar en los hallazgos de los resultados se realiza la prueba de homogeneidad y consistencia con la prueba de coeficiente de variación de Pearson (C.V.) identificando las variables que en la opinión de los estudiantes y expertos determinan las acciones previas y principales para dar forma al diseño. En el caso de los estudiantes de diseño las variables A1 (C.V.= 0,14); A2 (C.V.= 0,14); A3 (C.V.= 0,12); A4 (C.V.= 0,14); A6 (C.V.= 0,15); A8 (C.V.= 0,14) obtuvieron los valores más consistentes y homogéneos. En el caso de los estudiantes de ingeniería correspondió a A1 (C.V.= 0,15); A2 (C.V.= 0,15); A3 (C.V.= 0,16); A8 (C.V.= 0,14); A13 (C.V.= 0,13). Respecto a la opinión de los expertos estos fueron coincidentes en las variables A1 (C.V.= 0,18); A3 (C.V.= 0,17); A6 (C.V.= 0,16); A13 (C.V.= 0,15). En el caso de los estudiantes los resultados de las variables seleccionadas son consistentes y homogéneas en la gran mayoría de las variables más votadas, diferenciándose en aspectos tales como criterios estratégicos proyectuales (A13) en el caso de los estudiantes de ingeniería al igual que en la opinión de los expertos que coinciden en tal apreciación. La evaluación de los resultados obtenidos tanto de estudiantes como de expertos mantienen una tendencia coincidente identificando una serie de acciones comunes concordantes y otras de índole específica propias de cada dominio en particular. Estos resultados también son confirmatorios a partir de los hallazgos realizados en la revisión de la literatura en cuanto a que si existen acciones conceptuales que se realizan durante el proceso proyectual en bloque que permitirían generar la forma del diseño. En este sentido tanto los estudiantes de diseño e ingeniería, así como en la opinión de los expertos son concordantes.

En segundo lugar se realizó el Estudio 2 a estudiantes (ingeniería y diseño) y expertos planteando secuencias típicas de realización de tareas previas al desarrollo del diseño de la forma con el objeto de complementar y validar los

hallazgos de los resultados del Estudio 1. El cuestionario, al ser la selección única (Tabla 5), es del tipo discriminante ya que es de selección de una única alternativa con lo cual se obtuvo las valoraciones de frecuencias sobre un total de 7 variables (S1-S7). Los resultados para los estudiantes de diseño (n=209) con la frecuencia más alta con la opción S5 (f= 77, 36,8%), en el caso de los estudiantes de ingeniería (n=191), seleccionaron la misma opción S5 (f=70, 36,6%). Para validar se contrastan los resultados con la opinión de los expertos (n=20), quienes seleccionaron con las más altas frecuencias las opciones S5 (f=6, 30,0%); y S1 (f=5, 25,0%).

Sumario estadístico de frecuencias : Estudio 2		G1 (n=20)	G2 (n=209)	G3 (n=191)
Código	Serie	(f) (%)	(f) (%)	(f) (%)
S1	<i>idea - funciones - objetivos - concepto</i>	5 (25,0%)	26 (12,4%)	25 (13,1%)
S2	<i>concepto teórico - geometrías - estructura</i>	1 (5,0%)	34 (16,2%)	28 (14,7%)
S3	<i>volúmenes iniciales - geometrías - concepto</i>	1 (5,0%)	6 (2,9%)	10 (5,2%)
S4	<i>concepto - geometrías - volúmenes</i>	0 (0,0%)	7 (3,4%)	11 (5,8%)
S5	<i>necesidades - especificaciones - objetivos - funciones</i>	6 (30,0%)	77 (36,8%)	70 (36,6%)
S6	<i>especificaciones - funciones - ergonomía - geometrías</i>	1 (5,0%)	25 (12,1%)	12 (6,3%)
S7	<i>concepto - funciones - esquemas - geometrías</i>	4 (20,0%)	34 (16,2%)	35 (18,3%)
	<i>(no responde)</i>	2 (10,0%)		

G1 : expertos
G2 : estudiantes de diseño
G3 : estudiantes de ingeniería
S : serie de acciones

Tabla 68: Sumario estadístico del estudio 2. Elaboración propia

En primer lugar la opinión de los expertos valida la opción seleccionada por ambos grupos (S5), con la serie: *necesidades; especificaciones; objetivos; funciones*, en ese mismo orden de ejecución, además los expertos valoran la serie S1, que desde el punto de vista del desarrollo del diseño, también integra otros factores como la idea y el concepto, a diferencia de los estudiantes.

PROPOSITOS Y ARGUMENTOS EN EL PROCESO DE DISEÑO
 El diseño conceptual en torno a la representación formal del producto

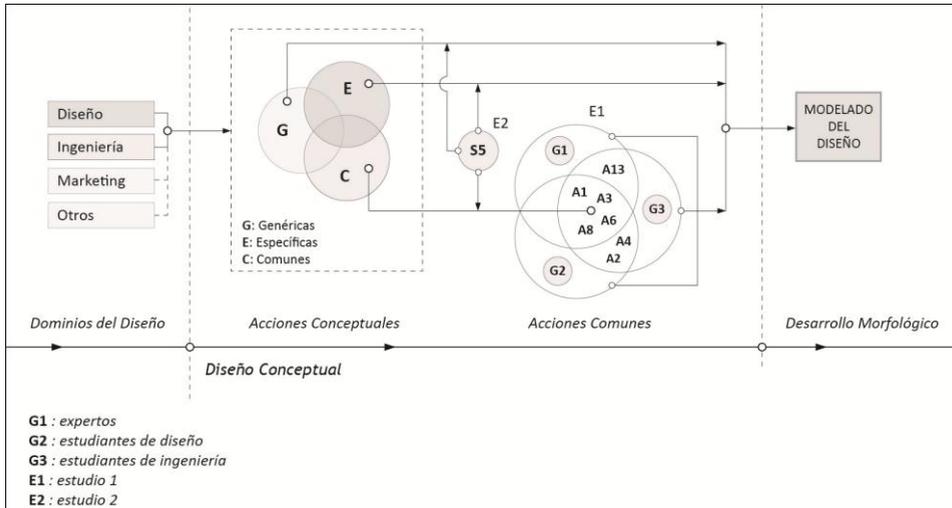


Figura 46: Modelo conceptual descriptivo previo al proceso de diseño de la forma. Elaboración propia

Las acciones conceptuales previas al desarrollo morfológico van modelando progresivamente durante su ejecución alternativas básicas de solución, así como también transformaciones de las especificaciones y requerimientos iniciales del diseño. Siguiendo este planteamiento se observa un espacio conceptual común de desenvolvimiento como se describe en el modelo de la estructura basada en los resultados (Figura 2), en torno a la granularidad de las acciones (Sim y Duffy, 2003), es decir que en esta etapa previa al desarrollo morfológico se van resolviendo un número y tipo de acciones conceptuales (niveles de abstracción) que permitan cumplir con el propósito de la actividad de diseño conceptual, ya sea en bloque o mediante agrupaciones de tareas representados por operaciones básicas o genéricas del proceso, específicas de un dominio u otro que progresivamente se combinan durante su ejecución para dar paso al desarrollo morfológico y al diseño de la forma, como lo muestra la Figura 3. Estas acciones dependen del grado de complejidad del diseño y de los estados de representación que requiere el producto.

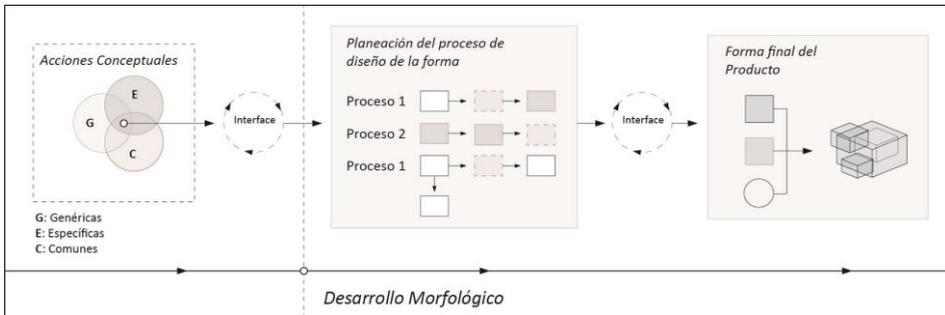


Figura 47: Esquema descriptivo del proceso para el diseño de la forma. Elaboración propia, adaptación de Hsiao et al. (2010)

4. DISCUSIÓN

En el estudio de las respuestas de los estudiantes se identifica un grupo de variables coincidentes a partir del análisis de las \bar{X} , de la desviación estándar (S), y del análisis de las frecuencias (f). A su vez en las respuestas de los expertos, contrastándolas con las de los estudiantes, se encuentran las mismas coincidencias en la elección de las variables validando los resultados del estudio. Estos resultados también confirman los planteamientos de los hallazgos encontrados en la revisión de la literatura en los que al momento de estructurar los pasos previos al desarrollo morfológico, estas acciones coinciden con las variables de mayor valor significativo, y de un comportamiento homogéneo y coincidente. El grupo de variables seleccionadas permiten afirmar que las acciones conceptuales del estudio están determinadas por el grado de pertenencia y énfasis en torno al análisis del problema de diseño y que la información de entrada al proceso define las especificaciones, requerimientos, los aspectos funcionales y al planteamiento de objetivos.

Existe una gran relación entre las acciones conceptuales que ejecutan los diferentes dominios del diseño en beneficio del desarrollo morfológico y el diseño de la forma del producto. A diferencia de la opinión que el diseño y la ingeniería ejecutan acciones y tareas de manera independiente sin considerar el uno al otro y viceversa, los hallazgos indican que efectivamente existen acciones en común, así como también acciones genéricas y específicas, las que se definen inicialmente desde distintos puntos de vista para resolver el problema de diseño. Por otra parte la estructuración del diseño mediante una serie de actividades, acciones y tareas dependen de dos aspectos relevantes del proceso de diseño: el grado de complejidad del problema de diseño, lo

que determina el tipo y cantidad de procedimientos, pasos y acciones, y por otro lado el área y dominio del conocimiento de quien diseña asociado al nivel de experiencia.

Debido a la diferencia entre expertos y principiantes, se confirma lo señalado por los autores Popovic (2004); Liem (2009); Björklund (2013); Dreyfus (2003) y Bouchard (2006), quienes señalan que la diferencia más importante entre los expertos y los niveles más bajos del conocimiento es la profundidad de análisis, el eficiente manejo de la información y la manera de resolver problemas. Los resultados confirman que los expertos tienen un mayor alcance y profundidad en la determinación de acciones necesarias, dando más cabida a interconexiones en torno a la información relevante que estructura el problema de diseño estratégicamente.

Desde el punto de vista de la valoración de las acciones estudiadas, se encuentran en las variables con mayor valoración una fuerte concordancia en los resultados del grupo de estudiantes y confirmados con la validación de los resultados de los expertos se encuentran las acciones con el promedio de \bar{X} es para A1 ($\bar{X}=3,67$); A3 ($\bar{X}=3,74$); A6 ($\bar{X}=3,63$); A8 ($\bar{X}=3,63$), correspondientes a definir previamente el *concepto*, *parámetros* y *requerimientos* del diseño, los *aspectos funcionales* y los *objetivos* del diseño. En este sentido se confirman y se encuentran grandes coincidencias con los planteamientos de Ullman (1997); Otto y Wood (2001) y Ulrich (2004), quienes proponen estructuras de modelos que integran los factores mencionados. Existen grandes similitudes en la manera de llevar a cabo las acciones y tareas del proceso preliminar con la definición de las especificaciones y aspectos funcionales, como lo expresa coincidentemente Mulet (2003) y Chaur (2004). En esta misma línea también lo señalado por Ulrich y Eppinger (2004) y Jin y Li (2007) es coincidente, con la opinión de que la definición de las especificaciones, estructuras funcionales y la generación del concepto son determinantes a la hora de apoyar las acciones en el diseño conceptual.

5. CONCLUSIONES

En el caso de los estudiantes se encuentran concordancias significativas en los resultados, quienes modelan el proceso previo al desarrollo morfológico coincidentemente mediante acciones conceptuales comunes. En la lógica de modelar utilizando modelos tradicionales del proceso de diseño, de manera aprendida y sistemática, los estudiantes de ambos grupos, concuerdan en que las acciones conceptuales procedimentales que deben estar definidas, principalmente están basadas en la definición de las especificaciones, requerimientos del diseño, objetivos y en la definición del concepto de diseño.

Se observa que en la actividad de diseño conceptual las tareas iniciales definen las directrices de nivel superior que guiarán al diseñador en el proceso proyectual en torno a la definición y formulación de datos organizados del proyecto, aclarando las condiciones fundamentales para el diseño del producto. No obstante, hasta ahora las estructuras que modelan el diseño conceptual mantienen los planteamientos que señalan que el trabajo que desarrollan diseñadores e ingenieros se realiza de manera independiente, y que además las tareas que se ejecutan, al ser de mundos conceptuales muy diferentes no se integran durante el proceso. En este sentido los resultados aportan información relevante que indica lo contrario, ya que no habría diferencia sustancial al momento de modelar la estructura conceptual de las acciones necesarias para configurar el proceso previo al desarrollo de la forma del diseño.

Uno de las definiciones más acertadas compartidas por el autor y validadas en la revisión de la literatura es que las actividades y acciones del diseño obedecen al principio de granularidad, es decir que tienen la capacidad de descomponerse en otras de realización más simple o complementaria dependiendo del grado de complejidad y el tipo de proyecto que se lleva a cabo. La actividad de diseño conceptual por tanto, es el conjunto de acciones que se llevan a cabo para cumplir el objetivo o propósito del problema de diseño, compuesta por una serie de acciones conceptuales cuyo resultado es dar forma al a solución de diseño.

Este estudio distingue diferentes tipos de acciones complementarias en torno a los múltiples dominios del diseño. La existencia de acciones específicas que se identifican con tareas propias del dominio específico tales como las acciones creativas que realiza el diseño o la definición de los sistemas técnicos propios de la ingeniería. Por otro lado existen las acciones básicas o genéricas que son inherentes al proceso en general, las que son de acción simple y forman parte de la estructura general del diseño tales como analizar; describir; modelar; conceptualizar, etc., identificándose en cualquier etapa en que se encuentre el desarrollo del diseño. El tercer tipo de acciones son las comunes que se identifican con más de un dominio del conocimiento, en las que se encuentran acciones como determinar las especificaciones, interpretar las necesidades, definir el concepto para el diseño o definir los objetivos del diseño. El estudio de las variables planteadas identifica un gran número de acciones en común entre el diseño y la ingeniería confirmando también los hallazgos realizados en la literatura revisada

Este análisis muestra las relaciones entre las acciones conceptuales, fundamentalmente considerar que es en esta etapa donde se define el concepto de diseño, lo que permite dar inicio a los principios de solución al

diseño las que se combinan para representar una única solución. El planteamiento de Jin y Li (2007), señala que este tipo de combinaciones progresivamente van modelando y configurando la forma del producto. También en lo señalado por Hsiao y Watada (2010, citando a Takeda, 1994), queines indican que la solución de diseño (la forma), se obtiene por las diferentes maneras de utilizar y satisfacer las especificaciones mediante acciones combinadas de diseño e ingeniería. Se confirma, además, que la creación de formas es una de las fases fundamentales del diseño conceptual, Taura y Nagai (2013); Hansen y Andreasen (2003), derivadas de los principios de solución.

En este trabajo se han presentado las actividades y acciones de diseño basado en la literatura y en los hallazgos de los resultados del estudio. Se han identificado y clasificado las acciones conceptuales en específicas, comunes y genéricas. Este estudio puede contribuir al desarrollo de modelos para el diseño de productos más eficientes y, por tanto utilizarla como una base compartida que combine los esfuerzos de los múltiples dominios que participan en el proceso de diseño. El análisis mostró relaciones e interconexiones interesantes entre el diseño y la ingeniería en contraste con los hallazgos de la literatura, sobre todo para desarrollar eficientemente el modelado de las representaciones y forma del diseño. Establece también relaciones entre las actividades y acciones del diseño, en particular para una mejor comprensión y sistematización de tareas en torno al diseño conceptual y al lenguaje utilizado durante la planeación y definición del número de actividades y acciones necesarias para la resolución del problema de diseño.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaide, J., Diego, J., & Artacho M. (2001). *Diseño de Producto, el proceso de diseño*. Editorial UPV, ISBN: 84-9705-113-0, pp. 17-20.
- Atman., C, Kilgore, D., & Mckenna, A. (2008). Characterizing design learning: A mixed methods study of engineering designers use of lenguaje. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 309-326. doi: 10.1002/j.2168-9830.2008.tb00981.x
- Ball, L.J., Ormerod, T., & Morley, N. (2004). Spontaneous analogising in engineering design: A comparative analysis of experts and novices. *Design Studies*, 25(5), 495-508. doi: 10.1016/j.destud.2004.05.004
- Björklund, T.A., (2013). Initial mental representations of design problems: Differences between experts and novices. *Design Studies* 34(2),135-

160.

- Bouchard, C., Aoussat, A., & Duchamp, R., (2006). Role of sketching in conceptual design of car styling. *Journal of Design Research*, 5(1), 116-148.
- Briede, J.C., (2005). *La Metodología Sistémica y el rol del Boceto en el Diseño Conceptual de Productos Industriales*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, España, pp. 35.
- Briede, J.C., Hernandis, B. (2009). An Educational application for a product design and engineering systems using integrated conceptual models. *Ingeniare, Revista Chilena de Ingeniería*. 17(3), 432-442.
- Cardella, M., Atman, C., & Adams R. (2006). Mapping between design activities and external representations for engineering student designers. *Design Studies*, 27(1), 5-24.
- Chaur, B.J. (2004). *Diseño Conceptual Asistido por Ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definiciones de la estructura básica de un nuevo programa*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España, pp. 35-36.
- Corral, Y. (2010). Diseño de cuestionarios para recolección de datos. *Revista Ciencias de la Educación*, 20(36), 152-168.
- Cross, N. (2001). *Design Cognition: Results from protocol and other empirical studies of design activity*. Design Knowing and learning: Cognition in Design Education, 5, 79-103.
- Cross, N., (2002). *Métodos de Diseño: estrategias para el diseño de productos*. Editorial. Limusa, pp. 11-31.
- Dorst, K. (2007). *The Problem of Design Problem*. Expertice in Design, Design Thinking Research Symposium 6, Creativity and Cognition Studios Press Sidney, Australia.
- Dreyfus, H.L. (2003). Unpublished Notes from the Spinoza lectures, may 26th & june 23rd at the University of Amsterdam.
- Dym, C. & Little, P. (2006). *El Proceso de Diseño en Ingeniería*. Editorial Limusa-Wiley, pp. 30-41.

- Gero, J. (2000). *Computational Models of Innovative and Creative Design Process*. Technological Forecasting and Social Change. 64, pp. 183-196.
- González, A., Calleja, V., López, L., Padrino, P., & Puebla P. (2014) *Los estudios de encuestas*. Métodos de Investigación en Educación Especial, Universidad Autónoma de Madrid, disponible en: http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Encuesta_doc.pdf
- Guerrero, M., Hernandis B., & Agudo B. (2014). Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos. *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería*, 22(3), 398-411.
- Hansen, C., & Andreasen, M., (2003). *A proposal for an enhanced design concept understanding*. International Conference on Engineering Design, ICED-03.
- Hao, J., & Ching-Chiuan, Y. (2010). *Understanding Senior Design Students Product Conceptual Design Activities a Comparison Between Industrial and Engineering Design Students*. Design Research Society -DRS, International Conference Design & Complexity.
- Hsiao, Y., & Watada, J. (2010). *Shape Design of Products Based on a Decision Support System*. Handbook on Decision Making, 4, pp 55-84. doi: 10.1007/978-3-642-13639-9_3
- Jin, Y., & Li W. (2007). Design concept generation: A hierarchical co-evolutionary approach. *Journal of Mechanical Design*, 129(10), 1012-1022. doi: 10.1115/1.2757190
- Liem, A., Abidin, S., & Warell, A. (2009). *Designers' Perceptions of Typical Characteristics of Form Treatment in Automobile Styling*. DesForm, 5th International Workshop on Design & Semantics of Form & Movement, pp 144-155.
- Mosborg, S., Adams, R., Kim, R., Atman, C., Turns J., & Cardella M. (2005). *Conceptions of the Engineering Design Process: An Expert Study of Advanced Practicing Professionals*. American Society for Education Annual Conference & Exposition,
- Mulet, E.. (2003). *Análisis Experimental y Modelización Descriptiva del*

- Proceso de Diseño*. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, pp. 4-5.
- Nguyen, T., & Zeng Y. (2010). *Analysis of Design Activities Using EEG Signals*. International Design Engineering Technical Conference & Computers and Information in Engineering Conference, IDETEC/CIE.
- Otto, K., & Wood, K. (2001). *Product Design, Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. Editorial Prentice Hall, pp 148-153, 414-419.
- Popovic, V. (2004). Expertise development in product design - strategic and domain-specific knowledge connections. *Design Studies* 25(5), 527-545.
- Pugh, S. (1991). *Total Design*. Editorial Prentice Hall, pp. 3-7.
- Ralph, P., & Wand, Y. (2009). *A Proposal for a Formal Definition of the Design Concept*. Design Requirements Engineering: A Ten-Year Perspective. *Design Requirements Workshop, Cleveland, OH, USA*, pp 103-136.
- Restrepo, J., & Christiaans, H. (2004). Problem Structuring and Information Access in Design. *Journal of Design Research*, 4(2), 1551-1569.
- Reymen, I.M.M.J., Hammer, D.K., Kroes, P.A., Van Aken, J.E., Dorst, C.H., Bax, M.F.T., & Basten T. (2006). A domain-independent descriptive design model and its application to structured reflection on design processes. *Research in Engineering Design*, 16(4), 147-173.
- Sim, S.K., & Duffy, A., (2003). Towards an ontology of generic engineering design activities. *Research in Engineering Design*, 14(4), 200-223.
- Suh, N. P. (1995). Designing in of Quality Through Axiomatic Design. *IEEE Transactions of Reliability*, 44(2), 256-257.
- Taura, T., & Nagai, Y. (2013). *Concept generation for design creativity: A systematized theory and methodology*. Springer-Verlag, ISBN 978-1-4471-4080-1, pp 9-20.
- Ullman, D. (1997). *The Mechanical Design Process*. Editorial Mc. Graw Hill International, New York. USA.

Ulrich, K., & Eppinger S.D. (2004). *Diseño y Desarrollo de Productos: enfoque multidisciplinario*. Editorial Mc Graw Hill, 3ª edición, México.

Visser, W. (2009). Design: one, but in different forms. *Design Studies*, 30(3) 187-223.

Capítulo 8

Referencias

8. Referencias

8.1 Referencias bibliográficas

- Alcaide J., Diego J., Artacho M. (2001). Diseño de producto. El proceso de diseño, *Editorial UPV, España*.
- Arcia I. (2010). La Investigación Científica. *Recuperado de <http://investigadorcientifico.blogspot.com/2010/01/tipos-de-investigaciones.html>*
- Arnheim R. (1998). Pensamiento Visual, *Editorial Paidós Ibérica S.A., 27-42, 97-114, 191-200, 239-252*.
- Asimov M. (1962). Introduction to Design. *Editorial Prentice Hall, 1º Edición, pg.12*.
- Atman C., Kilgore D. & Mckenna A. (2008). Characterizing Design Learning: A mixed Methods Study of Engineering Designers use of Language, *Journal of Engineering Education, 97(3), 309-326*.
- Atributo. (2007-2015). Definición ABC. Diccionario. *Recuperado de <http://www.definicionabc.com/general/atributo.php>*
- Auriscchio M., Eng N.L., Ortíz Nicolas J.C., Childs P.R.N. & Bracewell R.H. (2011). On the functions of products, *International Conference on Engineering, ICED11*.
- Ávila Baray, H.L. (2006). Introducción a la metodología de la investigación, *Edición electrónica, www.eumed.net/libros/2006c/203/, pg. 48*.
- Axon Idea Processor. (2015). *Obtenido el 2 de Junio del 2015 en URL: http://www.innovaforum.com/tecnica/atributs_e.htm*
- Ball L.J., Ormerod T. & Morley N. (2004). Spontaneous analogising in engineering design: A comparative analysis of experts and novices, *Design Studies, 25(5), 495-508*.
- Bañó M. (2010). El diseño industrial. Nuevos aspectos funcionales, estéticos y simbólicos de los productos de consumo, *CEU Ediciones, Madrid, 12-16*.
- Bedolla D. & Gil J. (2009). El ARS en el estudio y evaluación de metodología para el diseño de productos industriales: Aplicación y Perspectiva, *REDES, Revista hispana para el análisis de redes sociales, Diciembre del 2009, 17(9)*.

- Bedolla D., Lloveras J. & Gil J. (2004). Diseño sensorial: Modelos guía para la concepción de productos más humanizados, *VIII Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Bilbao*, 107-114.
- Benami O. & Jin Y. (2002). Creative stimulation in conceptual design, *Proceeding of ASME DETC/CIE, Montreal, QC, Canada, DETC2002/DTM-34023*.
- Bjorklund T.A. (2013). Initial mental representations of design problems: Differences between experts and novices, *Design Studies* 34, 135-160.
- Blijlevens J., Creusen M. & Schoormans J. (2009). How Consumers Perceive Product Appearance: The Identification of Three Product Appearance Attributes, *International Journal Design*, 3(3), 27-35.
- Bloch P. (1995). Seeking the ideal form: Product design and consumer response. *Journal of Marketing*, 59(3).
- Bouchard C., Aoussat A. & Duchamp R. (2006). Role of sketching in conceptual design of car styling, *Journal of Design Research, Inderscience*, 5, 116-148.
- Briede J.C. (2005). La Metodología Sistémica y el rol del Boceto en el Diseño Conceptual de Productos Industriales, *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia*, pg. 35.
- Briede J.C., Cabello M. & Hernandis B. (2014). Modelo de abocetado concurrente para el diseño conceptual de productos industriales, *DYNA* 81(187), 199-208.
- Briede J.C., Hernandis B. (2009). An Educational application for a product design and engineering systems using integrated conceptual models, *Ingeniare, Revista Chilena de Ingeniería*, 17(3), 432-442.
- Caracterización del concepto. (2015). Recuperado de <http://logicamente.weebly.com/caracterizacioacuten-del-concepto.html>
- Cardella M., Atman C. & Adams R. (2006). Mapping between design activities and external representations for engineering student designers, *Design Studies*, 27, 5-24.
- Cardozo J. (2013). Diseño de Sistemas de Productos, Una propuesta con enfoque sistémico, *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia*, 77-79.

- Casakin H.P. (2007). Factors of metaphors in design problem-solving: Implications for design creativity, *International Journal of Design* 1(2), 21.
- Chamorro-Koc M. & Popovic V. (2008). Using visual representation of concepts to explore users and designers concept of every day products, *Design Studies*, 29, 142-159.
- Chaur B.J. (2004). Diseño Conceptual Asistido por Ordenador: Un estudio analítico sobre aplicaciones y definiciones de la Estructura básica de un Nuevo programa, *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña*, pg.36.
- Chiang W.C., Penathur A. & Mital A. (2001). Designing and manufacturing consumer products for functionality: a literature review of current function definitions and design support tools, *Integrated Manufacturing Systems* 12(6), 430-448.
- Chiu I. & Salustri F. (2014). Understanding Design Concept Identification, J.S. Gero, *Design Computing and Cognition, Springer*, 12, 625-642.
- Christensen L.B. (1980). Experimental methodology, *Boston Massachusset: Allyn and Bacon, Inc. Segunda Edición*.
- Clinton G. & Hokanson B. (2011). Creativity in the training and practice of instructional designers: The Design/Creativity Loops Model, *Education Tech Research Dev DOI 10.1007/s 1423-011-9216-3*.
- Cohran D., Eversheim W., Kubin G. & Sesterhenn M.L. (2000). The Application of Axiomatic Design and Lean Management Principles in the Scope of Production System Segmentation, *The International Journal of Production Research*, 38(6), 1377-1396.
- Corral Y. (2010). Diseño de cuestionarios para recolección de datos, *Revista Ciencias de la Educación*, 20(36).
- Crawford R.P. (1954). Techniques of creative thinking, *Editorial Hawthorn Book, New York*.
- Cross N. (2002). Métodos de Diseño: estrategias para el diseño de productos, *Editorial Limusa*, 11-31.
- Cross N. (2001). Design Cognition: Results from protocol and other empirical studies of design activity, *Design Knowing and learning: Cognition in Design Education*, 5, 79-103.

- Dankhe O.L. (1976). Investigación y Comunicación, en C. Fernández-Collado y G.L. Dankhe (Eds): "La comunicación humana: ciencia social, México, DF: Mc Graw Hill, Capítulo 13, 385-454.
- De Bono E. (2007). El pensamiento creativo, *Ediciones Paidós, España, 13-44, 112-113.*
- Deng Y.M. (2002). Function and behavior representation in conceptual mechanical design, *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*", 343-362.
- Desmet P.M., Ortiz Nicolas J.C. & Schoormans J.P.L. (2008). Product personality in physical interaction, *Design Studies, 29(5), 458-477.*
- Dorst K. (2007). The Problem of Design Problem, *Expertice in Design, Design Thinking Research Symposium 6, Creativity and Cognition Studios Press Sidney, Australia.*
- Dreyfus, H.L. (2003). *Unpublished Notes from the Spinoza lectures, may 26th & june 23rd at the University of Amsterdam.*
- Dussel E. (1984). Filosofía de la producción, *Editorial Nueva América, Bogotá, Colombia, 189-214.*
- Dym C., Agogino A., Eris O., Frey D. & Leifer L. (2005). Engineering Design Thinking, Teaching and Learning, *Journal of Engineering Education, 103-120.*
- Dym C. & Little P. (2006). El Proceso de Diseño en Ingeniería, *Editorial Limusa-Wiley, 30-41.*
- Eckert C. & Stacey M. (2000). Sources of Inspiration: a language of design, *Design Studies 21, 523-538.*
- Eekels J. (2000/2001). On the fundamentals of engineering design science: The geography og engineering design science, *Part1/2, Journal og Engineering Design, 11(4), 377-397 and 12(3), 255-281.*
- Ericsson K.A. & Lehmann A.C. (1996). Expert and exceptional performance: evidence of maximal adaptation to task constraints, *Annual Review of Psychology, 47, 273-305.*
- Ericsson K.A. & Smith J. (1991). Prospects and limits in the empirical study of expertise. In K.A. Ericsson & J Smith (Eds), *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits (pp. 1-38).* Cambridge: Cambridge University Press.

- Esteve de Quezada A. (2001). Creación y Proyecto, *Editorial Institución Alfonso el Magnánimo, Valencia, España, 31.*
- French M.J. (1999). Conceptual design for Engineers, *Springer Verlag, 3° Edición, DOI 10.1007/978-1-4471-3627-9.*
- Fundación COTEC para la innovación tecnológica. (2008). Diseño e Innovación, la Gestión del Diseño en la Empresa”, 20-26.
- García F. (2002). El cuestionario, recomendaciones metodológicas para el diseño decuestionario. Editorial Limusa, 1° Edición. Recuperado de <http://www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elcuestionario.pdf>
- Gero J. (2000). Computational Models of Innovative and Creative Design Process, *Technological Forecasting and Social Change. 64,183-196.*
- Godas L. (2006). El Producto. Tipos, Atributos y Diferenciación, *OFFARM, España, 25(5).*
- Gómez-Senent E. (1998). La ciencia de la Creación de lo Artificial, *Editorial SPUPV, Universidad Politécnica de Valencia, España, 51.*
- Gonzalez A., Calleja V., López L., Padrino P. & Puebla P. (2014). Los estudios de encuestas, Métodos de Investigación en Educación Especial, *Universidad Autónoma de Madrid, disponible en: http://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Encuesta_doc.pdf , consultado el 08-05 del 2014*
- Guerrero M, Hernandis B. & Agudo B. (2014). Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos, *Ingeniare, Revista chilena de ingeniería, 22(3), 398-411.*
- Gutman J. (1982). A means-end chain model based on consumer categorization processes, *Journal of Marketing, 46, 60-72.*
- Hansen C. & Andreasen M. (2003). A Proposal for an Enhanced Design Concept Understanding, *International Conference on Engineering Design ICED-03.*
- Hao J. & Ching-Chiuan Y. (2010). Understanding Senior Design Students Product Conceptual Design Activities a Comparison Between Industrial and Engineering Design Students, *Design Research Society - DRS, International Conference Design & Complexity.*
- Hatchuel A., & Weil B. (2009). C-K Design Theory: and advanced formulation, *Springer-Verlag, London Limited, 19, 181-192.*

- Hechabarria S. (2012). Diferencias entre Cuestionario y Encuesta. *Recuperado de:* <http://uvsfajardo.sld.cu/diferencia-entre-cuestionario-y-encuesta>
- Hernández C.F. (1998). Estética de lo artificial, *Editorial Mithoz S.A.*, 79-107.
- Hernández S., Fernández C. & Baptista P. (1997). Metodología de la Investigación, *Editorial Mc Graw Hill, México, Capítulo 6.*
- Hernandis B., & Iribarren N. (2000). Diseño de nuevos productos: Una perspectiva sistémica, *Valencia, Editorial UPV.*
- Hernandis O. B. (2003). Desarrollo de una metodología sistémica para el diseño de productos industriales, *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia, 211-212.*
- Hevner A. & Chatterjee S. (2010). Design Research in Information Systems, *Integrated Series 145 in Information Systems, Springer Science-Business Media, 22, 145.*
- Horvath I. (2000). Conceptual Design: Inside and Outside, *Proceeding of the 2nd. International Seminar and Workshop on Engineering Design in Integrated Product Development, 1, 63-72.*
- Hosnedl S. & Dvorak J. (2008). Technical products and their attributes - theory and practical applications, *Modern Machinery Science Journal, 58-61.*
- Howard T.J., Culley S.J. & Deconinck E. (2008). Describing the Creative Design Process by the Integration of Engineering Design and Cognitive Psychology Literature, *Design Studies, 29, 160-180.*
- Hsiao J., Watada J., Jain L.C. & Lim C.P. (2010). Shape Design of Products Based on a Decision Support System, *Handbook on Decision Making, Springer-Verlag, 55-84.*
- Hubka V., & Eder E. (1988). Theory of technical systems. A total concept theory for Engineering Design, *Springer-Verlag, Berlin.*
- Hurtado D. (2006). Concepto y diseño. *Recuperado de* http://prototipod.blogspot.com/2006/11/ventana-concepto-y-diseo_16.html, 2015
- Janhager J. (2005). User Consideration in Early Stages of Product Development - Theories and Methods, *Doctoral Thesis Department of Machine Design Royal Institute of Technology, Stockholm.*

- Jin Y., Li w. & Lu S.C-Y (2007). A hierarchical co-evolutionary approach to conceptual design, *Journal of Mechanical Design*, 129, 1012-1022.
- Karjalainen T.M. (2003). Strategic design lenguaje-Transforming brand identity into product design elements, *10th Internacional Product Development Management Conference, Brussels*.
- Kerlinger F. (1983). Investigación del comportamiento, Técnicas y Metodología, 2da. Edición, Editorial Interamericana, México.
- Kokotovich V. (2000). Mental synthesis and creativity in design: an experimental examination, *Design Studies*, 21, 437-449.
- Lee S. (2010). Two essays on Product Design and Consumer Evaluations. *Orlando, Florida: University of Central Florida*.
- Lee S., Ha S. & Widdows R. (2011). Consumer responses to high-technology products: Product attributes, cognition and emotions, *Journal of Business Research*, 64, 1195-1200.
- Lenau T. & Boelskifte P. (2003). Soft and Hard product Attributes in design, *Seminar Semantic & Aesthetic Functions in Design, Helsinki*.
- León Duarte J.A. (2005). Propuesta metodológica para incorporación de atributos subjetivos en el diseño conceptual de productos, *Tesis Doctoral, UPC, Barcelona*.
- León M. R. (2009). Sistemica aplicada al Diseño de Productos en Venezuela, *Tesis para optar al grado de Doctora, Universidad Politécnica de Valencia, España*, 238-239.
- Liang V.C. & Paredis Ch.J. (2004). A port ontology for conceptual design of systems, *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, 4, 206-217.
- Liem, A., Abidin, S. & Warell, A. (2009). Designers' Perceptions of Typical Characteristics of Form Treatment in Automobile Styling, *DesForm, 5th International Workshop on Design & Semantics of Form & Movement*, 144-155.
- Lin L. & Chen L.C. (2002). Constraints modeling in product design, *Journal Engineering Design*, 13(3), 205-214.
- Lloyd P. & Scott P. (1994). Discovering the design problema, *Design Studies*, 15, 125-140.
- Mancini E. (2000). La materia de la Invención, *Materiales y Proyectos*, Editorial CEAC, Barcelona, 47-60.

- Marrero O., & Martínez Escanaverino J. (2008). Estrategia para el diseño paramétrico basado en Modelos, *Revista Ingeniería Mecánica, Cuba*, 3, 39-40.
- Martín Arribas M.C. (2004). Diseño y validación de cuestionarios, *Matronas Profesión* 5(17), 27-28.
- Masur A. & Salustri F. (2007). The idea concept design process, *International Conference on Engineering Design, ICED-07*.
- Meijer A.W.M. (2000). The relational Ontology of Thecnical Artifacts, In Kroes, P.K. and Meijer A.W.M. (2000) *The empirical turn in the philosophy of technology*, Elsevier Science, Oxford.
- Mejía M. E. (2005). Metodología de la Investigación Científica, ISBN: 9972-46-285-4, 29-31.
- Mitchell, C T. (1995). Action, perception, and the realization of design, *Design Studies* 16(1), 4-28.
- Michalko M. (2006). Thinkertoys: A Handbook of Creative-Thinking Techniques, *Publishers Group U.K.*, 2da. Edición, Capítulo 6, 53-56.
- Morales Vallejo P. (2011). Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes, *Guatemala, Universidad Rafael Landívar*.
- Mosborg S., Adams R., Kim R., Atman C., Turns J. & Cardella M. (2005). Conceptions of the Engineering Design Process: An Expert Study of Advanced Practicing Professionals, *Proceeding of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*.
- Mulet E. (2003). Análisis Experimental y Modelización Descriptiva del Proceso de Diseño, *Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Valencia*, 4-5.
- Navarro Z.J. (2008). Forma y representación, una análisis geométrico, *Editorial Akal*, 45-78.
- Nguyen T. & Zeng Y. (2010). Analysis of Design Activities Using EEG Signals, *International Design Engineering Technical Conference & Computers and Information in Engineering Conference, IDETEC/CIE*.
- Ortiz Nicolas J.C. (2011). An approach to embody persoanlity in product appearance, *4th IASR World Conference on Design Research*, 3.
- Ortiz Nicolas J.C. & Hernández L.I. (2008). Product Relevant Emotions in the Spanish Languaje, *Design & Emotions Conference, Hong Kong*.

- Otto K. & Wood K. (2001). Product Design, Techniques in Reverse Engineering and New Product Development, *Editorial Prentice Hall*, 148-153, 414-419.
- Oxman R. (1999). Educating the Designerly Thinker, *Design Studies*. 20(2), 113-114.
- Pahl G. & Beitz W. (1996). Engineering Design a Systematic Approach, *Springer Verlag*, 86.
- Plsek P. (1996). Working Papers: Models for the Creative process. Recuperado de URL: <http://www.directedcreativity.com/pages/WPModels.html>
- Popovic V. (2004). Expertise development in product design - strategic and domain-specific knowledge connections, *Design Studies* 25(5), 527-545.
- Puerta F. (2001). Análisis de la forma: Fundamentos y aproximación al concepto, *Editorial SPUPV, Valencia*.
- Pugh S. (1991). Total Design, *Editorial Prentice Hall*, 3-7.
- Quintana A. & Montgomery W. (2006). Metodología de investigación científica cualitativa, *Eds. Psicología: Tópicos de actualidad, Lima UNMSM*, 51-61.
- Quispe D. & Sánchez G. (2011). Encuestas y entrevistas en investigación científica, *Revista de actualización clínica Investiga, ISSN 2304-3768*, 10, 490-492.
- Ralph P. & Wand Y. (2009). A proposal for a formal definition of the design concept, *Design Requirements Workshop, LNBIP 14, Springer-Berlag*, 103-136.
- Restrepo J. & Christiaans H. (2004). Problem Structuring and Information Access in Design, *Journal of Design Research*, 4 (2).
- Reymen I.M.M.J., Hammer D.K., Kroes P.A., Van Aken J.E., Dorst C.H., Bax M.F.T. & Basten T. (2006). A domain-independent descriptive design model and its application to structured reflection on design processes, *Research in Engineering Design*, 16(4), 147-173.
- Rindova V. & Petkova A. (2007). When Is a New Thing a Good Thing? Technological Change, Product Form Design, and Perceptions of Value for Product Innovations, *Organization Science* 18(2), 218-228.
- Rodriguez A. & Donatelli G. (1993). Los modelos del proceso de diseño, *Editorial Neuquen, U.N.C.*

- Salvador M. & Gargallo P. (2006). Análisis Factorial, Recuperado de: <http://www.5campus.com/leccion/factorial>, consultado: 07-03-2013
- Sim S.K. & Duffy A. (2003). Towards an ontology of generic engineering design activities, *Research in Engineering Design*, 14(4), 200-223.
- Simon H.A. (1973). The structure of ill.structured problems, *Artificial Intelligence*, 4, 181-201
- Suh Nam P. (1995). Designing in of Quality Trough Axiomatic Design, *IEEE Transactions of Reability*. 44 (2), 256-257.
- Takeda, H. (1994). Toward Multi-aspect Design Support Systems, *Technical Report NAISTIS- TR94006, Nara Institute of Science and Technology*.
- Taura T. & Nagai Y. (2013). Concept generation for design creativity: A systematized theory and methodology, *Springer-Verlag, ISBN 978-1-4471-4080-1*, 9-20.
- Tong G. (2009). Analogical Product Atributes (APA) Model: Methodology for Business of Design Analysis, *IASDR*, 2-5, 2131-2140.
- Toshizawa M., Nomura Y., Ujiiie Y. & Matzuoka Y. (2007). A grasp of study characteristics of design and engineering design based on multispace design model, *IASDR*, 4-5.
- Tobey M. (1997). Styling and Design: Intuition and Analysis in Industrial Design, *Design Studies*, 18(1), 8-9.
- Tractors Proyect (2007). Training Material in Creativity and Innovation for european R&D Organisations SMEs, 99-103.
- Ullman D. (1997). The Mechanical Design Process, *Editorial Mc. Graw Hill International, New York*.
- Ulrich K. & Eppinger S.D. (2004). Diseño y Desarrollo de Productos: Un enfoque multidisciplinario, *Editorial Mc Graw Hill, 3° Edición, México*.
- Van Kleef E. (2006). Consumer research in the early stages of new product development, *Phd Thesis, Wageringen University, Holanda*.
- Van Wie M., Bryant C.R., Bohm A., McAdams D. & Stone R. (2005). A model of function-based representations, *Cambridge Journal* ,19(2), 89-111.
- Vergara M. , Mondragón S., Sancho Bru J., Company C. & Pérez G. (2006). Aplicación de la semántica de productos al diseño de herramientas manuales - Estudio piloto para la selección de semánticos en

- martillos, *X Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos*, 803-812.
- Villafañe J. (1990). Introducción a la teoría de la imagen, *Editorial Piramide*
- Visser W. (2009). Design: One, but in different forms, *Design Studies*, 30(3) 187-233.
- Walker B.A. & Olson J.C. (1991). Means-end chains: connecting products whit self, *Journal of Business Research*, 22, 111-118.
- Warell A. (2002). Towards a theory-based method for evaluation of visual form syntactics, *Proceedings of TMCE, The Fourth International Symposium on Tools and Methods of Competitive Engineering*.
- Wen-Chuan Ch. (2001). Designing and manufacturing consumer products for functionality: a literature review of current function definitions and design support tools, *Integrated Manufacturing Systems* 12(6), 435-437.
- Wikström L. (1996). Produktens Buskap-Metoder for vardering av produkters semaniska funktioner. *Licentiate Thesis, University of Technology, Gothemburg*.
- Wodehouse A. & Ion J. (2010). Information use in Conceptual Design: existing taxonomies and new approaches, *International Journal of Design*, 4(3), 53-65.
- Yilmaz S. & Colleen M. (2011). Creativity through design heuristics: A case study of expert product design, *Design Studies* 32, 384-415.
- Zikmund W. Babin B. (2009). Investigación de Mercados, 9° Edición, *Editorial Cengage*.

Capítulo 9
Anexos

9. Anexos

9.1 Anexo 1: Encuesta de expertos

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director: Dr. Bernaldo Hernández Ortuño.



**UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA**

ENCUESTA A EXPERTOS

encuesta expertos
encuesta N°

La presente encuesta es parte de la investigación de una tesis doctoral y requiere de datos referidos al proceso del diseño y de la aplicación de procedimientos que se llevan a cabo en la fase conceptual y creativa para el desarrollo de productos. Sus respuestas, opiniones y consideraciones son de mucha importancia y le garantizamos que serán utilizadas en forma confidencial y segura solamente en la investigación para la Tesis Doctoral. Los datos recopilados no se utilizarán en investigación de mercado ni en ningún otro tipo de investigación

Acuerdo/consentimiento de participación

Nombre	
Fecha	
Firma experto	
Doctorado	Nombre:
Master /Magister	Nombre:

Datos de clasificación

Género

Hombre	
Mujer	

Edad

Formación profesional

1	Diseño industrial	1
2	Diseño de productos/objetos	2
3	Diseño de ambientes y espacios interiores/equipamiento	3
4	Ingeniería en diseño	4
5	Ingeniería industrial	5
6	Ingeniería de concepción de productos	6
7	Proyectista en diseño	7
8	Ingeniería técnica en diseño industrial	8
9	Tecnólogo en diseño industrial	9
10	Técnico en diseño	10
11	(otro)	11

1 | P á g .

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director : Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITÉCNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

Actividad profesional que desempeña actualmente

Marcar 2 actividades si corresponde

1	Diseñador industrial en empresa privada/propia	1	1
2	Asesor de diseño en empresa privada/propia	2	2
3	Diseñador de espacios interiores y/o ambientes	3	3
4	Ingeniería y desarrollo de productos en empresa/ I+D	4	4
5	Proyectista de diseño en empresa privada	5	5
6	Ingeniero técnico en diseño en empresa	6	6
7	Diseñador independiente/asesoría/gestor/consultor	7	7
8	Tecnólogo en diseño industrial en empresa	8	8
9	Docente universitario en escuela de diseño/cargo académico	9	9
10	Máster área de diseño	10	10
11	Doctorado área en diseño/ingeniería de productos/productos	11	11
12	Técnico en diseño/oficina técnica	12	12
13	(otro)	13	13

Área principal en la cual desarrolla su actividad

Indique Ej.: Industrial/metalmecánica/plástico/madera /ingeniería y desarrollo/ desarrollo de productos / mobiliario y equipamiento / docente, universitario / asignaturas específicas / marketing / Ingeniería de productos/procesos industriales / área de producción...

Indique centro/universidad /instituto, en donde obtuvo su formación en el área de diseño.

Indique el tiempo que lleva desempeñando actividad principal de trabajo .

Marcar con una "X" la opción

0 -2 años	2 - 4 años	4 - 6 años	6 - 8 años	8 - 10 años	+ de 10 años
-----------	------------	------------	------------	-------------	--------------

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director : Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P1 De estas afirmaciones cual considera usted que son las más pertinentes para definir "diseño conceptual"
 Marcar 3 alternativas con una "X"
 1 : poco importante
 4 : muy importante

1	Fase de diseño donde se desarrolla y se representan las formas del objeto de diseño	1	2	3	4
2	Etapas del proceso en la cual se define el concepto del diseño	1	2	3	4
3	Tareas y acciones posteriores al análisis y síntesis del proceso que permiten determinar la solución de diseño	1	2	3	4
4	Búsqueda de representaciones morfológicas a partir de las especificaciones, funciones y utilidad determinadas en la fase analítica del objeto de estudio	1	2	3	4
5	Fase de síntesis y creatividad en el proceso del diseño cuyo resultado es la representación formal de la solución al diseño	1	2	3	4
6	Es el paso del concepto de diseño a la forma del objeto	1	2	3	4
7	Fase del proceso mental y creativo que permite representar un objeto tridimensional asociado al concepto	1	2	3	4
8	Organización sistematizada de la información a través de la documentación que genera la fase de análisis y síntesis del problema de diseño.	1	2	3	4
9	Fase más subjetiva y creativa del proceso de diseño que permite proyectar las ideas a través de croquis y bocetos	1	2	3	4
10	Acciones y tareas que ejecuta la ingeniería del diseño que dan respuesta y soluciones al concepto de diseño	1	2	3	4
11	Tareas y rutinas asociadas al proceso creativo que permiten modelar tridimensionalmente el concepto de diseño	1	2	3	4
12	(otro)	1	2	3	4
13	(otro)	1	2	3	4

P2 Indique cuales son las acciones y rutinas más significativas que usted realiza en el paso del "concepto" a la "forma" en el proceso de diseño
 Ejemplo de una acción: análisis funcional preliminar; abstracción de la idea; uso de un método de diseño; uso de técnicas para el proceso creativo; determinar volúmenes preliminares; generar estructuras funcionales...

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

(esquematice brevemente)

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director : Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P3 Indique las acciones y tareas para desarrollar formas en la fase de "diseño conceptual"

Marcar 3 alternativas con una "X"

1: poco importante

4: muy importante

1	Desarrollo formas directamente considerando solamente los atributos y requerimientos funcionales, con lo cual determino los volúmenes iniciales del objeto	1	2	3	4
2	Planifico sistemáticamente todas las acciones para la fase creativa guiándome con un método para diseñar	1	2	3	4
3	Propongo formas preliminares por medio de bocetos que he desarrollado paralelamente a partir del encargo, sin considerar el concepto de diseño	1	2	3	4
4	Mentalmente comienzo a generar formas relacionándolas con palabras, frases o conceptos abstractos basándome en experiencias y entrenamiento previo	1	2	3	4
5	Asocio los parámetros funcionales y utilitarios definidos en la etapa de análisis con términos lingüísticos que representen alguna cualidad o característica formal	1	2	3	4
6	Determino formas relacionando el concepto de diseño con las especificaciones y hago una búsqueda en espacios conceptuales que me inspiren en expresiones formales	1	2	3	4
7	(otro)	1	2	3	4
8	(otro)	1	2	3	4

P4 A que asocia usted el término "concepto de diseño"

Marcar 3 alternativas con una "X"

1: poco importante

4: muy importante

1	Son las especificaciones generadas en la etapa del análisis del problema de diseño a la que debemos dar solución	1	2	3	4
2	Son los parámetros y requerimientos relacionados directamente con lo funcional y utilitario que son interpretados por la ingeniería a través de un volumen	1	2	3	4
3	Es la idea teórica, en abstracto, de lo que se quiere diseñar a partir de las necesidades, especificaciones y funciones de un problema de diseño	1	2	3	4
4	La dimensión que define el diseño a nivel formal y de apariencia que tendrá finalmente el producto a partir de la respuesta de la ingeniería	1	2	3	4
5	Es aquella etapa, del diseño conceptual, que busca comunicar visualmente a través de expresiones formales la solución de diseño	1	2	3	4
6	Representa a nivel mental una idea de la solución al diseño sin forma aún y que da respuesta a las necesidades de un usuario	1	2	3	4
7	(otro)	1	2	3	4
8	(otro)	1	2	3	4

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director: Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P5 De las siguientes tareas y acciones para dar forma al "concepto de diseño" se debe				
Marcar 3 alternativas con una "X"				
1 : poco importante				
4 : muy importante				
1	Satisfacer una necesidad previa individual o colectiva cuya función principal será la de representar en abstracto la solución definida para el diseño	1	2	3 4
2	Trabajar con esquemas que permitan representar los rasgos y cualidades formales determinadas en el proceso de análisis y definición de	1	2	3 4
3	Analizar y observar aspectos formales concordantes con los funcionales en el sistema exterior de referencia y replicar características que lo representen conceptualmente	1	2	3 4
4	Asociar los objetivos del problema de diseño con las funciones, lo utilitario y la ergonomía	1	2	3 4
5	Determinar a nivel de esquemas básicos los volúmenes que representan funcionalmente la solución mecánica de la ingeniería	1	2	3 4
6	Establecer los conceptos formales previo a toda acción proyectual del proceso de diseño	1	2	3 4
7	Dibujar directamente sin necesidad de relacionar conceptos formales y de diseño con la dimensión teórica del problema de diseño	1	2	3 4
8	Dar forma solamente basándose en aspectos funcionales establecidos en la definición del diseño inicialmente	1	2	3 4
9	(otro)	1	2	3 4
10	(otro)	1	2	3 4

P6 La fuente de inspiración o espacios conceptuales de búsqueda que me permiten definir en la "dimensión morfológica" y proponer formas para el diseño son							
Marcar 3 alternativas con una "X"							
Columna izquierda: frecuencia							
Columna derecha :importancia							
1 : nunca		1 : poco importante					
4 : siempre		4 : muy importante					
1	Me inspiro generalmente en la observación y contemplación de la naturaleza y de los seres vivos	1	2	3 4	1	2	3 4
2	En los espacios urbanos y arquitectónicos, las formas geométricas que se dan y que me acercan a las estructuras y a los materiales que considera el proyecto	1	2	3 4	1	2	3 4
3	Observo las prácticas humanas y su relación con el entorno objetual, con acercamiento a la ergonomía y la antropometría	1	2	3 4	1	2	3 4
4	Observo y extraigo de la biomecánica las soluciones que allí se da en las estructuras funcionales de los seres vivos	1	2	3 4	1	2	3 4
5	A través de la mimética asocio a un concepto formal y analizo el cómo lo resuelve	1	2	3 4	1	2	3 4
6	Inspiración en el gesto y las prácticas humanas, y las relaciones de las personas con posibles conceptos formales				1	2	3 4
7	(otro)	1	2	3 4	1	2	3 4

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director : Dr. Bernabé Hermandis Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P7 | A qué fuente de inspiración o espacio de búsqueda acude para "dar forma", considerando el enfoque y/ o estrategia de diseño asociada a: FORMA – FUNCION – ERGONOMIA
 Marcar todas las alternativas con una "X"
 1: nunca
 4: siempre

		P6-A diseño formal estético, styling, proporción de las formas, dimensiones ...				P6-B diseño funcional mecánico/ingeniería /maquinas/estructuras ...				P6-C diseño ergonómico percepción de los sentidos, antropometría, objetos relacionados con el cuerpo ...			
1	La naturaleza	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	Lo artificial	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
3	Las prácticas humanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
4	El gesto	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
5	La biomecánica	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
6	La biónica	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
7	La mimesis	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
8	Lo étnico	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
9	Lo urbano	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
10	Lo deportivo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
11	Lo funcional y utilitario	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
12	(otro)	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

P8 | Que tareas/acciones deben estar realizadas en el proceso de diseño para dar comienzo al desarrollo morfológico y dar forma al diseño
 Marcar 3 alternativas con una "X"
 1: poco importante
 4: muy importante

1	Haber definido previamente el conceptos de diseño	1	2	3	4
2	Determinar la idea conceptual para el diseño	1	2	3	4
3	Definir los parámetros y requerimientos del diseño	1	2	3	4
4	Las especificaciones técnicas del producto	1	2	3	4
5	El diseño de detalles	1	2	3	4
6	Los parámetros funcionales del producto a diseñar	1	2	3	4
7	Determinados los componentes internos del producto	1	2	3	4
8	Definidos los objetivos del diseño	1	2	3	4
9	Determinado el material para el diseño del producto	1	2	3	4
10	Diseñado los procesos de fabricación	1	2	3	4
11	Evaluada la factibilidad comercial del producto	1	2	3	4
12	Saber dónde buscar los conceptos que regirán la forma (inspiración)	1	2	3	4
13	Determinados los volúmenes preliminares	1	2	3	4
14	(otro)	1	2	3	4

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director : Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P9 A que asocia el siguiente listado de palabras a los términos indicados en las columnas de la derecha

Marcar todas las alternativas con una "X"

		parámetro	atributo	forma	función	ergonomía	concepto
1	estabilidad	1	2	3	4	5	6
2	volumen	1	2	3	4	5	6
3	portabilidad	1	2	3	4	5	6
4	resistencia	1	2	3	4	5	6
5	superficie	1	2	3	4	5	6
6	geometría	1	2	3	4	5	6
7	sustentación	1	2	3	4	5	6
8	confort	1	2	3	4	5	6
9	color	1	2	3	4	5	6
10	crecimiento	1	2	3	4	5	6
11	línea	1	2	3	4	5	6
12	robustez	1	2	3	4	5	6
13	textura	1	2	3	4	5	6
14	cilíndrico	1	2	3	4	5	6
15	fragilidad	1	2	3	4	5	6
16	hermético	1	2	3	4	5	6
17	cuadrado	1	2	3	4	5	6
18	esbeltez	1	2	3	4	5	6
19	apoyo	1	2	3	4	5	6
20	dimensión	1	2	3	4	5	6
21	capacidad	1	2	3	4	5	6
22	contorno/limite	1	2	3	4	5	6
23	estructura geométrica	1	2	3	4	5	6
24	compacto	1	2	3	4	5	6
25	sinuoso	1	2	3	4	5	6

P10 Con que asocia usted una FORMA

Marcar cinco (5) alternativas con una "X"

volumen	1	proporción	13	geometría	25
superficie	2	representación	14	modelo conceptual	26
línea	3	atributo	15	concepto	27
ergonomía	4	plano	16	abstrac ción	28
triángulo	5	contorno	17	esbozo	29
dimensión	6	rasgo	18	estructura	30
tamaño	7	función	19	cubo	31
cualidad	8	configuración	20	cuadrado	32
espesor	9	organización	21	simplicidad	33
isomorfismo	10	apariencia	22	color	34
compacto	11	ángulo	23	figura	35
limite	12	vértice	24		

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director: Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P 11 Con que asocia usted una **GEOMETRIA**
 Marcar cinco (5) alternativas con una "X"

volumen	1	proporción	13	geometría	25
superficie	2	representación	14	modelo	26
línea	3	atributo	15	concepto	27
borde	4	plano	16	abstracto	28
triángulo	5	contorno	17	intersección	29
dimensión	6	rasgo	18	función	30
tamaño	7	proyección	19	cuadro	31
calidad	8	configuración	20	cuadrado	32
espesor	9	organización	21	simplicidad	33
bloque	10	aparición	22	complejidad	34
estructura formal	11	ángulo	23	figura	35
límite	12	vértice	24		

P 12 Con que asocia usted una **ESTRUCTURA**
 Marcar cinco (5) alternativas con una "X"

volumen	1	proporción	13	soporte	25
superficie	2	representación	14	modelo	26
línea	3	atributo	15	sistema	27
borde	4	plano	16	geometría	28
triángulo	5	contorno	17	esbozo	29
dimensión	6	rasgo	18	función	30
tamaño	7	proyección	19	cuadro	31
calidad	8	configuración	20	cuadrado	32
espesor	9	organización	21	simplicidad	33
esquemático	10	aparición	22	sistema geométrico	34
compacto	11	ángulo	23	figura	35
unitario	12	vértice	24		

P 13 Con que asocia usted el término **CONCEPTO**
 Marcar cinco (5) alternativas con una "X"

idea	1	semántica	11	inspiración	21
percepción	2	representación	12	significado	22
medio de enlace	3	producto	13	simbolismo	23
argumento	4	asociación	14	abstracción	24
propuestas	5	constructo	15	especificación	25
analogías	6	rasgos formales	16	boceto	26
creatividad	7	proyección	17	lenguaje de forma	27
calidad	8	configuración	18	complejidad	28
naturaleza	9	organización	19	función	29
mensaje teórico	10	aparición	20	interpretación	30



ENCUESTA EXPERTOS

P14 Con que asocia usted una **VOLUMEN**
 Marcar cinco (5) alternativas con una "X"

forma	1	proporción	13	geometría	25
superficie	2	representación	14	modelo	26
línea	3	esquema	15	concepto	27
borde	4	plano	16	abstracto	28
triángulo	5	contorno	17	estructura	29
dimensión	6	rasgo formal	18	boceto	30
tamaño	7	proyección	19	cubo	31
cualidad	8	configuración	20	cuadrado	32
espesor	9	organización	21	simplicidad	33
bloque	10	apariciencia	22	complejidad	34
compacto	11	ángulo	23	figura	35
unitario	12	vértice	24		

P15 Qué tareas/acciones debemos tener definidas y resueltas previamente para dar "forma" al diseño
 Marcar la fila que considere más representativa con una "X"

1	idea	funciones	objetivos	concepto		1
2	concepto teórico	geometrías		estructura	forma	2
3	volúmenes iniciales	geometrías	concepto			3
4	concepto	geometría	volúmenes			4
5	necesidades	especificaciones	objetivos	funciones		5
6	especificaciones	funciones	ergonomía	geometrías	esquemas	6
7	concepto	funciones	esquemas	geometrías	estructuras	7
8	(otro)					8

P16 Utiliza algún software o herramienta manual y/o informática de apoyo al diseño que le permite sistematizar la información que genera la etapa proyectual?

SI	1
NO	2

P16-A Si la respuesta es SI, indique cual(es) utiliza y para que tareas/acciones

(esquematice/ indique)

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director : Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA EXPERTOS

P16-B Si la respuesta es NO, indique para que tipo tareas y/o acciones específicas le gustaría contar con un software/herramienta o método para apoyar el proceso de diseño

Marcar 3 alternativas con una "X"

1 : poco importante

4 : muy importante

1	Para el análisis y búsqueda sistemática de antecedentes	1	2	3	4
2	Para la etapa proyectual	1	2	3	4
3	Para la etapa conceptual	1	2	3	4
4	Para el proceso creativo y mental	1	2	3	4
5	Para el bocetado y croquis tridimensional	1	2	3	4
6	Para el prototipado	1	2	3	4
7	Para determinar las especificaciones del diseño	1	2	3	4
8	Para relacionar y/o asociar conceptos con formas	1	2	3	4
9	Para mapas mentales y conceptuales	1	2	3	4
10	Para el diseño de detalles y planimetría	1	2	3	4
11	(otro)	1	2	3	4
12	(otro)	1	2	3	4

P17-A Modelo metodológico que utiliza para el proceso de diseño

(esquematico modelo)

P17-B Indique el tipo del "modelo metodológico" asociado al sistema utilizado por usted en el proceso de diseño

Marcar el utilizado por usted con una "X", y con una "O" el segundo de su interés que también utiliza o le gustaría utilizar y/o conocer)

1	descriptivo	1	1
2	evolutivo	2	2
3	prescriptivo	3	3
4	axiomático	4	4
5	de dimensiones del proyecto	5	5
6	sistémico	6	6
7	taxonómico	7	7
8	comparativo	8	8

9.2 Anexo 2: Encuesta de estudiantes

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director: Dr. Bernabé Hernández Ortúño.

ENCUESTA ESTUDIANTES



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA

encuesta estudiantes
encuesta N°

La presente encuesta es parte de la investigación de una tesis doctoral y requiere de datos referidos al proceso del diseño y de la aplicación de procedimientos que se llevan a cabo en la fase de diseño conceptual, aspectos morfológicos y creatividad aplicados al desarrollo de productos. Sus respuestas, son de mucha importancia y le garantizamos que serán utilizadas en forma confidencial, segura y solamente para la investigación

Datos de clasificación

Género

Hombre	
Mujer	

Edad

Nombre de la Carrera que estudia

1	Diseñador industrial	1
2	Diseñador de productos u objetos	2
3	Diseñador de espacios interiores o de equipamiento	3
4	Ingeniero en diseño (industrial, productos, desarrollo de productos)	4
5	Proyectista en diseño	5
6	Ingeniero técnico en diseño industrial	6
7	Tecnólogo en diseño industrial	7
8	Técnico en diseño	8
9	(otro)	9

Indique el número de semestres que dura su carrera.

4 semestres	6 semestres	8 semestres	10 semestres	+ de 10 semestres
-------------	-------------	-------------	--------------	-------------------

Datos de la formación y grupo de trabajo para la investigación

Universidad/ Instituto	
Semestre / Año de carrera / postgrado	
Fecha	

1 | P á g .



ENCUESTA ESTUDIANTES

P1 Valore el grado de importancia que usted le asigna a las etapas del proceso del diseño				
Marcar todas las alternativas con una "X"				
1: poco importante				
4: muy importante				
1	Recoger datos para el proyecto	1	2	3 4
2	Analizar los datos y el mercado	1	2	3 4
3	Establecer objetivos para el proyecto	1	2	3 4
4	Fase creativa	1	2	3 4
5	Desarrollo del concepto de diseño	1	2	3 4
6	Dar soluciones de diseño	1	2	3 4
7	Establecer parámetros y funciones	1	2	3 4
8	Diseño de detalles	1	2	2 4
9	Establecer las especificaciones técnicas	1	2	3 4
10	Modelado informático y planimetría	1	2	3 4
11	Generación de prototipo para validación	1	2	3 4

P2 De estas afirmaciones cual considera usted que es la más indicada para definir diseño conceptual				
Marcar 3 alternativas con una "X"				
1: poco importante				
4: muy importante				
1	Es la fase de diseño donde se desarrollan las formas del objeto, al diseño de detalles y a las especificaciones del diseño	1	2	3 4
2	La instancia en donde se definen los conceptos que determinan finalmente la forma del producto	1	2	3 4
3	Relaciona los parámetros definidos por las funciones con las alternativas que ayudan a determinar las alternativas formales de la solución	1	2	3 4
4	Es el espacio donde se busca las representaciones morfológicas más adecuadas para la solución de diseño, y que utiliza técnicas creativas que ayudan a definir las	1	2	3 4
5	Es la etapa del proceso de diseño más creativa para desarrollar un producto	1	2	3 4
6	Son aquellas etapas del proceso de diseño que considera solamente el desarrollo hasta el concepto del producto, justo antes de dar inicio a los procesos de fabricación	1	2	3 4
7	Son tareas y acciones que se consideran dentro de la etapa creativa que dan forma al concepto, (fase analítica y de investigación inicial del proyecto)	1	2	3 4
8	Es el proceso mental y creativo que nos permite interpretar y representar una forma asociada a la solución teórica del diseño	1	2	3 4
9	Es la etapa del proceso de diseño que se desarrolla solamente en base a ideas y conceptos, y que nos lleva a determinar la forma de la solución	1	2	3 4



ENCUESTA ESTUDIANTES

P3 A qué asocia el término "concepto teórico" en el proceso del diseño				
Marcar 3 alternativas con una "X"				
1 : poco importante				
4 : muy importante				
1	Son las especificaciones que se deducen de la fase analítica, sin establecer aún los aspectos morfológicos para la solución del diseño	1	2	3 4
2	A los parámetros y requerimientos que lo relaciona con la función y la utilidad que las determina la ingeniería	1	2	3 4
3	Es la idea abstracta y su apariencia para la solución de diseño, a partir del encargo y del diseño estratégico definidas inicialmente en las especificaciones	1	2	3 4
4	Es la fase del proceso de diseño que define a nivel constructivo y volumétrico la forma desde lo funcional y utilitario para la solución de diseño	1	2	3 4
5	Son las especificaciones, características de los materiales, de los procesos de fabricación y de la calidad del producto	1	2	3 4
6	Es donde se configura el " sistema producto " (su arquitectura), a partir de las especificaciones, y que dan la solución al concepto de diseño	1	2	3 4

P4 Indique el grado de importancia que le otorgaría a las acciones para desarrollar el "concepto de diseño"				
Marcar todas las alternativas con una "X"				
1 : poco importante				
4 : muy importante				
1	Desarrollar formas directamente considerando solo las especificaciones generadas en la fase analítica (requerimientos, parámetros, funciones, procesos, ergonomía, etc.)	1	2	3 4
2	Planificar sistemáticamente todas las acciones para la fase creativa. Usando algún método de diseño	1	2	3 4
3	Proponer formas preliminares intuitivas por medio de bocetos realizados paralelamente, sin considerar los datos, la fase analítica y la investigación inicial (conceptos teóricos)	1	2	3 4
4	Reflexionar y directamente comenzar a imaginar formas asociando palabras, imágenes, frases o conceptos con mi experiencia previa	1	2	3 4
5	Preliminarmente y sin planificación comenzar a abocetar líneas y curvas que permiten determinar volúmenes y formas que se van relacionando con la fase analítica (concepto teórico), parámetros definidos para el diseño	1	2	3 4
6	determinar formas relacionándolas al concepto de diseño, haciendo una búsqueda asociada a sistemas conceptuales exteriores ,Ej.: la naturaleza; la biomecánica; lo artificial , lo urbano, etc.	1	2	3 4
7	Repetir sucesos proyectuales intuitivamente en el proceso creativo que incidan directamente en todo proyecto de diseño hasta dar con una forma para el diseño	1	2	3 4

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director: Dr. Bernabé Hernández Ortúño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA ESTUDIANTES

P5 A qué fuentes de inspiración o espacios conceptuales de búsqueda acude para definir el "concepto de diseño" y dar forma

Marcar todas las alternativas con una "X"

Columna izquierda : frecuencia

Columna derecha : importancia

1 : nunca
 4 : siempre

		1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Me inspiro generalmente en la observación y contemplación de la naturaleza y de los seres vivos										
2	En los espacios urbanos y arquitectónicos, las formas geométricas que se dan y que me acercan a las estructuras y a los materiales que considera el proyecto		1	2	3	4		1	2	3	4
3	Observo las prácticas humanas y su relación con el entorno objetual, con acercamiento a la ergonomía y la antropometría		1	2	3	4		1	2	3	4
4	Observo y extraigo de la biomecánica las soluciones que allí se da en las estructuras funcionales de los seres vivos		1	2	3	4		1	2	3	4
5	A través de la mimética asocio a un concepto formal y analizo el cómo lo resuelve		1	2	3	4		1	2	3	4
6	Inspiración en el gesto y las prácticas humanas, y las relaciones de las personas con posibles conceptos formales		1	2	3	4		1	2	3	4

P6 A qué fuente de inspiración o espacio de búsqueda acude para "dar forma", considerando el enfoque/ o estrategia de diseño asociada a: FORMA – FUNCION – ERGONOMIA

Marcar todas las alternativas con una "X"

1 : nunca
 4 : siempre

		P6-A diseño formal estético, proportión de las formas, dimensiones ...				P6-B diseño funcional mecánico/ingeniería /maquinas/estructuras ...				P6-C diseño ergonómico percepción de los sentidos, antropometría , o bjetos relacionados con el cuerpo ...						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
1	La naturaleza															
2	Lo artificial		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
3	Las prácticas humanas		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
4	El gesto		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
5	La biomecánica		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
6	La biónica		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
7	La mimesis		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4
8	Lo étnico		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4



ENCUESTA ESTUDIANTES

P7 Que tareas/acciones deben estar realizadas en el proceso de diseño para dar comienzo al desarrollo morfológico y dar forma al concepto de diseño

Marcar 3 alternativas con una "X"

1 : poco importante

4 : muy importante

1	Haber definido previamente el conceptos de diseño	1	2	3	4
2	Determinar la idea conceptual para el diseño	1	2	3	4
3	Definir los parámetros y requerimientos del diseño	1	2	3	4
4	Las especificaciones técnicas del producto	1	2	3	4
5	El diseño de detalles	1	2	3	4
6	Los parámetros funcionales del producto a diseñar	1	2	3	4
7	Determinados los componentes internos del producto	1	2	3	4
8	Definidos los objetivos del diseño	1	2	3	4
9	Determinado el material para el diseño del producto	1	2	3	4
10	Diseñado los procesos de fabricación	1	2	3	4
11	Evaluada la factibilidad comercial del producto	1	2	3	4
12	Saber dónde buscar los conceptos que regirán la forma (inspiración)	1	2	3	4
13	Determinados los volúmenes preliminares	1	2	3	4

P8 Del siguiente listado de 25 palabras , asícelos con los términos de las columnas de la derecha

Marcar todas las alternativas con una "X"

		parámetro	atributo	forma	función	ergonomía	concepto
1	estabilidad	1	2	3	4	5	6
2	volumen	1	2	3	4	5	6
3	portabilidad	1	2	3	4	5	6
4	resistencia	1	2	3	4	5	6
5	superficie	1	2	3	4	5	6
6	geometría	1	2	3	4	5	6
7	sustentación	1	2	3	4	5	6
8	comfort	1	2	3	4	5	6
9	color	1	2	3	4	5	6
10	crecimiento	1	2	3	4	5	6
11	línea	1	2	3	4	5	6
12	robustez	1	2	3	4	5	6
13	textura	1	2	3	4	5	6
14	cilíndrico	1	2	3	4	5	6
15	fragilidad	1	2	3	4	5	6
16	hermético	1	2	3	4	5	6
17	cuadrado	1	2	3	4	5	6
18	esbeltez	1	2	3	4	5	6
19	apoyo	1	2	3	4	5	6
20	dimensión	1	2	3	4	5	6
21	capacidad	1	2	3	4	5	6
22	contorno/limite	1	2	3	4	5	6
23	estructura geométrica	1	2	3	4	5	6
24	compacto	1	2	3	4	5	6
25	sinuoso	1	2	3	4	5	6



ENCUESTA ESTUDIANTES

P9 Indique el grado de importancia del siguiente listado que ud. asocia para "dar forma" al concepto de diseño

Marcar todas las alternativas con una "X"

1 : poco importante

4 : muy importante

1	estabilidad	1	2	3	4
2	volumen	1	2	3	4
3	portabilidad	1	2	3	4
4	resistencia	1	2	3	4
5	superficie	1	2	3	4
6	geometría	1	2	3	4
7	sustentación	1	2	3	4
8	confort	1	2	3	4
9	color	1	2	3	4
10	crecimiento	1	2	3	4
11	línea	1	2	3	4
12	robustez	1	2	3	4
13	textura	1	2	3	4
14	cilíndrico	1	2	3	4
15	fragilidad	1	2	3	4
16	hermético	1	2	3	4
17	cuadrado	1	2	3	4
18	esbeltez	1	2	3	4
19	apoyo	1	2	3	4
20	dimensión	1	2	3	4
21	capacidad	1	2	3	4
22	contorno/limite	1	2	3	4
23	estructura geométrica	1	2	3	4
24	compacto	1	2	3	4
25	sinuoso	1	2	3	4

P10 Qué debemos determinar previamente para dar forma al "concepto de diseño"

Marcar la fila que considere más representativa con una "X"

1	idea	funciones	objetivos	concepto	1
2	concepto teórico	geometrías	estructura		2
3	volúmenes iniciales	geometrías	concepto		3
4	concepto	geometría	volúmenes		4
5	necesidades	especificaciones	objetivos	funciones	5
6	especificaciones	funciones	ergonomía	geometrías	6
7	concepto	funciones	esquemas	geometrías	7

(esquematice como lo haría usted)

Programa de Doctorado: Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales
 Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela
 Director: Dr. Bernabé Hernández Ortuño.



UNIVERSIDAD
 POLITECNICA
 DE VALENCIA

ENCUESTA ESTUDIANTES

P11 Ordene los términos considerando cual es el que conduce a determinar el siguiente y así sucesivamente para "dar forma" al concepto de diseño

Ordenar términos secuencialmente

Términos en desorden	Nº	Términos ordenados	Nº
forma	1	1º	
estructura	2	2º	
geometría	3	3º	
concepto	4	4º	
volumen	5	5º	

(esquematice si es necesario)

P12 De los siguientes parámetros, cuales deben estar definidos a la hora de "dar forma" al concepto de diseño

Marcar 3 alternativas con una "X"

1 : poco importante

4 : muy importante

1	parámetros volumétricos	1	2	3	4
2	parámetros geométricos	1	2	3	4
3	parámetros ergonómicos	1	2	3	4
4	parámetros proporcionales	1	2	3	4
5	parámetros dimensionales	1	2	3	4
6	parámetros de contorno de figura	1	2	3	4
7	parámetros estructurales	1	2	3	4
8	parámetros funcionales	1	2	3	4
9	parámetros de rasgos formales	1	2	3	4

P13 Cuál de las siguientes secuencias coincide con usted para desarrollar el proceso de diseño

Marcar la columna que lo represente con una "X"

	1	2	3	4	5
análisis conceptos		investigación análisis	información análisis	investigación objetivos	concepto teórico
propuestas		desarrollo	objetivos	análisis	concepto de diseño
especificaciones		especificaciones	desarrollo formal	propuestas	concepto de producto
diseño de detalles		evaluación	evaluación	modelos	
prototipos			ejecución	evaluación	

9.3 Anexo 3: Esquema de análisis inicial para la encuesta

 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA Esquema metodológico preliminar de análisis para la encuesta Relativo a los constructos de la investigación: ESTUDIANTES - EXPERTOS		Director: Dr. Bernabé-Hernandis Ortuño Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela			
ASPECTOS A CONSIDERAR SOBRE EL CONSTRUCTO	RESULTADOS ESPERADOS	OBJETIVOS PRELIMINARES	QUE ANALIZAR	TIPO S DE ANALISIS PROBABLES	HIPOTESIS PRELIMINARES
<p>C1</p> <p>PROCESO DE DISEÑO</p> <p>Analiza los diferentes modelos metodológicos del proceso de diseño para comprender las fases más relevantes que lo integran</p> <p>Identifica las etapas del proceso de diseño que permiten determinar las acciones y tareas que realizan ingenieros y diseñadores en el proceso de diseño</p> <p>Analiza la estructuración del proceso de diseño, las actividades que lo integran</p>	<p>Establece la secuencia de etapas que realizan en el proceso de diseño los principiantes de ingeniería y diseño</p> <p>Asocia acciones y actividades a la fase inicial de análisis en el proceso de diseño definiéndola</p> <p>Identifica secuencias tanto en ingenieros y diseñadores de las acciones y tareas que llevan a cabo para realizar el proceso de diseño</p> <p>Como estructuran el proceso de diseño la ingeniería y el diseño</p>	<p>Comparar e interpretar las coincidencias y diferencias en la definición y realización de las acciones y tareas del proceso de diseño entre diseñadores e ingenieros</p> <p>Identificar las acciones para la realización de la fase analítica en el proceso de diseño</p> <p>Identificar el grado de coincidencia entre el diseño y la ingeniería en las tareas iniciales del proceso de diseño</p> <p>Determinar la secuencia de acciones en ingeniería y diseño. Y si tiene relación con la disciplina</p> <p>Establecer el grado de relación con la naturaleza de la disciplina</p>	<p>Relacionar el grado de acercamiento y coincidencia</p> <p>Frecuencias para comprobar el número de veces que se repite la variable</p> <p>Comparar inter grupos (ingeniería y diseño) el grado de acercamiento y coincidencia en la definición y asociación del constructo</p> <p>Comparar inter grupos el grado de acercamiento y coincidencia en la definición del constructo.</p> <p>Relacionar las respuestas de ambos grupos contrastándola con la de los expertos</p>	<p>Frecuencia</p> <p>Anova</p> <p>Relaciones comparativas inter grupos</p> <p>Tablas de contingencia</p>	<p>Las acciones y tareas que realizan el diseño y la ingeniería tienen un grado de coincidencia que permitiría establecer acciones en común al momento de definir y desarrollar la fase inicial del proceso de diseño</p> <p>Existe n coincidencia y discrepancias al momento de definir y realizar las actividades y acciones en la fase de análisis del proceso de diseño entre el diseño y la ingeniería</p> <p>Los modelos tradicionales del proceso del diseño en su ejecución no aclaran las acciones y tareas coincidentes que permitirían integrar las actividades que realizan diseñadores e ingenieros durante la ejecución del proceso de diseño</p>

 <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>	<p>Esquema metodològic preliminar de anàlisis Relatiu a los constructos de la investigación: ESTUDIANTES - EXPERTOS</p>	<p>Director: Dr. Bernabé Hernández Ortuño Doctorando: Mauricio Guerrero Valenzuela</p>		
<p>C2</p> <p>DISEÑO CONCEPTUAL</p> <p>Analiza las acciones y tareas que llevan a cabo ingenieros y diseñadores para realizar el diseño conceptual</p> <p>Identifica los factores fundamentales de la secuencia que permiten realizar el diseño conceptual</p> <p>Identifica las fuentes de inspiración y espacios conceptuales a los que recurren en la fase conceptual</p>	<p>Definir las acciones, áreas y actividades que se realizan en el diseño conceptual</p> <p>Determina el grado de importancia de las acciones que se realizan para la definición del concepto de diseño</p> <p>Establece la frecuencia e importancia de las fuentes de inspiración y espacios de búsqueda de diseñadores e ingenieros para definir el concepto y darle forma en la dimensión morfológica del diseño</p>	<p>Analizar el grado de acercamiento en la definición de la fase de diseño conceptual entre los grupos de estudio</p> <p>Identificar los procedimientos para la definición del concepto de diseño</p> <p>Establecer el grado de importancia asignado a las acciones para dar forma al concepto</p> <p>Identificar las acciones para dar forma al concepto de diseño</p> <p>Identificar los espacios conceptuales y fuentes de inspiración a la que recurren diseñadores e ingenieros</p> <p>Determinar la frecuencia en que los espacios conceptuales y fuentes de inspiración son utilizados por los ingenieros y diseñadores en el diseño conceptual</p>	<p>Identificar las acciones más recurrentes entre grupos de estudio</p> <p>Determinar concordancias y discrepancias</p> <p>Identificar secuencias en el proceso conceptual entre los grupos de estudio</p> <p>El grado de importancia para cada una de las acciones, con el propósito de clasificar y generar secuencias de fases proyectuales intergrupos</p> <p>Los espacios de búsqueda coincidentes de ingenieros y diseñadores e intergrupos</p> <p>El grado de recurrencia a los espacios conceptuales utilizados en el proceso</p>	<p>Frecuencia Anova Tablas básicas Tabla de contingencias Medias</p> <p>Las actividades y acciones que se ejecutan en la fase de diseño conceptual tienen coincidencias entre diseñadores e ingenieros</p> <p>En la fase de diseño conceptual se determina y define el concepto de diseño y su caracterización</p> <p>Las acciones para desarrollar el concepto de diseño tienen relación con la formación y la disciplina de quien diseña</p> <p>El concepto de diseño se define por factores y valores funcionales del objeto, los sistemas técnicos, parámetros, especificaciones del sistema que permitan cumplir con el propósito impuesto</p> <p>En el diseño conceptual se sigue una secuencia repetitiva de acciones y rutinas que lo relaciona con el concepto del diseño</p> <p>Los espacios conceptuales de inspiración y búsqueda son diferentes tanto en prioridades como en enfoque en ingenieros y diseñadores</p>

REPRESENTACION FORMAL DEL DISEÑO

Analiza todas las acciones, tareas y rutinas que se realizan en el proceso de diseño que permiten representar la morfología del diseño : dar forma al concepto

Identifica las variables terminológicas que se relacionan como determinantes morfológicas y su constitución a partir del concepto de diseño

Identifica los espacios conceptuales y fuentes de inspiración a los que recurren diseñadores e ingenieros para dar forma al concepto

Establece las acciones conceptuales que deben estar realizadas previamente para dar forma al concepto

Asociación de términos comunes de lenguaje utilizado durante las actividades del diseño

Permite identificar y asociar terminología conceptual y sus significados para definir la caracterización del diseño

La secuencia permite identificar cual es el orden de las tareas necesarias previas a dar forma al concepto tanto diseñadores como los ingenieros

Los parámetros propuestos intentan establecer la importancia que tienen a la hora de dar forma al diseño

Identificar las acciones preliminares en el diseño conceptual que llevan a caracterizar la forma del producto

Asociar los términos conceptuales de uso y lenguaje rutinario en el diseño conceptual que permite determinar la forma del producto

Identificar las concordancias y diferencias entre ingenieros y diseñadores

Identificar las secuencias más recurrentes para dar forma al diseño y al concepto

Relacionar las secuencias de mayor recurrencia con aquellas preguntas que intentan establecer representatividad terminológica para determinación de la forma

Identificar cuáles son los parámetros más importantes a la hora de dar forma al concepto desde la perspectiva de los ingenieros y diseñadores

Cuáles son las acciones recurrentes que determinen las principales tareas en el proceso proyectual

Cuáles son los términos más frecuentes e influyentes asociados a la forma física del producto

El grado de acercamiento entre la ingeniería y el diseño relacionados con el significado de términos conceptuales

La secuencia más recurrente en las tareas previas a dar forma al concepto de diseño

El nivel de coincidencias y discrepancias entre ingenieros y diseñadores

Asociación de términos conceptuales y atributos necesarios para la configuración de la forma del diseño

Establecer el grado de importancia a los parámetros propuestos por cada grupo de ingeniería y diseño

Las fuentes de inspiración y espacios de búsqueda a los que recurren diseñadores e ingenieros depende del enfoque estratégico al abordar el problema de diseño

El acercamiento de las acciones proyectuales de la ingeniería y el diseño en la fase conceptual permitiría optimizar y facilitar el proceso de diseño

Existe una relación en el uso del lenguaje utilizado en el proceso de diseño con la disciplina formativa

Las tareas y acciones que se realizan en diseño conceptual tienen relación con la naturaleza formativa de quien diseña.

Existe un grado de coincidencias en las acciones conceptuales que realizan ingenieros y diseñadores a la hora de dar forma al concepto

Los parámetros y especificaciones que determinan la caracterización física del diseño tienen relación con las acciones conceptuales que se realizan desde la perspectiva de la ingeniería

Frecuencias Medias Anova Contraste de hipótesis Tablas de contingencias

9.4 Anexo 4: Listado de expertos participantes del estudio

<i>Listado de expertos participantes</i>				
	<i>nombre</i>	<i>filiación institucional</i>	<i>postgrado</i>	<i>país</i>
1	Alarcón Jimena	Universidad del Biobío	Doctora	Chile
2	Baudin Carole	Haute Ecole Arc Ingénierie - University of Applied Sciences, Suiza	Doctora	Francia
3	Bustos John	Universidad Politécnica de Valencia	Especialista	España
4	Briede Juan Carlos	Universidad del Biobío	Doctor	Chile
5	Cardozo John	Universidad Nacional de Colombia	Doctor	Colombia
6	Del Río Jimena	Universidad Politécnica de Valencia	Doctora	España
7	Del Real Pilar	Universidad Tecnológica Metropolitana	Doctora	Chile
8	Dorochesi Mario	Universidad Técn. Federico Santa María	Master	Chile
9	García Ignacio	Universidad del Biobío	Especialista	Chile
10	Gonzalez José Rafael	Universidad Politécnica de Valencia	Doctor	Venezuela
11	Maciel Karla Mazarelo	Universidade Federal do Amazonas	Doctora	Brasil
12	Medina Andrea	Universidad Politécnica de Valencia	Doctora	Colombia
13	Moreno Michel	Universidad de Santiago de Chile	Especialista	Chile
14	Nuñez Hernán	Universidad de Santiago de Chile	Master	Chile
15	Palma Fernando	Universidad del Biobío	Especialista	Chile
16	Paixao Susana	Universidad Politécnica de Valencia	Doctora	Portugal
17	Ramírez Nelida	Universidad Nacional de Colombia	Doctora	Colombia
18	Roberts Marcelo	Universidad Católica de Valparaíso	Especialista	Chile
19	Songel Gabriel	Universidad Politécnica de Valencia	Doctor	España
20	Vergara Raúl	Universidad Tecnológica Metropolitana	Master	Chile

9.5 Anexo 5: Aceptación Publicación 1: Revista Ingeniare



Mauricio Guerrero Valenzuela <mauricio.guerrero@usach.cl>

Evaluación versión corregida de artículo 54-12

1 mensaje

Ingeniare <ingeniare@uta.cl>

6 de marzo de 2014, 13:11

Para: mauricio.guerrero@usach.cl

Cc: bhemand@degi.upv.es, bego.agudo.vicente@gmail.com



Ingeniare. Revista chilena de ingeniería
18 de Septiembre 2222
Casilla 6-D
Fono: 56-58-2205650
E-mail: ingeniare@uta.cl



Arica, 6 de marzo de 2014

Sr. Mauricio Guerrero Valenzuela
Departamento de Tecnologías Generales
Facultad Tecnológica
Universidad de Santiago de Chile
Presente

De nuestra consideración:

Junto con saludarle y en relación a la versión corregida del artículo titulado:

Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos,
de autores,

Mauricio Guerrero Valenzuela, Bernabé Hernandis Ortuño, Begoña Agudo Vicente.

informamos que ha sido aprobado para publicación en el Volumen 22 N° 3, julio - septiembre 2014, de Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, ISSN 0718-3291 versión impresa, ISSN 0718-3305 versión en línea.

Estaremos en contacto para enviar el último pdf recibido de imprenta, para vuestro V°B° final, previo a impresión. Fecha estimada: junio 2014.

Saluda atentamente a usted,

Dr. Kristopher Chandía Valenzuela
Editor

--

Ingeniare. Revista chilena de ingeniería
www.ingeniare.cl
Fono: (56-58)2205650
Casilla 6-D
18 de Septiembre 2222
Arica - Chile

9.6 Anexo 6: Aceptación 2: Revista Innovar

26/1/2016

Gmail - ARTICULO EN EVALUACION REVISTA INNOVAR

revinnova_bog <revinnova_bog@unal.edu.co>

25 de enero de 2016, 20:36

Para: mauricio guerrero valenzuela <mauricio.guerrero.va@gmail.com>

Cc: Begoña Agudo <bego.agudo.vicente@gmail.com>, bernabeh Hermandis Ortuño <bhermand@dig.upv.es>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
SEDE BOGOTÁ
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN Y CONTADURÍA PÚBLICA
REVISTA INNOVAR

Máxima clasificación en el Índice Bibliográfico Nacional (A₁)

Indizada en Scopus, Web of Science - Sciendo Citation Index, ScELO, JSTOR, CSA Soc-Abs, PAIS, Academic One File, Educational Research Abstracts, Redalyc, CLASE

Respetados autores,

De nuevo, agradecemos su interés en Revista INNOVAR. Ya atendida la mayoría de los comentarios previamente señalados en esta versión corregida, les informamos que su artículo "Aproximación a la representación formal del producto: Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual" ha sido aceptado para entrar formalmente en el proceso editorial.

Les recordamos que dicho proceso (obtención de conceptos por parte de los pares) dura en promedio entre nueve meses y un año a partir del día de hoy. En cuanto tengamos avance sobre el mismo, les haremos saber de manera oportuna.

Cualquier pregunta o aclaración adicional, no duden en hacémosla llegar.

Cordialmente,

Deisy Janeth Osorio G.
Asistente Editorial
Revista INNOVAR
Universidad Nacional de Colombia
Sede Bogotá
Tel. (57)(1) 3165000, ext. 12367

INNOVAR *Journal of Administrative and Social Sciences*

ISSN 0121-5051

Since its founding in 1991, INNOVAR has been publishing papers on a variety of topics concerning Business Administration and Accountancy.

<https://mail.google.com/mail/u/0/?ui=2&ik=b677131434&view=pt&search=inbox&th=1525a55e4eaa2494&siml=1525a55e4eaa2494&siml=1527a4a57d1155a4>

2/3

**9.7 Anexo 7: Modelo de aceptación coautor Publicación 1:
Estudio comparativo de las acciones a considerar en
el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y
el diseño de productos**



D./D^a: BERNABÉ HERNANDIS ORTUÑO

Coautor de la publicación: Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de 

Declara su aceptación para que el doctorando presente el trabajo como tesis o parte de su tesis, a la vez que expresa su renuncia a presentar este como tesis o parte de otra tesis doctoral

Declaración exigida como requisito por la normativa institucional de la U.P.V. (11.4.e de la normativa institucional)

Fecha y firma

23-12-2015

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and a vertical line, positioned below the date.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCOLA DE DOCTORAT

D./D^a: BEGOÑA AGUDO VICENTE

Coautor de la publicació: Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de c

Declara su aceptación para que el doctorando presente el trabajo como tesis o parte de su tesis, a la vez que expresa su renuncia a presentar este como tesis o parte de otra tesis doctoral

Declaración exigida como requisito por la normativa institucional de la U.P.V. (11.4.e de la normativa institucional)

Fecha y firma

23-12-2015

**9.8 Anexo 8: Modelo de aceptación coautor Publicación 2:
Aproximación a la representación formal del producto:
Estudio sobre los atributos en el diseño conceptual**



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA

ESCOLA DE DOCTORAT

D./D^a: BERNABÉ HERNANDIS ORTUÑO

Coautor de la publicación: Aproximación a la representación formal del producto: estudio sobre

Declaro su aceptación para que el doctorando presente el trabajo como tesis o parte de su tesis, a la vez que expresa su renuncia a presentar este como tesis o parte de otra tesis doctoral

Declaración exigida como requisito por la normativa institucional de la U.P.V. (11.4.e de la normativa institucional)

Fecha y firma

23-12-2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCOLA DE DOCTORAT

D./D^a: BEGOÑA AGUDO VICENTE

Coautor de la publicació: Aproximación a la representación formal del producto: estudio sobre

Declaro su aceptación para que el doctorando presente el trabajo como tesis o parte de su tesis, a la vez que expresa su renuncia a presentar este como tesis o parte de otra tesis doctoral

Declaración exigida como requisito por la normativa institucional de la U.P.V. (11.4.e de la normativa institucional)

Fecha y firma

23-12-2015

**9.9 Anexo 9: Modelo de aceptación coautor Publicación 3:
Modelado y representación formal del concepto de
diseño: Un estudio exploratorio de expertos y
principiantes**



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCOLA DE DOCTORAT

D./D^a: BERNABÉ HERNANDIS ORTUÑO

Coautor de la publicación: Hacia la representación formal del producto en el diseño conceptual.

Declara su aceptación para que el doctorando presente el trabajo como tesis o parte de su tesis, a la vez que expresa su renuncia a presentar este como tesis o parte de otra tesis doctoral

Declaración exigida como requisito por la normativa institucional de la U.P.V. (11.4.e de la normativa institucional)

Fecha y firma

23-12-2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCOLA DE DOCTORAT

D./D^a: BEGOÑA AGUDO VICENTE

Coautor de la publicació: Hacia la representación formal del producto en el diseño conceptual.

Declara su aceptación para que el doctorando presente el trabajo como tesis o parte de su tesis, a la vez que expresa su renuncia a presentar este como tesis o parte de otra tesis doctoral

Declaración exigida como requisito por la normativa institucional de la U.P.V. (11.4.e de la normativa institucional)

Fecha y firma

23-12-2015

