

# Estudio sobre el proceso de toma de decisiones durante la fase conceptual del diseño de producto

*Study on the process of decision-making during the conceptual phase of product design*

Recibido 20/01/2016 Aprobado 08/10/2016

ICONOFACTO VOL. 12 N° 19 / PÁGINAS 237 - 253

DOI: <http://dx.doi.org/10.18566/iconofact.v12.n19.a10>

Autor:

Jairo Chaur Bernal

Ingeniero mecánico por la Universidad Tecnológica de Pereira. Magíster en Diseño en Ingeniería Mecánica por la Universidad Nacional Autónoma de México y Doctor en Proyectos de Innovación Tecnológica, por la Universidad Politécnica de Cataluña. Es profesor asistente en la Escuela de Diseño Industrial de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Colombia, en Bogotá. Miembro del grupo de investigación MIMAPRO. Ha sido investigador y consultor en varias instituciones nacionales e internacionales. E-mail: [jchaurb@unal.edu.co](mailto:jchaurb@unal.edu.co)

**Resumen:** La fase de conceptualización en el diseño de producto tiene particular importancia, ya que las decisiones que en ella se toman tienen un impacto relevante en la definición del grado de innovación, en la calidad de la solución de diseño, en los costos y, por consiguiente, en la competitividad del producto. Durante esta fase, continuamente se aceptan o descartan opciones, de manera que tomar decisiones de manera acertada se constituye en una actividad muy importante para el diseñador industrial. El presente artículo estudia el proceso de toma de decisiones de algunos diseñadores industriales cuando trabajan en equipo durante la fase de generación de conceptos. El análisis se ha desarrollado mediante un trabajo experimental con grupos de estudiantes de diseño industrial de la Universidad Nacional de Colombia, los cuales afrontaron el reto de resolver conceptualmente un producto en sesiones de trabajo, que fueron grabadas aplicando el método de *estudio de protocolo de diseño*. En el resultado del análisis, se concluye que los factores más relevantes en

el proceso de toma de decisiones son: la experiencia de los participantes, la forma de abordar el ejercicio y la generación inicial de propuestas de solución. Se plantean recomendaciones que mejoren las capacidades de interacción asertiva y dinámica de diseñadores industriales cuando trabajen en equipo.

**Palabras clave:** Diseño de producto, conceptualización de productos, toma de decisiones, trabajo en equipo, método de estudio de protocolo.

**Abstract:** The phase of product design conceptualization is particularly important, since the decisions taken therein have a relevant impact on the definition of the degree of innovation, the quality of the design solution, the cost and, therefore, on the competitiveness of the product. During this phase, diverse options are continually accepted or discarded, so that making successful decisions becomes a very important activity for the industrial designer.

This article examines the process of decision making by some industrial designers when they work as a team during the concept generation phase. The analysis has been developed through an experimental work with groups of undergraduate students of industrial design at Universidad Nacional de Colombia, who faced the challenge of conceptually solving a product in several working sessions, which were recorded by applying the design protocol study method. The result of the analysis concludes that the most relevant factors in the decision-making process refer to the experience of the participants, the way to deal with the exercise and the initial generation of solution proposals. There are recommendations to enhance the capabilities of assertive and dynamic interaction of industrial designers when they work together.

**Keywords:** product design, conceptualization of products, decisión-making, team work, protocol study method.

## Introducción

### La importancia de la fase conceptual en el diseño de productos

La práctica profesional del diseño industrial, como en la mayoría de las disciplinas, ha pasado de ser individual y competitiva a ser grupal y colaborativa (Toh y Miller, 2015; Bucciarelli, 1988). Esta forma de trabajo implica el desarrollo de habilidades de interacción, en particular durante la toma de decisiones, que para los equipos de diseñadores industriales adquiere un grado de complejidad mayor, debido a que se enfrentan a problemas no estructurados (Nikander y Liikkanen, 2014; Cross, 1999), y a que la interacción implica patrones de comunicación y roles de partici-

pación en los que influyen muchos factores, como por ejemplo: la experiencia de los participantes, la forma de resolver conflictos, aspectos contradictorios de los conceptos propuestos o la información disponible (Mattson, Muller y Messac, 2009; Kihlander y Ritzén, 2009; Nikander, Liikkanen y Laakso, 2013).

La representación del proceso de diseño se puede modelar, según Cross (1999), de manera descriptiva o prescriptiva. Otros investigadores han sugerido otros dos métodos: los cognitivos y los computacionales (Takeda, Veerkamp, Tomiyama y Yoshikawa, 1990; Rasmussen, Pejtersen y Goodstein, 1994). Muchos de estos modelos presentan el diseño como una secuencia de actividades o de fases, como es el caso de los modelos de Archer, VD21, March, Pugh y Beitz (Pugh, 1990; Cross, 1999; Alcaide y Artacho, 2001), pero alguno críticos sostienen que tales modelos resultan muy teóricos, porque en la práctica el diseño no sigue una secuencia definida y ordenada, sino que es una interacción compleja entre los diseñadores y su entorno, que no puede ser predecible (Rasmussen et al, 1994).

A pesar de estas diferencias, hay elementos comunes en los diferentes modelos, y en particular, en cuanto a la existencia de una etapa de generación de soluciones factibles en la que la creatividad cobra especial relevancia, y las decisiones facilitan la convergencia de los elementos creativos en una o unas pocas soluciones que continuarán su desarrollo. Los autores les dan diferentes nombres: síntesis, diseño conceptual (Julian, 2002), fase creativa (Cross, 1999; Alcaide y Artacho, 2001), fase preliminar del diseño (Palh y Beitz, 1995), exploraciones del mundo del objeto (Rasmussen et al., 1994), o síntesis conceptual (Chakrabarti, 2001).

En este estudio, a esta etapa se la llamará fase de conceptualización, entendida como el momento en el que los diseñadores trazan sus ideas de solución, las evalúan y las corrigen o cambian hasta llegar a una solución o un grupo limitado de soluciones factibles, aun cuando puedan seguir siendo objeto de modificaciones posteriores.

En esa fase las propuestas tienen un nivel abstracto, incompleto y representativo de una síntesis muy amplia de la solución al problema de diseño. No obstante, se busca que cumplan con las restricciones impuestas por el problema mismo y las especificaciones o determinantes identificados en el planteamiento inicial de la situación. Su objetivo es construir soluciones generales y explorarlas para decidir la mejor opción para desarrollarla en detalle durante fases posteriores del diseño. Se considera que esta es una fase crucial en el diseño y desarrollo de productos, ya que el impacto de las decisiones tomadas en esta etapa determinan la calidad de la solución de diseño, así como las características esenciales del producto, como por ejemplo, la configuración, el costo, la forma de producción, etc. (Arizona State University, 1996; Horvath, 2000; Mulet, 2003; Wang, Weiming, Xie, Neelambkavi y Pardasani, 2002). Durante esa fase del proceso, los diseñadores continuamente deben aceptar o descartar opciones, de manera que la toma de decisiones constituye una actividad crítica desde la perspectiva del trabajo en equipo.

Dos modelos de la conceptualización en diseño resultan especialmente útiles en este estudio, porque permiten entender de manera clara la estructura del proceso y las interacciones que se suceden en él. El primero de ellos, propuesto por Chen, Zhao, Youbai y Zhang (2015), representa esta fase de diseño en cuatro componentes: necesidad-función-principio-sistema, también conocido como modelo NFPS. Afirma que el diseño conceptual se construye articulando elementos que se circunscriben en un mundo físico, al que pertenecen los conceptos de: objetos, sistemas, estructura, estado, comportamiento y acción; y en un mundo intencional en la mente del diseñador, compuesto de abstracciones de los objetos asociados con el problema o la necesidad. En medio de ellos están los conceptos de función, principios, tipos de acciones y tipos de comportamientos. El proceso de diseño conceptual usualmente no se centra en los objetos del mundo físico, sino en modelos que los representan: objetos, sistemas, comportamientos y acciones. Así, la conceptualización se sitúa como un puente de comunicación entre un mundo abstracto y un mundo objetual. Un proceso que va desde una necesidad en el mundo intencional, transformándola en una función y luego en un principio abstracto, en el mundo intermedio (semi-objetivo) y, finalmente, en un sistema dentro del mundo físico.

El segundo modelo, llamado FBS (del inglés: function-behaviour-structure), también conocido como «proceso de evolución funcional», se centra en las interacciones evolutivas de cuatro elementos en los que dividen el proceso de diseño: funciones, modificaciones funcionales, comportamientos y estructuras (Umeda, Takeda, Tomiyama, & Yoshikawa, 1990). La función representa la razón de ser del objeto a diseñar, y cumple tres objetivos: modelar los requerimientos y el proceso de diseño, articular los requerimientos y los objetos, y evaluar el valor del objeto diseñado. La función tiene «modificadores» que la caracterizan mediante atributos concretos que satisfacen en alguna medida las restricciones del diseño. Por su parte, el «comportamiento» describe el funcionamiento de la solución, y la «estructura» describe las alternativas de solución. Debido a que el modelo FBS facilita la identificación del proceso evolutivo del diseño de producto, ha sido utilizado en varios estudios donde se analiza dicha evolución a partir de unas especificaciones iniciales del problema (Takeda, Veerkamp, Tomiyama y Yoshikawa, 1990; Mulet, 2003; Chaur, 2005).

No obstante, los esfuerzos por desarrollar modelos son criticados por diversas razones. Se dice, por ejemplo, que los modelos representan el proceso de diseño de manera secuencial y ordenado, mientras que en la práctica es complejo, con interacciones entre diferentes actores, y de estos con el ambiente, de manera que resulta un proceso variable y oportunista que no se puede predecir, con decisiones que tienen un alto componente subjetivo (Rasmussen et al., 1994).

## Toma de decisiones en diseño

La definición más sencilla de tomar una decisión es la de seleccionar una alternativa dentro de un conjunto de opciones posibles. En esa línea, y según Hamamura (2006), además de López-Mesa y Chakrabarti (2007), se identifican tres niveles de decisión posibles: tomarla o dejarla (no existe más que una opción), selección simple (entre varias opciones se decide por una de ellas) y decisión estructurada, cuando existen múltiples nodos, cada uno de los cuales tiene varias posibilidades y se selecciona una opción en cada nodo, de manera que se va construyendo una ruta estructurada.

Normalmente el proceso mental desarrollado para tomar una decisión implica construir estructuras virtuales (escenarios) que permiten categorizar las opciones, reconstruirlas y evaluarlas bajo criterios muchas veces subjetivos o incluso intuitivos, hasta llegar a una conclusión final, la cual también se evalúa y si no es satisfactoria, se regresa hacia atrás en esa estructura virtual y se reevalúan las otras opciones o las posibles combinaciones entre ellas. Tal como lo indica Hatamura (2006), en ese proceso el cerebro humano realiza muchas búsquedas y potenciales decisiones, complejas, irracionales y dinámicamente cambiantes. Según lo propuesto por (Jonassen, 2012), los modelos se pueden clasificar, según se indica en la Tabla 1, en modelos normativos (o prescriptivos) y modelos naturalistas.

Modelo	Características	Tipos
Modelos normativos	Evalúan comparativamente las alternativas en función de criterios pre-establecidos siguiendo una serie de normas o pautas	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Selección racional</li> <li>· Análisis costo-beneficio</li> <li>· Evaluación de riesgo</li> </ul>
Modelos naturalistas	Las decisiones se toman en la medida que se construyen escenarios que son evaluados bajo criterios subjetivos o por la coherencia argumental del relato (construida por el conocimiento o la experiencia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Toma de decisiones basada en la narrativa</li> <li>· Toma de decisiones basada en la identidad</li> </ul>

Tabla 1. Tipos de modelos de toma de decisiones. Fuente: elaboración propia a partir de Jonassen (2012).

Si bien existe interés por modelar el proceso de toma de decisiones en diseño, el conocimiento que sirve para construir una base teórica sólida aún está en construcción. Es por ello importante desarrollar investigaciones relacionadas con el ejercicio de toma de decisiones, de manera que se genere un cuerpo de conocimientos sobre estrategias, métodos o técnicas que se puedan aplicar para asistir a los diseñadores durante esa fase de conceptualización cuando trabajan en equipo. Tal conocimiento tendrá un valor fundamental para los estudiantes de Diseño In-

dustrial, que les facilitará su competencia profesional cuando se enfrenten a este tipo de trabajos.

El problema que aborda esta investigación tiene que ver con la caracterización de los procesos de decisión que se realizan durante sesiones grupales de diseño de producto, con el propósito de plantear estrategias que se puedan incorporar para el desarrollo de capacidades específicas de interacción y toma de decisiones por parte de diseñadores industriales.

Como hipótesis, se plantea que actualmente los estudiantes y futuros profesionales de diseño industrial tienen dificultades para comprender la importancia del trabajo en equipo y la falta de habilidades para un desempeño eficiente como parte integrante de equipos de trabajo y para tomar decisiones de manera coherente y asertiva. Según los análisis realizados en el presente estudio, se ha observado que las decisiones se toman ya sea por el nivel de conocimiento o experiencias previas que tengan los miembros del equipo más influyentes, la personalidad dominante o la intuición particular de alguno de los integrantes. No se tienen establecidos criterios para la participación, exploración y convergencia en las decisiones del equipo de trabajo. Esto tiene serias repercusiones, no solo en los resultados finales obtenidos, sino también en la motivación y entusiasmo de algunos integrantes del equipo que no terminan de aceptar las decisiones tomadas, lo cual finalmente conlleva a que el trabajo sea conducido efectivamente solo por algunos de los integrantes, mientras los demás participan marginalmente.

El objetivo de este estudio es comprender las dinámicas de los procesos de toma de decisiones, desarrollados al interior de grupos de diseñadores, con el fin de identificar posibles herramientas, metodologías o estrategias dirigidas a facilitar tales procesos, durante la fase de conceptualización de nuevos productos.

## Metodología

El método seleccionado para este estudio es el análisis del desarrollo de sesiones grupales en las que participan estudiantes de diseño industrial. Este no es el método más sencillo, porque encierra un complejo sistema de interacciones en el que se involucran los propios diseñadores con todas las variables del grupo de trabajo (edad, sexo, nivel cognitivo, carácter, etc.), el ambiente del entorno en el que se realizan las sesiones (lugar físico, mobiliario, acceso a información, etc.), el problema a resolver (complejidad, requerimientos, variables, determinantes, etc.), el tiempo disponible, etc.; pero es el método que permite entender de mejor manera las dinámicas que en estas sesiones se desarrollan y a partir de las cuales es posible identificar y caracterizar los aspectos de interés para el cumplimiento de los objetivos.

La captura y análisis de la información generada en estas sesiones, se realizó utilizando el método experimental conocido como «*estudio de protocolo de diseño*». Se trata de un método de evaluación que mediante la observación y cap-

tura de la información generada durante el proceso de diseño permite determinar las variables y los comportamientos de los participantes, los cuales son codificados y analizados de manera detallada para extraer conclusiones relevantes, según el objetivo del estudio. Se ha utilizado por varios investigadores (Tang y Gero, 2002; Baya, 2000; Mulet, Vidal y Gómez-Senent, 2002; Chaur, 2005) con diferentes propósitos, como por ejemplo, evaluar el uso de la información durante el proceso de generación de conceptos, estudiar la utilidad de los bocetos o esquemas gráficos durante la presentación de alternativas de solución, determinar los estimuladores de la creatividad en el proceso de diseño, etc., dando buenos resultados, y siendo considerada como una metodología rigurosa para obtener reportes de secuencias cognitivas y como una fuente válida de datos de pensamiento en diseño (Gero, Kan y Pourmohamadi, 2011).

La aplicación del método comienza con la videograbación de las sesiones de diseño, que son transcritas en detalle con el fin de identificar las actividades, palabras, expresiones corporales, dibujos, etc., de manera que posteriormente se pueda hacer una división en pequeños fragmentos que luego serán codificados y analizados minuciosamente. Esto permite observar y capturar de manera controlada las sesiones de diseño, facilitando la identificación e interpretación de los factores relevantes en el estudio, que en este caso son las interacciones entre los diseñadores integrantes de los equipos durante el desarrollo de conceptos y propuestas de solución a un problema planteado, así como la manera en que se toman las decisiones a lo largo de la sesión.

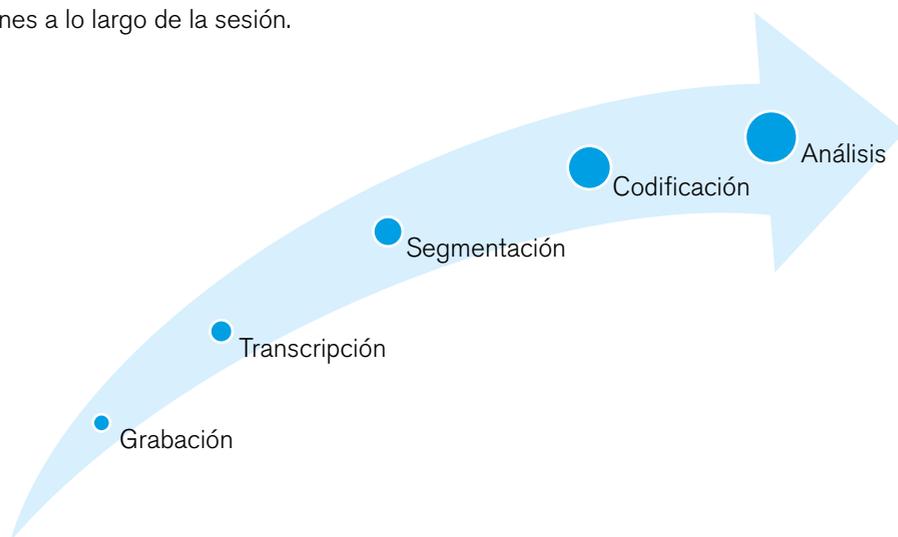


Figura 1. Proceso metodológico del estudio de protocolo y el análisis de resultados.  
Fuente: elaboración propia.

En el presente estudio se realizaron dos sesiones completas con grupos de cuatro estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, sede de Bogotá, los cuales fueron seleccionados aleatoriamente.



Figura 2. Estudiantes participando en las sesiones de diseño. Fuente: elaboración propia, con autorización de los participantes.

En cada caso se planteó un problema de diseño de mediana complejidad, para que fuese posible desarrollar conceptos de solución durante un tiempo de sesión de 90 minutos. Previamente a las sesiones de trabajo, se realizaron a los participantes entrevistas individuales, con el fin de conocer aspectos relevantes para el ejercicio, como son: edad, experiencias en el área de diseño de producto (además de otras áreas), entorno familiar, rendimiento académico, así como fortalezas y debilidades percibidas para el ejercicio profesional, entre otros. El problema planteado consistió en el desarrollo conceptual de un sistema, equipo o ayuda para facilitar la realización de cambios posturales en enfermos crónicos que permanecen en cama durante largos periodos de tiempo, lo cual genera la aparición de escaras en ciertas zonas corporales, si no se hace un manejo adecuado; además, estos cambios posturales, suelen ser muy frecuentes y también requieren de mucho esfuerzo físico por parte del asistente familiar.

Las grabaciones de las sesiones fueron transcritas identificando el tipo de actividad, quién la realiza y en qué momento (acción, actor y tiempo). Las actividades fueron codificadas en diez categorías: explicación verbal de ideas, explicación gráfica de ideas, preguntas para comprender ideas de otro participante, respuesta a preguntas de aclaración, comentarios a ideas de otros, explicación de experiencias previas que sirven de fuente para nueva idea, propuesta de decisión, aceptación de decisión y dibujo de solución. Bajo estas categorías se dividió cada sesión en segmentos de duración variable, correspondiente a una acción en concreto. La transcripción se realizó utilizando el software de hoja de cálculo de Excel, con el fin de poder procesar los resultados mediante agrupaciones, a partir de los actores, las acciones codificadas o los tiempos.

Con respecto a las decisiones, la transcripción permitió determinar cuándo una acción correspondía a una decisión en particular. Para ello se introdujo otro nivel de codificación, adaptado a partir de Hamatura (2006) y Jonassen (2012), que representan los diferentes estadios del proceso cognitivo de decisión. Estas fueron: construcción de escenarios o alternativas de solución, selección de sub-escenarios<sup>1</sup>, evaluación<sup>2</sup> y aceptación o rechazo de alternativas.

## Resultados

En las dos sesiones de trabajo, se pudo apreciar un desequilibrio en la participación de los integrantes, destacando la influencia de algunos de los estudiantes que registraron un mayor tiempo de participación. Llegó incluso, en el primer grupo, a ser del 46% por parte de uno de los estudiantes, según se puede ver en la Figura 3. A este respecto, en cada grupo se han identificado unos actores muy participativos, mientras que otros asumen un rol dependiente o seguidor. Al revisar el perfil de dos de los más activos, se encontró como característica diferenciadora de los demás, que fueron estudiantes con experiencias previas en otros ámbitos. Uno de ellos había tenido una pequeña empresa y el otro había estudiado algunos semestres en otra carrera universitaria.

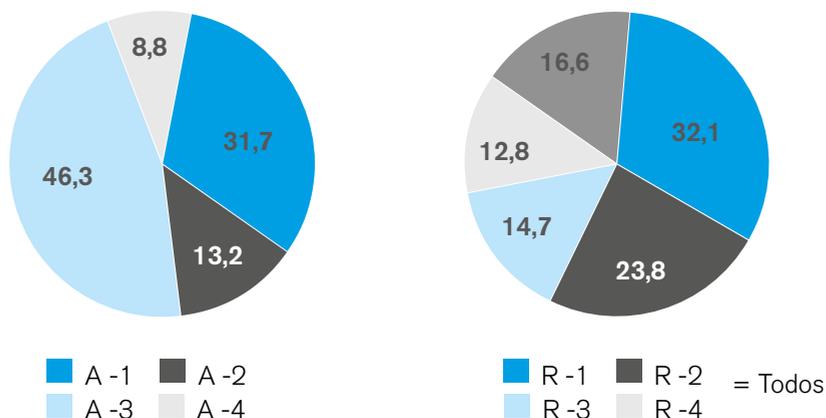


Figura 3. Porcentaje de participación de cada uno de los estudiantes en las sesiones de diseño. Fuente: elaboración propia.

1 A partir de los escenarios iniciales, dado que hay un proceso de evolución de las ideas que dan lugar a nuevas alternativas derivadas

2 Bajo criterios no estrictamente estipulados pero aplicados por los participantes.

Según el tiempo dedicado a cada una de las diez categorías de actividades registradas y codificadas, la «explicación verbal de ideas» fue la preferida en el 100% de los casos. Este hecho indica la importancia de desarrollar habilidades comunicativas verbales, al mismo tiempo en que se generen espacios en los que los estudiantes puedan construir relatos sólidos y bien argumentados, como una estrategia para ofrecer sus ideas al grupo. La segunda actividad preferida por los participantes fue la «explicación gráfica (bocetos)».

Como se ha nombrado anteriormente, y con base en el análisis de los diferentes estadios del proceso cognitivo de decisión, los procesos de decisión fueron codificados en cuatro categorías:

- a. **Construcción de escenarios o alternativas:** se presenta cuando el diseñador plantea una propuesta nueva, no derivada de otras anteriores. La propuesta puede estar más o menos elaborada.
- b. **Selección de subconjuntos:** es cuando a partir de una alternativa existente se desarrolla una idea derivada, lo que supone un ejercicio intrínseco de evaluación de la alternativa original que da origen a un detalle más elaborado. También se pueden obtener subconjuntos a partir de dos o más alternativas, combinándolos y reelaborándolos.
- c. **Evaluación:** sucede cuando se valoran los subconjuntos o los escenarios, aplicando algún criterio de comparación o evaluación.
- d. **Aceptación o rechazo:** ocurre como resultado de la evaluación, en donde la alternativa o el subconjunto es aceptado por ser adecuado o es rechazado.

Esta categorización está indicando que las decisiones no son eventos puntuales y aislados que se suceden durante el proceso de diseño, sino que son más bien, constructos que se elaboran a lo largo de toda la sesión y, por lo tanto, constituyen un proceso articulado en el que se genera ideas, se clasifican, se agrupan o se subdividen en conjuntos de ideas, para ponerlas en escena y, entonces, evaluarlas con el fin de aceptarlas, rechazarlas o generar una nueva recombinación para generar una idea más adecuada.

De acuerdo con las categorías señaladas, los tiempos dedicados por cada uno de los integrantes de uno de los grupos estudiados son mostrados en la Figura 4, en donde los participantes son identificados como A-1, A-2, A-3 y A-4.

En todos los casos, la categoría b, es decir, la técnica de estudiar subconjuntos o sub-escenarios a partir de alternativas propuestas previamente, ha sido a la que mayor tiempo de ha dedicado. Esto significa que una vez presentada una alternativa, se genera toda una dinámica de elaboración de otras derivadas, dando como resultado una concentración importante de los trabajo en el diseño conceptual, siendo este comportamiento proporcionalmente equivalente para todos los participantes de las dos sesiones.

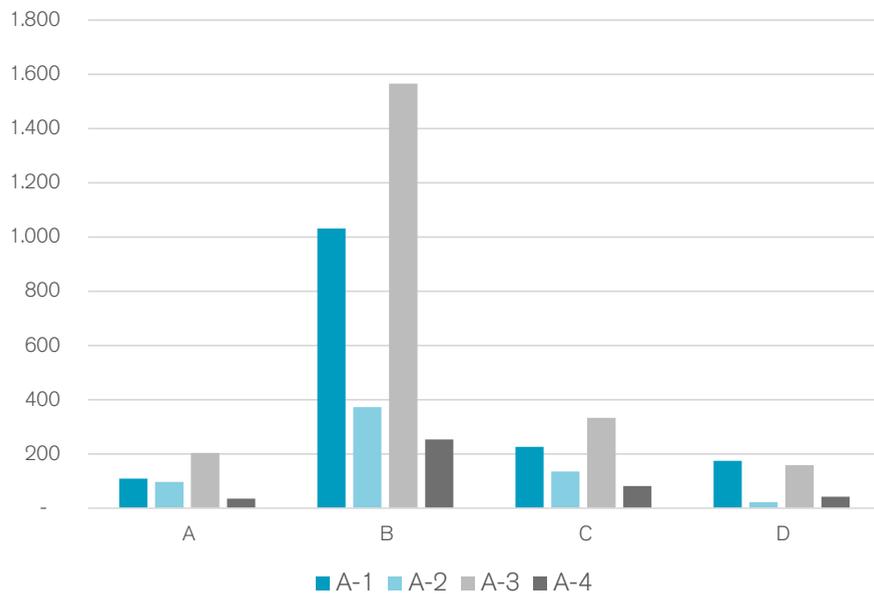


Figura 4. Tiempo (en segundos) empleado por los diseñadores en cada etapa de decisión. Fuente: elaboración propia.

El número de propuestas o escenarios de solución desarrollados en los dos grupos fue muy diferente, ya que en uno de los grupos llegaron a proponerse hasta dieciséis alternativas, mientras que en el otro, se alcanzaron a plantear seis únicamente. La explicación a esta significativa desigualdad hay que buscarla en dos aspectos diferenciadores que se evidenciaron en la dinámica misma de las dos sesiones experimentales.

El primer aspecto tuvo que ver con el hecho de que, aunque la selección se los participantes se hizo de manera aleatoria, se presentaron dos situaciones completamente diferentes en la composición de cada grupo. En el Grupo B concurrieron estudiantes que tenían cierto grado de familiaridad o de conocimiento mutuo, pues habían coincidido en alguna asignatura e incluso habían realizado proyectos conjuntos; mientras que en el Grupo A ninguno de los participantes se conocían previamente. Este hecho significó que la sesión del grupo B fuese mucho más relajada, con menos conflictos o menos discusiones entre los participantes, además de cierto grado de aceptación *a priori* de las iniciativas del compañero reconocido como líder.

Por el contrario, en el grupo A existió un grado de tensión entre los participantes que se vieron abstraídos en una especie de defensa de sus ideas, lo que produjo una mayor dinámica dentro del grupo, de manera que el número y el grado

de elaboración de las propuestas de solución fueron mayores, resultado que hay que resaltar porque indica la importancia de la composición de los equipos de trabajo sobre la cantidad y la calidad de las soluciones planteadas.

Evidentemente, el anterior es un aspecto que requiere una investigación más específica para llegar a conclusiones más elaboradas y validadas, pero en principio, podría afirmarse que la existencia de un cierto grado de tensión interna en un equipo de diseñadores estimulará la participación y conducirá a un flujo enriquecido de ideas de solución; por el contrario, un ambiente y un entorno relajado, sin un desencadenante de tensión interna, pueden llevar a un ejercicio menos prolifero de ideas o alternativas de solución.

Con base en lo anterior, es importante que en la práctica académica se incluya como uno de sus objetivos, ampliar el nivel de tolerancia a la tensión que significa el trabajo en equipo y el manejo asertivo de situaciones conflictivas que se generan en esta modalidad de trabajo. Este factor es particularmente cierto en algunas culturas —como la colombiana—, en la que puede resultar difícil diferenciar entre discusiones constructivas de conocimiento y los conflictos personales.

El segundo aspecto que podría explicar esta diferencia en el número de alternativas generadas entre los dos grupos es la forma en que se abordó el inicio de la sesión de diseño. En uno de los grupos se reflexionó sobre la propuesta de uno de los participantes, con el fin de dedicar un tiempo al trabajo individual de una propuesta de solución, que luego sería ampliada al rotar o intercambiar los bocetos. Esto dio como resultado que en total se generaran cuatro propuestas iniciales para el trabajo de discusión, que luego darían lugar a otras dos; en este caso, la discusión quedó reducida y no fue posible salir del círculo trazado por aquellas cuatro propuestas.

En el otro grupo no existió ese tiempo dedicado a generar propuestas individuales, lo que permitió que la co-creación de alternativas fuera evidente, y se aumentaran las opciones hasta llegar a aquel número de dieciséis posibilidades de solución. No fueron elaboradas en un solo momento de la sesión, sino que surgieron a medida que avanzaba el ejercicio, en un procedimiento en el que se evaluaban y se formaban soluciones alternativas.

## Discusión

Las decisiones en diseño se realizan de manera paralela al proceso de conceptualización y, por lo tanto, no siguen una trayectoria lineal sino interactiva y caótica (Horvath, 2000), sin seguir un orden predeterminado en la mente de los diseñadores industriales, quienes trabajando en equipo desarrollan sinergias difícilmente analizables. Por esta razón no se pudo hablar de un momento puntual en el que se toman las decisiones, sino que hacen parte integral del proceso de construcción de alternativas de solución que son constantemente evaluadas y re-construidas.

Los factores más relevantes para superar las dudas a la hora de tomar decisiones, según Hatamura (2006), son el conocimiento y la experiencia (en ese orden), sin embargo, también son importantes la intuición y la personalidad (estilo de vida, preferencias). A todos ellos el autor los denomina «recursos de conceptos», los cuales permiten la generación de ideas que son, entonces, mapeadas en un «plano de pensamientos». Esto no es otra cosa que la red de ideas de solución que se constituyen en alternativas, susceptibles de conectarse para construir la ruta de decisión. Los resultados obtenidos permiten afirmar que experiencias previas en ámbitos profesionales diferentes pero complementarios al diseño industrial son un factor importante para potenciar la generación de ideas de solución.

En general, se han identificado dos enfoques relacionados con la utilización de técnicas, instrumentos o herramientas que pueden facilitar la toma de decisiones a los diseñadores, cuando hacen parte de un equipo de trabajo. El primer enfoque es llamado normativo (racional o prescriptivo); y el segundo, naturalista (descriptivo). En el primero están aquellas herramientas tales como: matrices de decisión, DOFA y análisis de fuerza de campos; mientras que en el segundo se hallan: construcción de historias, simulaciones mentales, análisis de escenarios y generación de argumentos. El estudio demuestra que durante la fase de conceptualización, las decisiones de los diseñadores no se pueden prescribir, es decir, no se pueden ordenar para seguir una secuencia predecible. En ese sentido, el enfoque naturalista o descriptivo es el más adecuado.

En las decisiones realizadas en sesiones grupales de diseño conviven los tres tipos indicados por Hatamura (2006): ir–no ir, selección simple y decisión estructurada. No obstante, prevalece la última de ellas, es decir, la ruta de diseño no se hace simplemente tomando una decisión tras otra, sino que es necesario hacer reconstrucciones de las propuestas, antes de evaluar la conveniencia o no de continuar por una ruta determinada, lo que significa que se hacen pequeñas decisiones (decisiones intermedias) durante todo el recorrido de la sesión. Es por esa razón que se ha optado por utilizar el modelo de Jonassen (2012) para codificar y analizar el proceso de diseño, porque en lugar de categorizar por tipos de decisiones lo que hace es identificar las etapas de diseño.

Se ha observado que, aunque el tiempo dedicado a las ideas iniciales es relativamente corto, hay una diferencia importante entre las dos sesiones estudiadas. Mientras uno de los grupos se dedicó a evaluar los subconjuntos de soluciones antes que las ideas semilla, el otro grupo, probablemente debido a su estrategia de abordaje inicial del problema, sí dedicó más atención a la generación de pocas ideas iniciales que luego fueron analizadas y evaluadas con mayor dedicación en tiempo. Esto dio como resultado, para el segundo grupo, un menor número de alternativas de solución. Con lo anterior, se puede afirmar que no es conveniente restringir las discusiones del grupo a unas cuantas ideas formuladas en un principio, sino que se

debe dar más libertad para ir generando otras ideas a lo largo del proceso, aunque esta estrategia transmita un cierto grado de incertidumbre y de dispersión.

Este análisis comparativo entre los dos grupos permite concluir que el establecimiento de una estrategia concreta, para iniciar la solución a un problema de diseño, es relevante en cuanto a la coherencia del ejercicio en su globalidad, de modo que sería deseable que en la formación académica de diseñadores industriales se incluyera la definición de estrategias de abordaje de problemas, de manera explícita y con una orientación al trabajo en equipo.

No obstante, el hecho de que en las sesiones se preguntara poco por las ideas de otros compañeros, muestra que hubo un mayor interés de cada estudiante por explicar y defender sus propias ideas que el expresado por entender las de los demás. Este hecho puede tener dos lecturas: por un lado, este comportamiento es positivo porque está indicando un compromiso de defensa de las propias ideas; por otro lado, muestra cierto desinterés por tratar de entender las ideas que otros proponen. Lo deseable sería lograr un adecuado equilibrio entre las dos tendencias.

## Conclusiones

La dedicación de una mayor cantidad de tiempo en la etapa de toma de decisiones del proceso indica que la generación inicial de ideas o alternativas son la semilla necesaria para generar dinámicas de solución a problemas de diseño planteados. En ese sentido, se podría afirmar que aquellas ideas iniciales son cruciales para el éxito del proceso y, por lo tanto, se debe estimular a los estudiantes a que generen buenas ideas iniciales, de manera que puedan llegar a soluciones de alta calidad, por medio de construcciones más elaboradas. Aunque en el presente estudio no se ha evaluado la calidad de aquellos escenarios iniciales, se llega a concluir que la intensidad de esfuerzo dedicado al desglose de dichos escenarios sugiere una conexión importante entre los dos niveles de decisión comentados.

Dado que la explicación de ideas de manera verbal es la forma preferida para compartir las ideas de solución a problemas de diseño, es recomendable hacer un énfasis en la importancia del desarrollo de habilidades comunicativas de los estudiantes. Habilidades que deben estar asociadas con la construcción de relatos sólidos y bien argumentados.

Los diferentes resultados obtenidos por los dos grupos de estudiantes, sugiere que es importante la participación del equipo de diseñadores durante la fase de conceptualización, para lograr un conjunto mayor y mejor elaborado de propuestas de diseño. Parece que no es conveniente la generación individualizada de propuestas, aunque estas sean posteriormente evaluadas por el equipo. No obstante, se hace necesario investigar más sobre esta variable, antes de poder hacer una afirmación concluyente al respecto.

Como parte de grupos de trabajo, los estudiantes deben buscar un equilibrio entre la defensa de sus propias ideas, y el reconocimiento de los aportes que otros hacen a la solución de un problema de diseño.

Existe una conexión significativa entre la etapa de formulación inicial de escenarios o alternativas de solución, y el posterior desarrollo o reconstrucción de tales ideas. Por lo tanto, para estimular en los estudiantes la generación de buenas ideas iniciales que conduzcan a soluciones de alta calidad es importante facilitar espacios en el aula o fuera de ella, así desarrollar con suficiente libertad esa etapa de formulación inicial de ideas. Este es un factor a tener en cuenta, en particular en las asignaturas de tipo proyectual.

Es fundamental que en la práctica académica se busque ampliar el nivel de tolerancia a la tensión que significa el trabajo en equipo y el manejo asertivo de situaciones conflictivas que se puedan presentar, particularmente cuando se identifiquen dificultades en diferenciar las discusiones propias del ejercicio de diseño, de los conflictos a nivel personal.

Es necesario realizar investigaciones complementarias que permitan aplicar y evaluar algunas de las recomendaciones formuladas en el presente estudio, con el objetivo de construir y validar un cuerpo de conocimientos específicos enfocados hacia el trabajo en equipo de diseñadores industriales, de manera tal que puedan ser integrados efectivamente en la práctica académica. Esto con la finalidad de formar capacidades adecuadas de trabajo en equipo en los estudiantes, para que este tipo de actividad sea más eficaz.

## Agradecimientos

El autor agradece la colaboración de María Alejandra Arango y Estefanía Rueda, estudiantes auxiliares de investigación, quienes asistieron todo el proceso experimental y la codificación de los protocolos. También agradece la participación de los estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia, que desarrollaron las sesiones de diseño.

## Referencias

- Alcaide, J. y Artacho, M. (2001). *Diseño de producto*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Arizona State University (1996). *Research Opportunities in Engineering Design - 95*. Arizona: National Science Foundation - NFS. Recuperado de <http://asudesign.eas.asu.edu>
- Bucciarelli, L. (1988). An ethnographic perspective on engineering design. *Design Studies*, 9, 159-168.
- Chaur, J. (2005). *Diseño conceptual de productos asistido por ordenador. Un estudio analítico sobre aplicaciones y definición de la estructura básica de un nuevo programa*. (Tesis de doctorado). Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Chen, Y.; Zhao, M.; Youbai, X. y Zhang, Z. (2015). A new model of conceptual design based on scientific ontology and intentionality theory. Part II: the process model. *Design Studies*, 139-160.

- Cross, N. (1999). *Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos*. México: Limusa Wiley.
- Cross, N., Christiaans, H. y Dorst, K. (1996). *Analysing design activity*. Chichester, England: John Wiley & Sons Ltd.
- Cross, N.; Christiaans, H. y Rozzenburg, N. (1992). *Research in design thinking*. Delft: Delft University Press.
- Dunne, E. y Rawlins, M. (2010). Bridging the gap between industry and higher education: training academics to promote student teamwork. *Innovation in Education & Training International*, 361-371.
- Gero, J.; Kan, J. y Pourmohamadi, M. (2011). Analysing design protocols: development of methods and tools. *Proceeding of International Conference on Research into Design - ICoRD'11*. Bangalore: Indian Institute of Science.
- Gibbs, G. (1995). *Assessing Student Centered Courses*. Oxford: Oxford Brookes University Oxford Centre for Staff.
- Hatamura, Y. (2006). *Decision-Making in Engineering Design*. London: Springer.
- Horvath, I. (2000). Conceptual design: inside and outside. *Proceedings of 2º International Seminar y Workshop on Engineering Design in Integrated Product Development*. Poland: Rohatynky, R (ed.).
- Jonassen, D. H. (2012). Design for decision making. *Education Technology Research Development*, 60, 341-359.
- Julian, F. (2002). *Metodología del diseño, historia y nuevas tendencias*. En: Proceedings of IV International Congress on Project Engineering, 23-25 oct., Barcelona, AEIPRO.
- Kihlander, I. y Ritzén, S. (2009). *Deficiencies in Management of the Concept Development Process: Theory and Practice*. International Conference on Engineering Design, ICED09. Stanford, CA., 267-278.
- López-Mesa, B. y Chakrabarti, A. (2007). A model of decision-making knowledge in conceptual design. *International Conference on Engineering Design, ICED07*. París: ICED.
- Mattson, C. A.; Muller, A. A. y Messac, A. (2009). Case Studies in Concept Exploration and Selection with s-Pareto Frontiers. *International Journal of Product Development. Special Issue on Space Exploration an Design Optimization*, 32-59.
- Mulet, E. (2003). *Modelización descriptiva y análisis experimental de la efectividad del proceso de diseño creativo*. Castellón: Universitat Jaume I.
- Nikander, J. y Liikkanen, L. (2014). The Preference effecto in design concept evaluation. *Design Studies*, 473 - 499.
- Nikander, J.; Liikkanen, L. y Laakso, M. (2013). Naturally Emerging Decision Criteria in Product Concept Evaluation. *International Conference on Engineering Design - ICED13*, 267-277.
- Pugh, S. (1990). *Total design. Integrated methods for successfull product engineering*. Workingham, England: Addison-Wesley Pub.Co.
- Rasmussen, J.; Pejtersen, A. y Goodstein, L. (1994). *Cognitive engineering systems*. New York: John Wiley & Sons.
- Reymen, I. (2001). *Improving design processes through structured reflection: a domain-independent approach. PhD Thesis*. Eindhoven: Technische Univeriteit Eindhoven.
- Takeda, H.; Veerkamp, P.; Tomiyama, T. y Yoshikawa, H. (1990). Modeling design process. *AI Magazine*, 37-48.

- Toh, C. y Miller, S. (2015). How engineering teams select design concepts: a view through the lens of creativity. *Design Studies*, 38, 111-138.
- Umeda, Y.; Takeda, H.; Tomiyama, T. y Yoshikawa, H. (1990). Function, Behaviour, and Structure. En J. Gero, *Applications of Artificial Intelligence in Engineering*, 177-194. Berlin: Springer-Verlag.
- Wang, L.; Weiming, S.; Xie, H.; Neelambkavi, J. Padasani, A. (2002). Collaborative conceptual design - state of the art and future trends. *Computer-aided design*, 34, 981-996.