



Concurrent sketching model for the industrial product conceptual design

Juan Carlos Briede-Westermeyer ^a, Marcela Cabello-Mora ^b & Bernabé Hernandis-Ortuño ^c

^aDepartamento de Arte y Tecnologías del Diseño, Universidad del Bío-Bío, Chile. jbriede@ubiobio.cl

^bDepartamento de Arte y Tecnologías del Diseño, Universidad del Bío-Bío, Chile. mcabello@ubiobio.cl

^cDepartamento de Expresión Gráfica, Universidad Politécnica de Valencia, España. bhernandis@degi.upv.es

Received: December 4th, 2013. Received in revised form: June 12th, 2014. Accepted: June 25th, 2014.

Abstract

Conceptual design is one of the earliest stages of product development, and is responsible for defining key aspects of the final product. The systematic approach addresses this stage by using a disaggregate model of product attributes and their corresponding geometries. This ultimately serves as a starting point for exploring conceptual proposals. Research into the emergence of various sketch typologies shows that they are labeled according to aim rather than technical utility. The proposed sketch-based model is intended to serve as a comprehensive version of the systematic model for conceptual design (Hernandis & Briede, 2009). Sketch outlines are used during various stages of the model in order to enable and visually assist with cognitive processes and decision-making during the initial theoretical stages, which are abstract and poorly defined.

Keywords: Engineering Design, Product Design, Systemic Methodology, Sketching, Ideation, Conceptual Design.

Modelo de abocetado concurrente para el diseño conceptual de productos industriales

Resumen

El diseño conceptual, en el diseño de nuevos productos, es la etapa temprana donde se definen aspectos claves del producto final. El enfoque sistémico aborda dicha fase a través de un modelo de desagregación teórica de los atributos del producto y su asociación a geometrías que las representen, sirviendo de base para realizar la exploración de la propuesta conceptual. La investigación en torno al origen de las diversas tipologías de boceto demuestra que se nombran en función de su propósito más que en su instrumentalización técnica. El modelo de abocetado concurrente planteado busca ser un modelo ampliado del modelo sistémico para el diseño conceptual (Hernandis & Briede, 2009), que asocia el uso de las tipologías de boceto a las diversas etapas del modelo para facilitar y apoyar visualmente los procesos cognitivos y la toma de decisiones en etapas teóricas iniciales, poco definidas y muy abstractas.

Palabras clave: Ingeniería del Diseño, Diseño de Productos, Metodología Sistémica, Abocetado, Ideación, Diseño Conceptual.

1. Introducción

El diseño de productos es una actividad que puede orientar los procesos de creatividad desde la generación de las ideas hasta la materialización de un nuevo producto con el objetivo de alcanzar la diferenciación y competitividad en el mercado actual y con ello la innovación. Una actividad que no sólo debe considerar el ejercicio proyectual, que busca aterrizar y concretar las ideas, sino también la consideración e integración de múltiples factores de diversos órdenes y contextos desde una perspectiva multidimensional [1] orientado a la fabricación y producción [2]. Debiendo

balancear en esa suerte de contradicción que busca compatibilizar e integrar la creatividad con la racionalización de procesos [3]. Desde el punto de vista de la ingeniería del diseño las características y cualidades del producto ya se definen en etapas tempranas del proceso. Estudios sobre el impacto de la etapa de diseño conceptual han demostrado que tanto la calidad como el 70 % a 80 % de los costos del producto final ya se definen en dicha etapa [4], por lo que debe abordarse con la debida atención y rigor metodológico ya que luego es muy difícil enmendar errores [5]. El diseño conceptual se considera una etapa de síntesis, donde se utilizan representaciones de diseño como el boceto y sus

diversas tipologías para asistir al proceso cognitivo relacionado con la creación, y las acciones de exteriorizar, explorar y registrar las primeras soluciones [6]. La Metodología Sistemática [7] plantea una fase de análisis teórico para abordar la fase conceptual, definiendo las características del sistema-producto a través de una desagregación que posibilita un estudio detallado de los atributos por subsistemas, su integración y análisis en el espacio del diseño. Este artículo presenta los aspectos básicos del modelo sistémico en el diseño conceptual de productos y expone las diversas tipologías de bocetos y propósitos, para finalmente proponer un modelo ampliado que integre y prescriba el uso de las diversas tipologías de bocetado durante las fases iniciales orientadas a la configuración del diseño conceptual.

2. Diseño de productos

El diseño como disciplina proyectual está orientado a la resolución de problemas, que es una forma natural y la más ubicua de las actividades humanas [8]. El diseño industrial optimiza la función, el valor y la apariencia de productos y sistemas para el beneficio mutuo de usuarios y fabricantes [9]. El diseño industrial se refiere a un proceso de combinación de artes y ciencias aplicadas para mejorar la cualidad estética de un producto, resultado de la creatividad individual y la innovación industrial [10,11]. Para el diseño de ingeniería se considera "diseño" como un proceso de toma de decisiones de la innovación y los ajustes para cumplir con las necesidades requeridas por un producto potencial, permitiendo la construcción y la integración de nuevos sistemas/productos que están sujetos a restricciones dinámicas [12]. El diseño conceptual es una de las fases más importantes para definir las características expresivas (apariencia) y de ingeniería (funcionamiento) con el fin de traducirlas en formas geométricas de un nuevo producto basado en los requerimientos del cliente [13]. La generación de concepto o también llamado "ideación" es un proceso esencial para el desarrollo de diseños innovativos. Durante este proceso, los diseñadores pueden crear una amplia variedad de conceptos y propuestas de soluciones creativas que definen en última instancia el potencial para innovar [14].

3. Metodología sistémica para el diseño de productos

La metodología sistémica para el diseño de productos [15] plantea el análisis bajo la descomposición de los subsistemas fundamentales del diseño: forma, función y ergonomía en volúmenes, superficies y límites de contorno, como divisiones capaces de incorporar todos los valores integrantes del diseño, dando lugar a un modelo conceptual de formulación por objetivos, generalizable al análisis de cualquier producto.

4. Concepto y tipologías de bocetos

El boceto, al ser un tipo de dibujo, hereda ciertas características propias de esta representación. Desde el punto de vista material toma los medios operativos; desde el conceptual, la construcción de una imagen estática.

Finalmente de las técnicas constructivas emplea la perspectiva para generar la ilusión de especialidad: volumetría e isometría. Estas técnicas tradicionales siguen siendo válidas y claves al momento de abordar la representación a mano alzada, particularmente en la descripción de objetos mediante proyecciones diédricas [16].

El boceto es una de las principales herramientas para plasmar el diseño conceptual. Este medio hereda la técnica y los principios del dibujo para representar y simular una realidad en su condición volumétrica y espacial en un entorno bidimensional. Goel (1995) considera al boceto como el primer paso del proceso de diseño para externalizar y visualizar ideas en un nivel individual. Pero más allá de la calidad del resultado y su nivel de realismo, es el apoyo fundamental que establece este medio a niveles cognitivos en el proceso mental llevado a cabo durante el diseño. Es el nivel de síntesis, informalidad y ambigüedad [17] de este lenguaje expresivo el que reafirma la fase tentativa y efímera de la propuesta y su estado en desarrollo. Además de apoyar la dialéctica [18] permite la emergencia y la reinterpretación de los datos visuales. Se constituye en un apoyo más que en una fijación en el proceso de resolución. El boceto es un dibujo a mano alzada, transversal a todo el proceso de diseño pero que se utiliza principalmente en las primeras etapas de diseño, apoyando el desarrollo de ideas en la etapa conceptual. Se caracteriza por ser un dibujo informal de desarrollo, cuyo énfasis está en representar las ideas y conceptos de manera visual, es decir formalmente.

Para estudiar el concepto de boceto hay que ir a su origen etimológico. "*La etimología de todas estas palabras es muy clarificadora: esbozo y boceto son palabras tomadas del italiano bozza, nombre dado a la piedra sin desbastar; bosquejo es, a su vez, palabra derivada de bosquejar, de la misma raíz de bosque, y significa desbastar un tronco; croquis es un término tomado del francés, deriva de croquer, y significa: indicar solo a grandes rasgos*" [19]. Según Olszewski [20] en el Renacimiento se denomina al boceto "primi pensieri" o primer pensamiento, que se plasmaba a través de líneas sin refinar. Otros orígenes provienen del griego *Shkedios*, que significa sin preparar y del latín, *Schedius*, realizado abruptamente. El propio Leonardo Da Vinci utilizaba el dibujo, "...para aterrizar sus ideas para un nuevo aparato, o cuando deseaba registrar el estado del arte del renacimiento..." [21].

Ya en el siglo XVII, Zucari [22] instaura la definición de *proyecto*, estableciendo una división del dibujo en diseño interno y diseño externo. Un proceso que comienza con la creación de un concepto interno en el intelecto que luego debe hacerse perceptible. Para ello se le da cuerpo y forma visual a través del dibujo; el cual tiene la obligación de dar forma y mostrar públicamente la imagen mental. Por medio de una simple delineación, circunscripción, medida y figura de cualquier cosa imaginada o real. Muchos autores se refieren a la importancia del dibujo en el proceso de diseño de manera genérica. El dibujo está presente en el proceso de diseño, aunque el tipo de dibujo variará según el propósito que tenga dentro del proceso. Es así como Lawson [23] afirma que cada tipo de dibujo tiene sus propias reglas y características. Johnson plantea una definición en progreso sobre el abocetado, asociada al proceso productivo: "*Una serie de marcas rápidas*

de variados grados explícitos y acabados, realizadas a través de una multitud de medios en las primeras etapas de diseño para el propósito de la producción” [24]. En cambio Lansdown asocia estas marcas a un proceso de exteriorización: “El diseñador necesita dibujar a fin de exteriorizar sus pensamientos y volverlos concretos. Incluso se podría decir que si un objeto no ha pasado por este proceso de exteriorización, no ha sido diseñado” [25].

La exteriorización es útil para comunicar ideas y al mismo tiempo es considerada un proceso mediante el cual se diseña. Esto hace ver el proceso de diseño como un *proceso de exteriorización*. Lo anterior plantea considerar el boceto no sólo como resultado de una operación gráfica, sino como medio en un proceso cambiante, donde las ideas van mutando, y se van transformando. El proceso de diseño utiliza representaciones como medio para exteriorizar las ideas, transformar una imagen mental en una imagen visual, y así poder compartirlas, explorarlas, transformarlas y evaluarlas: “No puede haber actividad de diseño sin representaciones. Las Ideas tienen que ser representadas para poder ser compartidas por otros, incluso cuando se comparten con uno mismo. Los diferentes modos de representaciones y estrategias abordan distintas oportunidades con el fin de leer o transformar ideas de diseño” [26].

El dibujo es una de las representaciones visuales más utilizadas durante el proceso, permite definir la apariencia visual de los objetos, su morfología y su configuración constructiva. En este sentido, la mayor parte de los dibujos relacionados con diseño industrial manifiestan aspectos estructurales del objeto. Se alcanza la especialización de la representación, es decir, el dibujo en esta etapa es técnico, geométrico o de construcción. El dibujo especializado, por su carácter utilitario e instrumental, está sujeto a convenciones de símbolos compartidos por aquellos profesionales que los utilizan: arquitectos, ingenieros o diseñadores. Estos símbolos compartidos permiten la comunicación entre las diferentes disciplinas y ayudan a las instrucciones de ejecución de obras. La geometría aporta objetividad a este tipo de dibujo, ya que expresa las formas a través de modelos geométricos invariables. Cifrándose al significado de boceto encontrado en la Real Academia Española:

1. m. Proyecto o apunte general previo a la ejecución de una obra artística.

2. m. Esquema o proyecto en que se bosqueja cualquier obra¹

Estas dos definiciones muestran la naturaleza del boceto como elemento proyectual que sirve de base a la obra posterior, a través de un esquema en el cual se bosqueja una obra, un apunte, un bosquejo haciendo referencia a su naturaleza transitoria. Al ser concebido como esquema se transforma en la organización de un sistema. Lo anterior sin desconocer la herencia que recibe del dibujo: convenciones y principios. El boceto se establece como un estadio de transición, donde asiste al desarrollo de la solución. Es de naturaleza dinámica ya que modifica, añade o quita elementos de la solución. Las representaciones conceptuales juegan un rol fundamental en los fenómenos de emergencia (develamiento) y reinterpretación durante la actividad temprana del diseño. Por emergencia se entiende nuevos pensamientos e ideas que no podrían ser anticipados ni

planeados antes de trazar. La reinterpretación se refiere a la habilidad de transformar, desarrollar y engendrar nuevas imágenes a partir de la reinterpretación de las imágenes iniciales. Se configuran procesos dialécticos de ideación y formación de conceptos, gracias a las posibilidades de transformación de la imagen y orientados a la creatividad, innovación y desarrollo de conceptos [27]. Para Pipes [28], el principal propósito del diseñador de productos es representar en dos dimensiones, con signos sobre el papel un objeto tridimensional real o imaginario, exteriorizándolo. Representación que es un medio de persuasión para vender y comunicar información orientada a la fabricación. Al mismo tiempo, la actividad del ingeniero también mantiene una relación intrínseca con el dibujo. Autores como Ullman [29] buscan demostrar la necesidad del dibujo en todas las etapas del diseño mecánico. Larkin y Simon [30] concluyen que los bocetos permiten agrupar información en un formato fácilmente accesible y recuperable, en comparación con las descripciones textuales que son secuenciales en la naturaleza. Por su parte Walderon [31] argumenta que los diseños mecánicos son percibidos en varios niveles de abstracción mediante bocetos, abarcando desde entidades geométricas sencillas hasta componentes funcionales.

Diferentes investigadores atribuyen importantes características a la actividad de abocetar en el proceso de diseño, los diagramas y dibujos en Diseño Industrial, serán/servirán [32]:

- Rápidos, convenientes para la capacidad de la memoria a corto plazo.
- Describirán una forma sin una estructura secuencial particular, con lo cual es implícito.
- Servirán para analizar
- Abstractos e inexactos, evitarán detalles innecesarios
- Desechables, se caracterizan por un compromiso mínimo.
- Externalizarán y visualizarán problemas.
- Organizarán la actividad cognitiva.
- Simplificarán la resolución de problemas y el esfuerzo creativo.
- Representarán los artefactos del mundo real para “manipular y razonar” por medio de ellos.
- Revisarán y refinarán las ideas.

El boceto es la manera de representación formal que asiste a la primera síntesis de soluciones. Conformando una etapa altamente creativa donde la interfaz es capaz de acoplarse a la rapidez del proceso mental para exteriorizar, registrar y explorar posibles soluciones.

Existe una serie de bocetos que cumplen con el propósito de comunicación en términos genéricos. La diferencia entre los mismos radica en el tipo de información que se desea comunicar, esto se encuentra relacionado con la fase o nivel de desarrollo de la entidad y del contexto. Los distintos tipos de bocetos se han clasificado en los siguientes criterios:

4.1. Bocetos de Exploración/Ideación

Boceto Pensante [33]: usado para enfocar y guiar el pensamiento no verbal. Apoya el proceso de reflexión visualmente.

¹ (Del it. bozzetto).

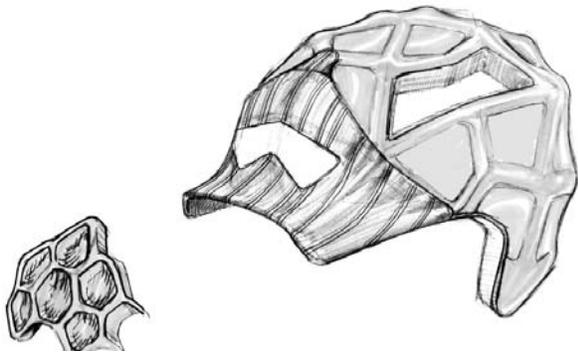


Figura 7. Boceto Conceptual.
Fuente: Cartes J. (2009)

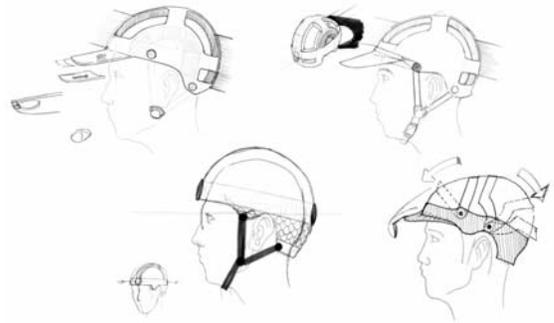


Figura 10. Boceto Explicativo.
Fuente: Cartes J. (2009)

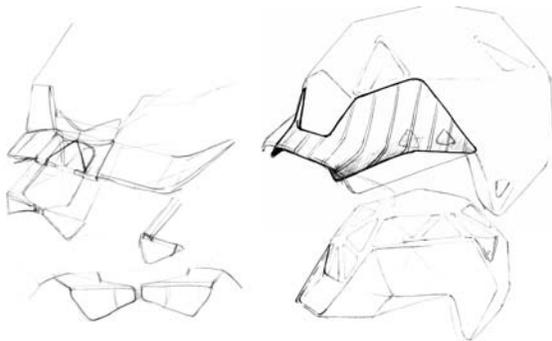


Figura 8. Boceto Informal.
Fuente: Cartes J. (2009)

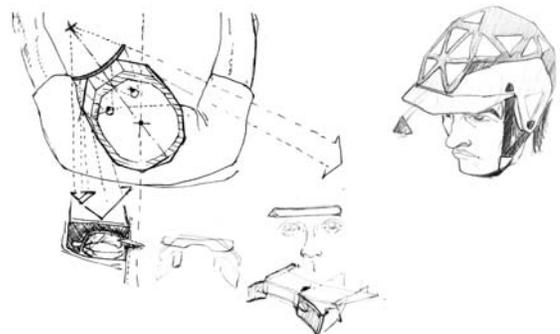


Figura 11. Boceto de estudio y observación.
Fuente: Cartes J. (2009)

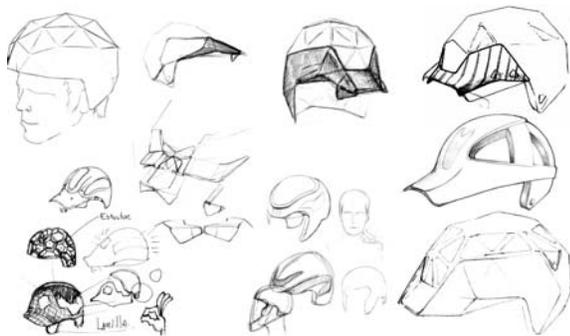


Figura 9. Boceto Thumbnail.
Fuente: Cartes J. (2009)

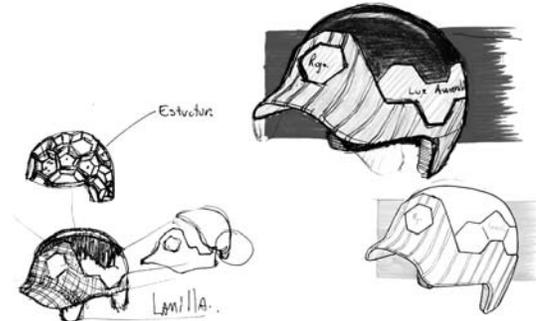


Figura 12. Dibujo de Presentación.
Fuente: Cartes J. (2009)

creativo. La expresión a mano alzada es primordial, no condicionada o afectada por los medios materiales utilizados.

Boceto Informal [37]: mediante este tipo de boceto se hace mención a la falta de rigurosidad útil del medio. Se realiza a mano alzada representando el objeto y su función con alto grado de abstracción y sin escala.

4.2. Bocetos de definición

Boceto Thumbnail [38,34] y el *boceto aproximado* [39]: permiten considerar opciones de puntos de vista y variaciones de un diseño. Comienza a examinar alternativas de diseño. Sirve para la selección y el desarrollo posterior.

El *Boceto explicativo* [40]: son bocetos para explicar funciones, estructuras y formas. Comunica de manera neutral, enfocado en dar a entender más que en vender. Es un boceto más laborioso, utiliza una serie de técnicas para alcanzar su propósito.

Boceto de estudio y observación [41,42]: se define como un proceso o método que utiliza capas de papeles translúcidos y el borrado como herramientas.

Dibujo de Presentación [43]: son realizados a partir de los bocetos previos, éstos se rehacen y refinan para presentar la idea de manera más precisa.

Boceto de especificaciones [34] según Pavel es un dibujo más elaborado y riguroso que utiliza dibujo técnico y preciso para especificar diferentes aspectos del producto, es preparado para la transición del modelado físico a CAD.

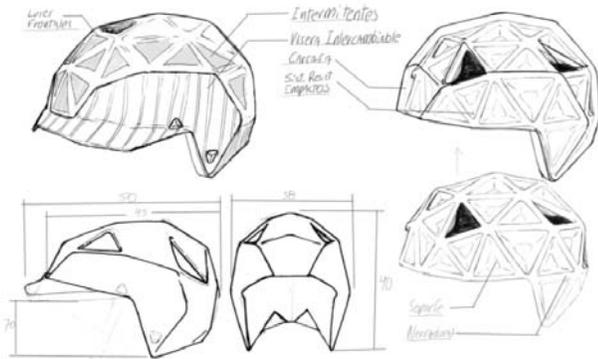


Figura 13. Boceto de especificaciones.
Fuente: Cartes J. (2009)



Figura 16. Boceto Persuasivo.
Fuente: Cartes J. (2009)

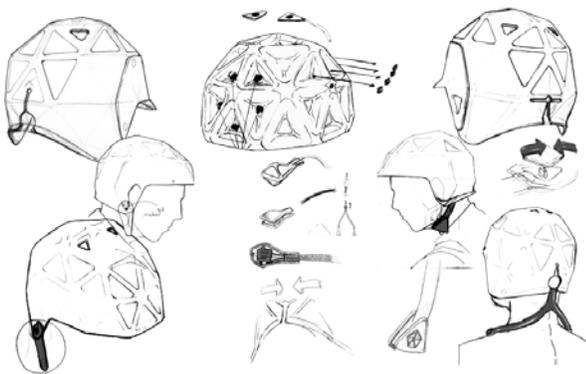


Figura 14. Boceto Presentación.
Fuente: Cartes J. (2009)

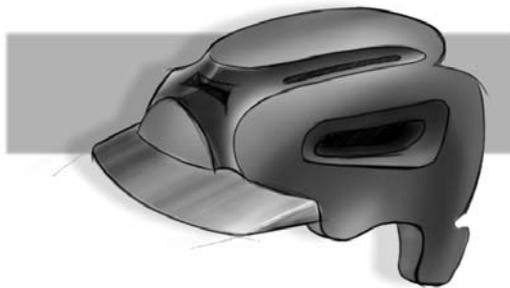


Figura 15. Rendering o Conceptual Sketch.
Fuente: Cartes J. (2009)

Este proceso permite evaluar la posibilidad de implementar el concepto en tres dimensiones.

4.3. Bocetos de presentación

Boceto Presentación [44]: es un dibujo con todos los detalles necesarios para que la totalidad del proyecto esté definida y se comprenda.

Rendering o Conceptual Sketch [35]: es una representación muy realista que busca comunicar las

características del producto completo, con todos los detalles de la forma, textura, color y patrones para un entendimiento claro. Es según Shimizu una representación cuyo objetivo es dotar de una fuerte apariencia y expresión dramática a la forma.

Boceto Persuasivo [45]: Pretende impactar e influenciar a la audiencia para vender un concepto de diseño. Busca representar un carácter o sentimiento, más que ilustrar un producto físico con todos sus detalles. Una imagen de cualidad casi pictórica, artística, que no se puede lograr con un programa de CAD.

Conocer el propósito de las diferentes tipologías de boceto nos permite contextualizar su utilidad dentro del proceso de diseño. El medio, ya sea papel y lápiz, tiza sobre pizarra o tableta digital, impone sus propias restricciones a la representación que se gesta en el boceto. Durante el proceso, el diseño es refinado desde un concepto abstracto hasta un borrador detallado del mismo. En consecuencia, es importante que en este proceso de estudio ingenieril, la persona que realiza los bocetos de representación, evidencie su capacidad para representar los conceptos diseñados gráficamente.

5. Integración del uso del boceto en el diseño conceptual según la secuencia sistémica

A continuación se realiza un análisis cualitativo de la secuencia sistémica y sus etapas con el objetivo de determinar que tipología de boceto es el más idóneo para apoyarla. En la tabla 1 se nombran los bocetos, se describe su propósito y la modalidad instrumental (análogo, digital o híbrido) para su aplicación.

Para finalmente diagramar el Modelo resultante presentado en la Fig. 17. Dicho modelo busca apoyar el proceso concurrente [46] con el uso de diversas tipologías de boceto en las diversas fases para llegar a la elección y presentación del diseño conceptual. La estructura plantea la secuencia y acciones en las siguientes etapas a las cuales se les Asocia una tipología de boceto que se presenta y describe en la Tabla 1.

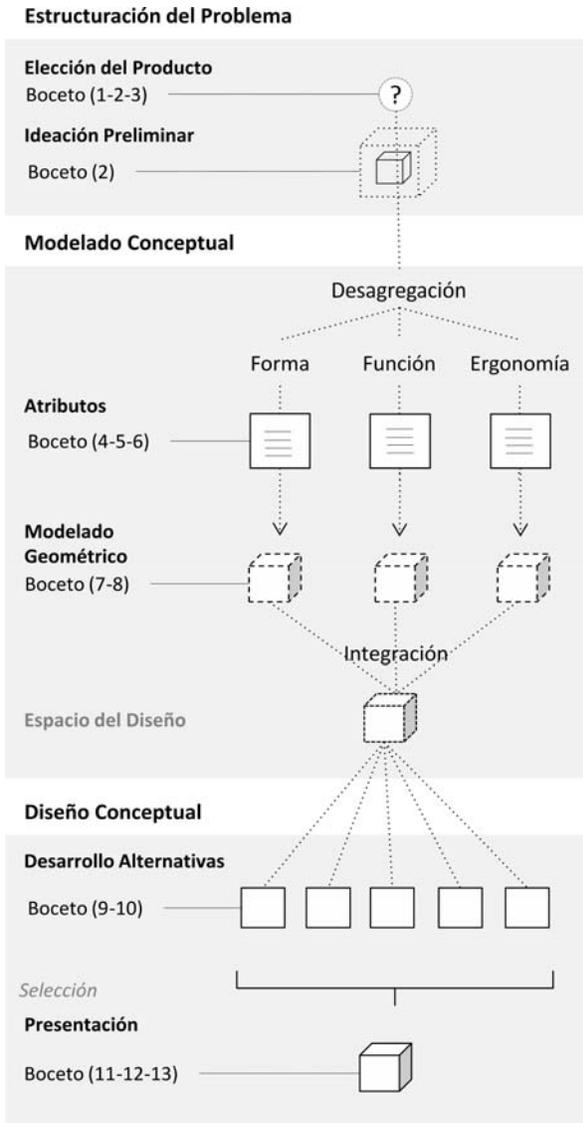


Figura 17. Modelo de abocetado para la Metodología Sistemática.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se procederá a definir cada etapa del modelado, describiendo sus propósitos y objetivos.

5.1. Elección del producto

La elección de producto es fundamental, ya que todo el desarrollo posterior se basará en esta decisión. Para ello es necesario hacer un estudio; obtener información acerca del tipo de producto y la orientación que éste debe asumir. Es en esta etapa donde se realiza una pequeña búsqueda genérica. En este breve proceso creativo se analizan los posibles desarrollos, planteándose la utilización del boceto como medio para asistir dicho proceso; es decir, que apoye la visualización, discusión y comunicación de las ideas a un nivel preliminar. En primer lugar a través del Boceto Pensante usado para enfocar y guiar el pensamiento no verbal en este proceso cognitivo. Seguido por el Boceto

Tabla 1.
Tipologías de bocetos.

Tipo de Boceto	Objetivo	Modalidad
Pensante (1)	Apoyar el pensamiento creativo y el desarrollo de ideas	Análogo
Informal(2)	Generación de ideas básicas para constituirse en un referente visual ambiguo.	Análogo
Memo(3)		
Estudio (4)	Visualización y exploración de atributos del producto a diversos niveles de abstracción	Análogo
Concepto (5)		
Observación (6)		
Descriptivo (7)	Estructurar y modelar básicamente los elementos que constituyen el espacio del diseño.	Análogo
Explicativo(8)		Digital
Investigación & Exploración(9)	Apoyar la exploración y análisis de soluciones.	Análogo
Presentación (10)		Híbrido
Conceptual(11)	Comunicar, seducir, potenciando los rasgos y apariencia del producto.	Análogo
Render (12)		Digital
Persuasivo(13)		Híbrido

Fuente: Elaboración propia.

informal, rápido y suelto, el cual ayuda a aclarar las cuestiones relativas al nuevo producto, en términos muy genéricos y básicos.

Objetivos: Apoyar el proceso cognitivo, la búsqueda, análisis, discusión y decisión. Complementar la acción del texto y la palabra, reafirmada con la imagen y actuar de ejemplo para razonar prospectivamente.

5.2. Ideación preliminar

En esta etapa metodológica se realiza un proceso mental que va del dominio concreto al abstracto. Permite ampliar el espacio del diseño, de lo *específico/concreto* a lo *genérico/abstracto* a partir de la fijación de la idea. Como una primera definición global del producto alejada de soluciones concretas, es decir en términos conceptuales. El objetivo es convertir una desventaja en ventaja. La definición conceptual es un referente de comparación y analogía para el desarrollo de la propuesta. El tipo de boceto que se plantea es *informal*, a través de una representación básica que permita ser utilizada como hito y referencia de partida para el análisis y discusión para desmarcarse y evolucionar dicha idea.

Objetivos: Generar ideas básicas, constituirse en referente visual ambiguo, que apoye la discusión y exploración del espacio de diseño abstracto. Establecer un punto de partida en ocasiones por contraste y en otras por analogía, en el cual se facilite la exploración teórica de la propuesta y su relación con el problema del diseño.

5.3. Modelos conceptuales

Se generan los modelos conceptuales definiendo los atributos y características desde el punto de vista formal, funcional y ergonómico. Se deben ordenar jerárquicamente los *atributos* por subsistema (formal, funcional, ergonómico), generar un análisis visual con respecto a dichas características mediante el boceto. De esta manera se busca aprovechar la capacidad de síntesis y abstracción que conlleva la delineación del trazo para generar y establecer las

expresiones formales en dichos atributos y la posibilidad de establecer cuestiones medulares de diseño. A partir de esta retroalimentación hay que especificar y generar los modelos geométricos para ellos.

Es un ejercicio de alto nivel de abstracción que contempla abstraer de cada atributo la expresión formal, por medio de una línea, superficie o volumen de manera desagregada. Este análisis documentado tiene utilidad como base de datos para contrastar las definiciones posteriores, ya sea en los modelos conceptuales y su geometría y en el resultado final de la propuesta conceptual.

Los bocetos en este caso son *de estudio-observación* y de *concepto*, ya que son capaces de hacer visibles los conceptos además de generar un sinnúmero de alternativas, tipo lluvia de ideas, que contemplen los atributos teóricos mediante rasgos de configuración.

Objetivos: Manifestar por medio de un lenguaje Abstracto de Visualización cualidades y atributos a través de la imagen.

5.4. Modelos geométricos

La implementación de los modelos conceptuales es un ejercicio de síntesis y de toma de decisiones. El medio de representación es el boceto descriptivo y prescriptivo, de contorno, simple. Se busca establecer y comunicar las relaciones volumétricas básicas en el espacio a través de un boceto que utiliza solamente línea de contorno.

Objetivos: Estructurar visualmente el espacio del diseño y sus requerimientos espaciales.

5.5. Espacio del diseño

El espacio del diseño con todas las cuestiones a contemplar en la generación de la propuesta, se representa por medio de un esquema global. El *boceto descriptivo* pero de carácter esquemático busca delinear de manera general las relaciones entre geometrías contenidas en el diseño, relaciones de ubicación, orientación, proporción y tamaño.

Objetivos: Apoyar el desarrollo y pruebas de alternativas. Explorar posibles soluciones esquemáticas.

5.6. Diseño conceptual

A partir de las especificaciones y consideraciones que definen el espacio de diseño como un sistema que configura relaciones, las cuales deben ser consideradas para abordar la materialización y caracterización de la solución. Para esto se plantea un proceso divergente de exploración de alternativas en paralelo. Las que serán evaluadas según criterios previamente establecidos a través de un proceso convergente, el cual integrará las atributos deseables de otras alternativas, configurando la propuesta definitiva en términos conceptuales.

La configuración corpórea de la idea en términos concretos se realiza en esta etapa, mediante una representación visual. Representación capaz de comunicar las características del producto, basada principalmente en su apariencia, informando acerca de su configuración global, de partes y piezas, aspectos constructivos, de estilo, de uso, etc.

La representación debe tener la suficiente información para que la idea o principio de producto se comprenda en términos globales. Se utilizan los bocetos conceptual para el desarrollo de alternativas que permitan configurar de manera rápida y gestual las propuestas de diseño. Paralelamente se emplea el boceto descriptivo a mano alzada cuyo propósito es expresar de manera objetiva las características del producto. La alternativa elegida se desarrolla de manera más detallada a través del boceto render. Posteriormente continúa el avance de manera dramática mediante el boceto Persuasivo con el objetivo de seducir a la audiencia mostrando las características del producto de manera especial. Es una imagen más elaborada, contemplando el uso del color, sombra, brillos y texturas aplicadas de manera estratégica. Tipología de boceto que sigue siendo aproximado en escala pero con énfasis en la emotividad y sensación.

Objetivo: Representar de manera general la configuración de los atributos y cualidades de la idea de producto.

6. Conclusiones

El boceto como representación funcional, independiente de su instrumentalización análoga, digital o híbrida posee un carácter flexible y versátil, permite a través de sus tipologías asistir a las diversas fases del proceso de diseño conceptual. Es posible relacionar los distintos tipos de bocetos con las etapas que define el modelo sistémico. Permitiendo orientar, economizar tiempo y recursos cognitivos, acotando el grado de definición del producto a sus estadios de desarrollo. El modelo de abocetado faculta integrar y prescribir la intencionalidad del boceto como representación de diseño, a las fases que el modelado concurrente define. El planteamiento de desagregación sistémica busca controlar la complejidad en la definición del producto a través de un análisis teórico que requiere altos niveles de abstracción, que por medio del lenguaje visual otorgado por los bocetos, permite facilitar el análisis y la toma de decisiones en las distintas etapas del modelado. Apoyar la toma de decisiones en contexto de alto nivel de abstracción y teorización a través de los bocetos permite visualizar y acercar a dimensiones concretas y aliviar las cargas cognitivas. Al mismo tiempo, el uso del boceto comunica y registra con la simpleza de los trazos, situaciones altamente complejas. Es un registro visual que documenta la trazabilidad del proceso. Dicho registro pudiese nutrir futuros desarrollos.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la comisión nacional Científica & Tecnológica por financiar este trabajo a través de Fondecyt N° 11121570 y al fondo FAPEI de la Dirección de Investigación de la Universidad del Bío-Bío. A D.I. Jorge Cartes Sanhueza por colaborar con material gráfico de su proyecto: "Accessories for safety and visibility in the region of the head of the rider: Chromatic persuasion helmet with geodetic dissipation system for urban cyclists".

Referencias

- [1] Aguayo, F.V. y Soltero, V., Metodología del diseño industrial: un enfoque desde la ingeniería concurrente. Madrid, España: Ra-Ma, 2002.

- [2] Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J. and Grote, K.H., *Engineering design - A systematic approach*. London: Springer, 2007.
- [3] Brattström, A., Löfsten, H. and Richtner, A., Creativity, trust and systematic processes in product development, *Research Policy*, 41 (4), pp.743-755, 2012.
- [4] Ehrlenspiel, K. and Dylla, N., Experimental investigation of designers thinking methods and design procedures, *Journal of engineering design*, 4 (3), pp. 201-202, DOI: 10.1080/09544829308914782, 1993.
- [5] [Ehrlenspiel, K., Kiewert, A. and Lindemann, U., *Kostengünstig entwickeln und konstruieren: kostenmanagement bei der integrierten produktentwicklung*. Berlin, Germany, Springer, 1998.
- [6] Briede, J., *La metodología sistémica y el rol del boceto en el diseño conceptual de productos industriales*, Dr. Tesis, Departamento de Ingeniería Gráfica, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2008.
- [7] Hernandis, B., *Desarrollo de una metodología sistémica para el diseño de productos industriales*, Dr. Tesis, Departamento de Ingeniería Gráfica, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2003.
- [8] Braha D. and Maimon O., The design process: properties, paradigms, and structure, *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics—Part A: Systems and Humans*, 27 (2), pp. 146-166, 1997.
- [9] The Industrial Designers Society of America, IDSA, *What is industrial design? Industrial design defined*, 2010, [Online], Available at: <http://www.idsa.org/what-is-industrial-design>
- [10] Heskett, J., *Industrial Design*. Oxford, Oxford University Press, 1980.
- [11] Bertacchini, E. and Friel, M., (2013) *Understanding creativity and innovation in industrial design: An historical and empirical assessment*, [Online], Working paper 1/2013. Università di Torino, Available at: http://www.eblacenter.unito.it/WP/2013/1_WP_Ebla_CSS.pdf
- [12] Zhong, H., Wachs J.P., and Nof, S.Y., HUB-CI model for collaborative telerobotics in manufacturing, *Intelligent Manufacturing Systems*, 11 (1), pp. 63-68, 2013.
- [13] Hsu, L.H., and Chen S.Y., A case-based shape conceptualization system for supporting creative product design, *Journal of Engineering Design*, 17 (1), pp. 17-33, 2006.
- [14] Yilmaz, S., Daly, S.R., Seifert, C. and Gonzalez, R., Comparison of design approaches between engineers and industrial designers, *International Conference on Engineering and Product Design Education*, Dublin, pp. 178-183, 2013.
- [15] Hernandis, B., *Diseño de nuevos productos, una perspectiva sistémica*. [Online]. Cursos Formación Tutorizada a Distancia por Internet. Interf@d. Servicio de Publicaciones, Universidad Politécnica de Valencia, España 1999.
- [16] Rojas-Solas, J., Fernández-Sora, A., Serrano-Tierz, A. y Hernández-Díaz, D., Una revisión histórica: Desde el dibujo en ingeniería hacia la ingeniería del diseño. *DYNA*, 78 (167), pp. 17-26, 2011.
- [17] Goel, V., *Sketches of thought*. Cambridge, MA, MIT Press, 1995.
- [18] Goldschmidt, G., The dialectics of sketching, *Creativity Research Journal*, 4 (2) pp. 123-143, 1991.
- [19] Molina, J., Cabezas, L. y Bordes, J. *El manual de dibujo. Estrategias de su enseñanza en el siglo XX*, Madrid. España, Ediciones Cátedra, Grupo Anaya, S.A., 2003.
- [20] Olszewski, E.J., *The draughtsman's eye: Late renaissance schools and styles*. Cleveland, OH, Cleveland Museum of Art/Indiana University, 1981.
- [21] Petroski, H., *The Pencil: A history of design and circumstance*. New York, Ed. Alfred A. Knopf, 1990.
- [22] Zuccari, F., *L'idea de' Pittori, Scultori*. Turin, Italia: Ed. Architeti divisa in duelibri, 1607.
- [23] Lawson, B., *What designers know*, Oxford OX2 8DP, Architectural Press, Elsevier, Linacre House, Jordan Hill, 2004.
- [24] Johnson, B., *Sketching now*, *International Journal of Art & Design Education*, 21 (3), pp. 246-253, 2002.
- [25] Lansdown, J., *Graphics, design and artificial intelligence*, in Earnshaw, Ed., *Theoretical foundations of computer graphics and CAD*, Berlin, Springer, 1988.
- [26] Goldschmidt, G. and Porter, W., *Design representation*, London, Springer-Verlag, London Limited, 2004.
- [27] Eissen, K. and Steur, R. *Sketching. Drawing techniques for product designers*, Amsterdam, BIS Publisher, 2007.
- [28] Pipes, A., *Dibujo para diseñadores. Técnicas, bocetos de conceptos, sistemas informáticos, ilustración, medios, presentaciones, diseño por ordenador*, Barcelona, España, Art Blume S.A, 2008.
- [29] Ullman, D.G., Wood, S. and Craig, D., The importance of drawing in the mechanical design process, *Computers & Graphics*, 14 (2), pp. 263-274, 1990.
- [30] Larkin, J. and Simon H., Why a diagram is (sometimes) worth a thousand words, *Cognitive Science*, 11, pp. 65-99, 1987.
- [31] Walderon, M.B. and Walderon K.J., Conceptual CAD tools for mechanical engineers, in Patton E.M. Ed., *Proceedings of Computers in Engineering Conference, Computer and Graphics*, 2, pp. 203-209, 1988.
- [32] Lipson, H. and Shpitalni, M., Conceptual design and analysis by sketching, *Journal of Artificial Intelligence in Design and Manufacturing (AIDAM)*, 14, pp. 391-401, 2000.
- [33] Ferguson, E., *Engineering and the mind's eye*, Cambridge, MA, MIT Press, 1992.
- [34] Pavel, N., *The industrial designer's guide to sketching. Strategic use of sketching in the design process*, Trondheim, Tapir Academic Press, 2005.
- [35] Shimitzu, Y., *Creative marker techniques*. Tokio, Japan, Graphic-sha Publishing Co., Ltda, 1990.
- [36] Robbins, E., *Why architects draw*, Cambridge, MA, MIT, 1997.
- [37] Ullman, D., *The mechanical design process*, New York, McGraw-Hill, Science/Engineering/Math, 2009 .
- [38] Kemnitzer R., *Rendering with markers*. New York, Watson-Guption Publications, 1988.
- [39] Powell, D., Monahan, P., *Marker rendering techniques*, London & Sydney, Macdonald & Co, (Publishers) Ltd., 1987.
- [40] Olofsson, E. and Sjölen, K., *Design sketching*, Sweden, KEEOS Design Books AB, 2005.
- [41] Goldschmidt, G., On visual design thinking: The vis kids of architecture, *Design Studies*, 15 (2), pp 158-174, 1994.
- [42] Laseau, P., *Freehand sketching: An Introduction*, New York, W.W. Norton & Company, 2004.
- [43] Mc Gown, A., Green, G. and Rodgers, P.A., Visible ideas: Information patterns of conceptual sketch activity, *Design Studies*, 19 (4), pp. 431-453, 1998.
- [44] Erlinghagen, M. and Hank, K., Participation of older Europeans in volunteer work. MEA Discussion Paper 71-05, University of Mannheim, 2005, 28 P.
- [45] Olofsson, E. and Sjölen, K., *Design Sketching*, Sweden, KEEOS Design Books AB, 2005.
- [46] Hernandis, B. and Briede, J., An educational application for a product design and engineering systems using integrated conceptual models. *Ingeniare. Revista chilena de Ingeniería*, 17 (3), pp. 432-442, 2009.

J.C. Briede-Westermeyer, se recibe de Diseñador Industrial mención productos, en 1996 de la Universidad de Valparaíso, Chile, de MSc. en Diseño, Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos en 2005 y de Dr. en Métodos y Técnicas del Diseño Industrial y Gráfico en 2008, ambos de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Desde el año 1999 es profesor e investigador del Departamento de Arte y Tecnologías del Diseño de la Universidad del Bío-Bío, Chile. Las áreas de interés incluyen: Metodologías de Diseño, Procesos Colaborativos, Representaciones análogo-digitales y Enseñanza del Diseño,

M.B. Cabello-Mora, se recibe de Diseñadora en 2002 de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile, de MSc. en Diseño, Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos en 2005 y de Dra. en Métodos y Técnicas del Diseño Industrial y Gráfico en 2009, ambos de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Desde el año 2012 es docente e investigadora del Departamento de Arte y Tecnologías del Diseño de la Universidad del Bío-Bío, Chile. Revisora de Becas de Postgrado-Conicyt. Las áreas de interés incluyen: Colaboración, marketing, emprendimiento.

B. Hernandis-Ortuño, es Dr. Ingeniero Industrial en 2004 por la Universidad Politécnica de Valencia - UPV, España, Director del Máster en Diseño Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos de la UPV en 1999. Director y editor de la revista on line especializada en diseño www.rdis.upv.es, de 2012 a la fecha. Director de la Red Internacional en Diseño Sistemico RDIS, de 2012 a la fecha, miembro fundador del Grupo de Investigación y Gestión de Diseño de la UPV en 2000. Coordinador del programa de doctorado en Diseño, Fabricación y Gestión de Proyectos Industriales de la UPV de 2007 a 2011. Subdirector de Posgrado y Tercer Ciclo del Departamento de Ingeniería Gráfica de la UPV de 2004 a la fecha. Las áreas de interés incluyen: Metodologías Sistemicas para el diseño de productos. Modelos para Gestión del Conocimiento.