



Capítulo 4

ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA.

- ⊕ **Introducción**
- ⊕ **Affordances versus Función y Funcionamiento como conceptos fundamentales en el diseño**
- ⊕ **Un nuevo enfoque del proceso de diseño**
- ⊕ **Teoría general de affordances**
- ⊕ **Propuesta de un método para crear especificaciones y estructuras de affordances**
- ⊕ **Utilización de la teoría de affordances para los propósitos de la tesis**
- ⊕ **Contexto del problema**
- ⊕ **Desarrollo práctico del problema**
- ⊕ **La encuesta aplicada**

4.1. INTRODUCCIÓN.

La publicación de la obra de Herbert A. Simon, *"Las ciencias de lo artificial"* (1973), generó un gran interés por formalizar la ciencia del diseño. La propuesta de Simon en el sentido de que la ciencia del diseño debería clasificarse como una ciencia artificial y no como una ciencia natural fue aceptada por la mayoría de los investigadores de esta área. Por otro lado, algunas otras teorías de diseño y de la ciencia del diseño han sido propuestas por otros autores, incluyendo entre estos la escuela sistemática del diseño alemán, encabezada por Pahl y Beitz (1988), el llamado diseño axiomático (Suh, 2001), así como el diseño basado en decisiones (Hazelrigg, 1996).

Sin embargo, estas son teorías que rivalizan entre si y que han comprobado ser útiles aún cuando ninguna de ellas ha sido reconocida como fundamental, lo cual puede ser motivado porque hasta ahora ha sido ignorado, o bien no reconocido, un concepto que pudiera servir como el principio unificador básico. La idea de *affordance* bien pudiera dar

respuesta a esta necesidad, debido a su carácter más elemental que el de los conceptos de *función* y *calidad*. Antes de justificar lo expresado anteriormente, se presenta una breve introducción al concepto de *affordance*¹.

4.1.1. El significado de la palabra *affordance*.

Aunque no existe una traducción exacta (o generalmente aceptada) al castellano del significado de este concepto, algunos autores le han otorgado significados variados. Donald Norman en *La psicología de los objetos cotidianos* (Norman, 2000) utiliza el vocablo "prestaciones", otros investigadores interpretan el significado del concepto como "permisividad", "habilitación" y "oportunidades ambientales" (Dit-UPM, 2005), o "invitaciones al uso" (Scolari, 2005). Carlos Scolari señala además que "*la contracara de la affordance son las constraints: los objetos no solamente comunican su función sino que también nos dicen lo que no podemos hacer con ellos*". Como puede entreverse, la interpretación del vocablo *affordance* es muy variada, sin embargo la concepción del concepto más afín a este trabajo de tesis es "oportunidad ambiental", aún cuando se utilizará el vocablo de *affordance* sin hacer ninguna traducción al castellano.

Independientemente del término que se utilice para traducir este concepto al castellano, lo importante de esta concepción es el significado que tiene para el diseño, tarea en la cual se deben de diferenciar dos aspectos críticos, los cuales no deben de ser confundidos: el diseño de *affordances* y la incorporación en el diseño de la información que especifique los *affordance*. Dicho de otra manera, el incorporar en el diseño la utilidad (*usefulness*²) del producto está relacionada pero a la vez es independiente de la incorporación de la usabilidad (*usability*³) (Gaver, 1991).

Tradicionalmente la actividad del diseño se ha basado en la funcionalidad del objeto de diseño y más recientemente en su usabilidad, tal como lo expresa Norman (2004):

¹ N. del A. – En el siguiente apartado de de la tesis se reflexiona sobre los términos utilizados para traducir este vocablo. Para simplificar la lectura de este documento, en lo posterior se evita el uso de itálicas.

² El diccionario Webster define este concepto como "The quality of being of practical use": La cualidad de tener un uso práctico.

³ El diccionario Webster define este concepto como "The effectiveness and satisfaction with which users can achieve tasks in a particular environment of a product...": La efectividad y satisfacción con la cual los usuarios pueden lograr determinadas tareas bajo un ambiente de uso particular con un producto...

“The designer cares more about what actions the user perceives to be possible than what is true”⁴

El diseñador debe tomar en cuenta las acciones útiles que se puedan realizar con el objeto diseñado, incorporando información de lo que es posible hacer con el mismo, debido a que un diseño útil comprende las funciones correctas requeridas por los usuarios para satisfacer las metas deseadas. La utilidad (*usefulness*) es determinada entonces por los affordances del diseño, es decir, las posibilidades de acción del objeto de diseño así como la forma en que estos affordances corresponden a la necesidad sobre este. La relación entre utilidad y affordances así como la relación entre usabilidad e información que especifica un affordance puede comprenderse mejor al observar la figura 4.1:

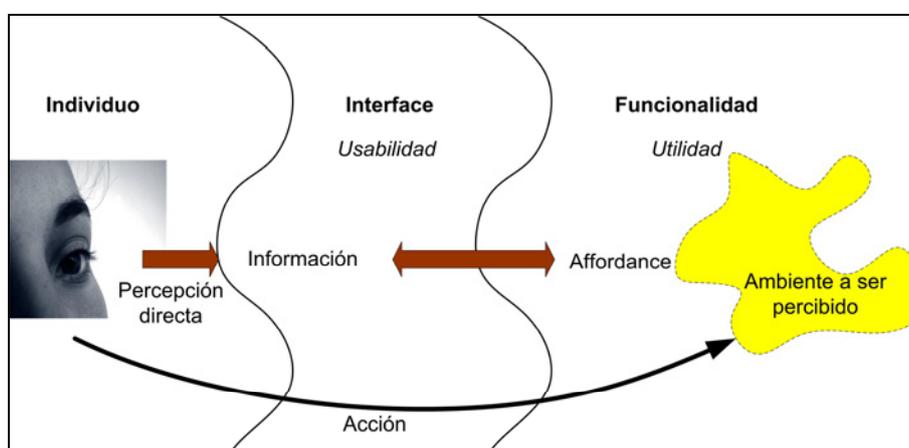


Figura 4.1. Utilidad y Usabilidad. Elaboración propia. Tomado y traducido de Gaver (1991).

Las affordances *per se* son independientes de la percepción, en el sentido de que estas existen aun cuando el receptor no tenga posibilidad de percibir las o bien, no exista información perceptual sobre ellas. Los affordances existen aunque no sean percibidos, pero debido a que se relacionan intrínsecamente a propiedades importantes del objeto, *deben ser perceptibles*.

La distinción de los affordances a partir de la información que indica su existencia es útil para hacer visibles determinadas cualidades en el objeto de diseño, para dejar claras las **posibilidades de uso**. De aquí se pueden señalar *affordances perceptibles* cuando existe el affordance y además el objeto proporciona información de su existencia. Otros

⁴ “El diseñador se preocupa mas por cuales acciones el usuario percibe como posibles que lo que es verdadero”

casos son el de *affordances ocultas*, cuyo caso se da al existir un *affordance* pero no información que indique su existencia, lo que requiere que el usuario *intuya* su existencia. El último caso, *affordance falso*, se da cuando no existe el *affordance* pero si existe información perceptible que indica su existencia (Gaver, 1991); en este caso, el usuario tiene una percepción errónea de lo que es posible hacer con el objeto (figura 4.2).

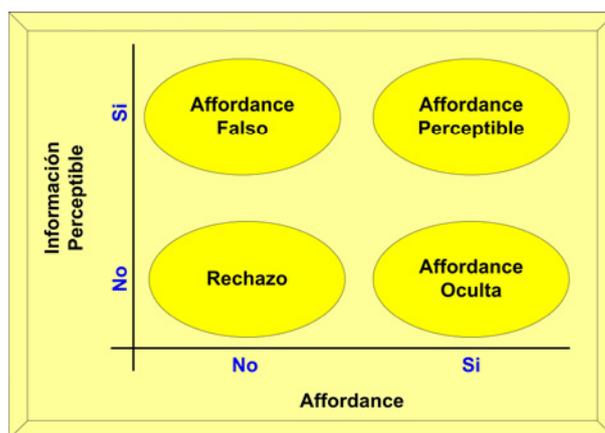


Figura 4.2. Separación de los *affordances* de la información perceptible de ellos. Tomado y traducido de Gaver (1991).

El concepto de *affordance* requiere además de una combinación especial de propiedades. Primeramente implica que los atributos físicos del objeto sean compatibles con los del usuario; además, que la información de los atributos del objeto sea compatible con el sistema perceptivo del usuario. Por último, que los atributos y las acciones que hacen posibles sean perceptibles y relevantes al usuario así como también compatibles con sus características físicas particulares (figura 4.3).

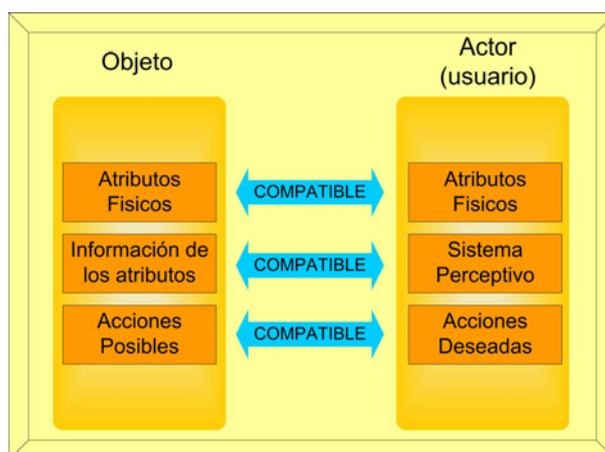


Figura 4.3. Propiedades necesarias para la existencia de *affordances*. Elaboración propia.

4.1.2. La teoría de affordances.

La teoría de affordances es obra del psicólogo de la percepción James J. Gibson (1979), quién definió así este concepto:

“The affordances of the environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill. The verb to afford is found on the dictionary, but the noun affordance is not. I have made it up. I mean by it something that refers to both the environment and the animal in a way that no existing term does. It implies the complementarity of the animal and the environment” (Gibson, 1979)⁵

La última frase de Gibson merece un análisis más detallado, debido a que en el diseño se da un interés particular a este complemento o interacción entre animal (usualmente el ser humano) y ambiente (en particular con artefactos que son creados por el diseñador para funcionar bajo ciertas condiciones ambientales). Este concepto sugiere que los diseñadores son fundamentalmente responsables del diseño de la interacción usuario-objeto de diseño más allá de la concepción de simples artefactos físicos. Gibson añade:

“As an affordance... for a species of animal, however, they have to be measured relative to the animal. They are not just abstract physical properties... So an affordance cannot be measured as we measure in physics... An affordance is neither an objective property nor a subjective property; or it is both if you like. An affordance cuts across the dichotomy of subjective-objective and helps us to understand its inadequacy. It is equally a fact of the environment and a fact of behaviour. It is both physical and psychical, yet neither. An affordance points both ways, to the environment and to the observer... Affordances are properties taken with reference to the observer. They are neither physical nor phenomenal” (Gibson, 1979)⁶

⁵ “Los affordances del ambiente son lo que este ofrece al animal, lo que este ambiente provee o facilita ya sea para bien o para mal. El verbo facilitar se encuentra en el diccionario, pero el verbo affordance no. Lo he inventado. Lo utilizo para describir algo que se refiere en conjunto al ambiente y al animal de una forma que ningún término hace. Implica el complemento del animal y el ambiente.”

⁶ “como un *affordance*... para una especie de animal, sin embargo, tienen que ser medidos *en relación al animal*. Son únicas al animal. No son solamente características físicas abstractas... Entonces un *affordance* no puede ser medido como medimos en la física... Un *affordance* no es ni una característica objetiva ni una característica

La obra de Gibson *The ecological Approach to Visual Perception* se enfoca en como los animales perciben su ambiente; lo cual, argumenta el autor, se lleva a cabo a través de la percepción de los affordances. Por esta razón se podría clasificar su obra como una fórmula descriptiva para explicar la percepción animal.

Gibson partía de que al estudiar la percepción visual de los animales en forma aislada a su ambiente y como este es percibido resultaba en un entendimiento erróneo. Gibson afirmaba que la percepción del ambiente se realiza a nivel de medios, superficies y sustancias, más bien que en el nivel de partículas y átomos. Por esta razón enumeraba tres características fundamentales de un affordance:

1. Un affordance existe concerniente a la capacidad de acción de un actor particular.
2. La existencia de un affordance es independiente de la capacidad para percibirla.
3. Un affordance no cambia cuando las necesidades y las metas del actor cambian.

Definidos de esta manera, los affordances superan la barrera subjetiva/objetiva. Son objetivos en el sentido de que su existencia no depende de un valor, significado, o interpretación. Con todo, son subjetivos debido a que un actor es necesario como marco de referencia. De esta manera, Gibson introduce el concepto de dependencia entre actor y ambiente, en el sentido de que actor y ambiente forman un todo.

Gibson centró su trabajo en la percepción directa (figura 4.4), es decir la percepción que no requiere la mediación o el procesamiento interno de un actor. La percepción directa es posible cuando hay un affordance y además el ambiente provee información que especifica esa affordance. Por ejemplo, una persona percibirá que puede caminar hacia adelante cuando ve una superficie sólida y opaca que se extiende bajo sus pies. El affordance es la capacidad de caminar y la información que especifica la capacidad de caminar es una combinación invariante percibida de una superficie sólida, opaca y de cierto tamaño en relación con el sujeto. La percepción directa depende de la comprensión de la información que especifica el affordance y puede obedecer a la experiencia y cultura del actor-sujeto. Así, un actor puede necesitar aprender a discriminar la información para poder

subjetiva; o es ambos si se prefiere. Un affordance corta a través de la dicotomía de subjetivo-objetivo y nos ayuda a entender su falta de adecuación. Es igualmente un hecho ambiental y un hecho comportamental. Es físico y psíquico, o ninguno de los dos. Un affordance señala en ambas direcciones, al ambiente y al observador... Los Affordances son características tomadas con referencia al observador. No son ni físicos ni tampoco relativos a los fenómenos”

percibir directamente, de esta manera el aprendizaje se puede considerar como un proceso de discriminación de patrones, antes que un proceso de suplir la información sensorial con experiencias previas.

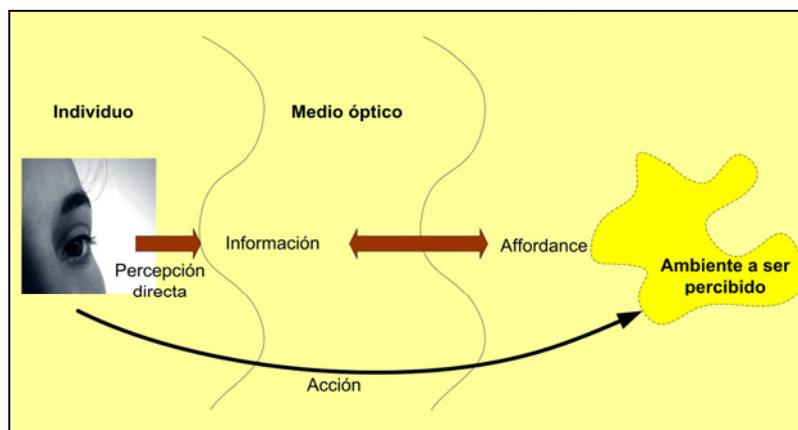


Figura 4.4. Esquema de la percepción directa. Elaboración propia. Tomado y traducido de Gaver (1991).

Donald Norman retomó la teoría de affordances de Gibson y la transformó hacia una fórmula prescriptiva, generando guías de lo que ciertos objetos deben permitir (*afford*) y que no deben permitir (*afford*). No obstante, Norman, en su libro *La psicología de los objetos cotidianos* (2000) como el título de su obra lo indica, trata principalmente con objetos cotidianos y no el diseño en general y culmina su obra con dos metodologías de diseño *para-x* (diseño para usabilidad y diseño para evitar errores), con lo que no llega a dejar claro que el concepto de affordance es fundamental en el diseño de cualquier artefacto.

4.1.3. Ejemplos de affordances.

Este concepto se puede asimilar mejor a través de algunos ejemplos. Gibson presenta algunos de ellos en su obra:

- Si una superficie es casi horizontal, casi plana, lo suficientemente amplia (en relación al tamaño del animal) y de consistencia rígida (en relación al peso del animal), entonces esta superficie tiene el affordance de sustento o soporte.
- El aire permite (affords) respirar, también permite (affords) la locomoción, cuando hay iluminación y no hay niebla, permite (affords) la visión, así como la transmisión del sonido.

- Los sólidos permiten (afford) procesos variados, dependiendo del tipo de material, algunos, como el sílice pueden ser desportillados; la arcilla puede ser moldeada.

A partir de estos ejemplos se puede hacer una observación importante: ***un objeto puede poseer más de un affordance mientras que no posee otros affordances.***

Norman también ofrece otros ejemplos simples de affordances:

- Una silla permite (affords) soporte y por lo tanto permite (affords) sentarse. Una silla también permite (affords) ser transportada.
- Las placas permiten (afford) empujar.
- Las perillas permiten (afford) girarlas.
- Las ranuras permiten (afford) insertar cosas en ellas.

Con la visión de affordances de Gibson y Norman, para percepción ambiental y objetos cotidianos respectivamente, se puede formular una definición de affordance en diseño: ***Un affordance representa aquello para lo que un objeto es adecuado, o bien, para lo que sirve un objeto.***

4.2. AFFORDANCES VERSUS FUNCIÓN Y FUNCIONAMIENTO COMO CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN DISEÑO.

La idea de *función* constituye el fundamento de textos reconocidos en diseño industrial y en ingeniería de valor. Algunos autores (Cross, 1996), (Otto y Wood, 2000), (Ulrich y Eppinger, 2004) y (Pahl y Beitz, 1988) ofrecen definiciones, las cuales son resumidas en la tabla 4.1:

A partir de estas descripciones resulta evidente que el concepto de *función* expresa las acciones que se presume debe realizar un objeto de diseño, por otro lado indica un proceso de transformación de un conjunto de entradas o insumos hacia un conjunto de salidas o resultados. No obstante, en base a este concepto resulta complicado hacer una descripción de objetos que poseen un uso obvio (como por ejemplo una silla o una mesa) pero que no realizan función alguna.

| Autor | Definición de <i>función</i> |
|---|--|
| Diccionario de la real academia de la lengua española | "Capacidad de actuar propia de los seres vivos y de sus órganos, y de las máquinas o instrumentos" |
| Pahl y Beitz (1988) | "la relación general de entradas/salidas de un sistema con el propósito de realizar una tarea" |
| Ullman (1996) | "lo que hace un artefacto, la salida deseada de un sistema" |
| Otto y Wood (2000) | "una relación clara y reproducible entre las entradas y las salidas deseadas de un producto, independientemente de cualquier forma particular, lo que el producto hace para satisfacer al usuario. |

Tabla 4.1. Diferentes definiciones de *función*.

Otro concepto fundamental en diseño es el de *Funcionamiento*, el cual es definido por varios autores (tabla 4.2):

| Autor | Definición de <i>funcionamiento</i> |
|---|--|
| Diccionario de la real academia de la lengua española | "Manera de comportarse, Acción y efecto de funcionar" |
| Hubka y Eder (1993) | "los efectos sinérgicos de las relaciones (operaciones, secuencias de operación, directivas, etc.)" |
| Ullman (1996) | "la salida efectiva, la respuesta del sistema a las propiedades de las entradas o mecanismos de control" |

Tabla 4.2. Diferentes definiciones de *funcionamiento*.

Como se puede apreciar, *función* y *funcionamiento* representan nociones similares, aunque existe una diferencia básica, relacionada con la *intención*. La *función* denota la intención del diseñador, mientras que el *funcionamiento* refleja lo que en realidad hace el artefacto, independientemente de la idea que tiene el diseñador de su uso. Si reducimos a un nivel muy básico la concepción de un objeto mal diseñado, este se puede ver como un artefacto con *funciones pretendidas* que difieren grandemente de su *funcionamiento* real.

4.2.1. Ventajas y desventajas de utilizar la *función* en el diseño.

Akiyama (1991) plantea algunos beneficios del análisis funcional, la mayoría de los cuales se relacionan con el análisis de valor. Concretamente, señala que al utilizar el análisis funcional se puede analizar hasta que grado se puede alcanzar un conjunto de objetivos

planteados; de esta forma, el análisis funcional permite una evaluación objetiva de un diseño, en razón proporcional a la objetividad con que se haya realizado este análisis. Desde la perspectiva del análisis de valor, al utilizar el análisis funcional los diseñadores poseen una excelente herramienta para reducir costes, sin comprometer con ello el objetivo principal que debe satisfacer el objeto de diseño.

Pahl y Beitz (1988) discuten otros beneficios de la modelación de *funciones*, entre ellos, el que la formulación de *funciones secundarias* facilita la búsqueda de soluciones por medio de la división de un problema complejo en problemas más sencillos, cuya resolución es menos complicada. Otros autores (Stone et al., 2000), (Kurfman et al., 2001), (Hirtz et al., 2002) identifican otros beneficios adicionales, los cuales se obtienen cuando el diseñador se enfoca en la *función* de manera independiente a la forma física, se pueden crear modelos de *funcionamiento* que sirven de base de evaluación de las propuestas de diseño.

Ante estas ventajas, no resulta extraño que el análisis funcional sea una herramienta de uso generalizado, sin embargo, también existen críticas a esta aproximación, tal como lo expresan varios autores. Kurfman (2001), al hacer un intento de expandir el análisis funcional para incluir a nivel implícito la perspectiva del usuario, identificó algunas deficiencias de esta aproximación. Primeramente, debido su naturaleza entradas/salidas, el concepto de *función* es adecuado para el diseño de objetos que realicen procesos de transformación; por otro lado, en el diseño de un artefacto con el cual el usuario interactúa, esta aproximación no es adecuada, debido a que no contempla esta relación usuario-objeto. Stone y Wood (2000) señalan una última deficiencia, que reside en la falta de fundamento teórico, lo que conlleva que los diseñadores no conozcan los límites de la modelación de funciones, cuales son los supuestos iniciales, así como donde se puede y no se puede utilizar el análisis funcional.

La idea de affordance es mucho más amplia que las de *función* y *funcionamiento*, en el sentido que contempla *para que se utiliza un artefacto*. Mientras que la *función* es ajena al usuario (simplemente especifica la tarea que el objeto realiza), **la idea de affordance incluye al usuario y al diseñador como parte intrínseca del diseño del artefacto**

Gibson refiere inicialmente que un affordance “señala en dos direcciones”: al objeto en si mismo y al usuario, en el ámbito del diseño este concepto se puede ampliar hacia tres

direcciones: al artefacto, al usuario y al creador del mismo. Al utilizar el concepto de affordance, la funcionalidad del objeto de diseño, así como la interacción de este con el usuario se contemplan simultáneamente y en forma general, en lugar de considerar estos aspectos mediante una serie de restricciones adicionales a la mera descomposición funcional, así como otros remedios parciales al problema, tales como el diseño *para-x* o el QFD (Quality Function Deployment).

4.2.2. Ventajas de utilizar el enfoque de affordances en diseño.

Maier y Fadel (2002) han identificado algunas ventajas potenciales de utilizar el concepto de affordance en el diseño, las cuales en forma resumida son las siguientes:

- Descripción. Los affordances describen el comportamiento del sistema, aunque estos factores no sean perceptibles.
- Factor humano. Los affordances involucran al usuario como un factor intrínseco al diseño del objeto.
- Fundamento. Los affordances tienen la ventaja de tener un fundamento científico, proveniente de la psicología de la percepción.
- Impulso para el diseño. De acuerdo a Gibson, el impulso básico para el diseño en general es la creación o modificación de affordances.
- Amplitud. Al utilizar los affordances, se pueden contemplar más aspectos en la actividad de diseño que el mero análisis funcional.
- Inclusión de la función. Los affordances incluyen a la función como una de las muchas categorías de affordances.
- Visión del diseño. El diseño puede verse como un proceso de búsqueda de un objeto que posea un conjunto de affordances deseados y no posea otro conjunto de affordances no deseados.
- Inexistencia del diseño perfecto. La relación de complementariedad también explica la inexistencia de un diseño perfecto, lo cual justifica a su vez la búsqueda de soluciones satisfactorias y completas de diseño.
- Influencia de la estructura en el funcionamiento. Los affordances representan una forma de explicar como la estructura influye en el funcionamiento general de los sistemas.

- Consistencia perceptiva. Los affordances alientan a los diseñadores a diseñar productos bajo la misma perspectiva desde la cual los usuarios perciben el objeto de diseño.

Estos investigadores de igual manera han identificado deficiencias al utilizar este enfoque (Maier y Fadel, 2002).

- Definición/reconocimiento de affordances. Debido a la relación complementaria subyacente a los affordances, estos pueden ser difíciles de reconocer y definir.
- Falta de una definición formal. Debido a que ninguna metodología de diseño basada en affordances ha sido desarrollada o comprobada.
- Sustento teórico. Al aludir una teoría externa, la psicología de la percepción, su aplicación al diseño no ha sido desarrollada plenamente.
- Teoría incompleta. La psicología de la percepción, al ser reciente, no es una ciencia totalmente desarrollada y aceptada.
- Naturaleza no técnica. Debido a que affordance es un concepto psicológico, podría ser difícil de asimilar por personas con un perfil de formación técnica, tal como el de un diseñador industrial.

4.2.3. La complementariedad de *función* y *affordance* en el diseño.

Partiendo de las fortalezas y debilidades del análisis de funciones y la teoría de affordances, es posible plantear un mecanismo por medio del cual se complementen estas dos aproximaciones, con el objetivo de subsanar las fortalezas de uno con las desventajas del otro y viceversa. Particularmente, debido a que el análisis de funciones es actualmente la doctrina generalmente aceptada en el mundo del diseño, el interés no se centra en remediar las deficiencias conocidas de esta aproximación, utilizando las fortalezas de los affordances, la pretensión y aportación reside en complementar la visión tradicional del diseño, a partir de la identificación y aprovechamiento de las siguientes sinergias:

- Visión sistémica. La teoría de affordances complementa el análisis funcional al contemplar otros aspectos, que igualmente son importantes en el diseño.
- Integración de métodos de diseño. Aunque estos otros aspectos relevantes para el diseño son contemplados por otros métodos, la teoría de affordances

puede ser utilizada para unir estos procedimientos en una plataforma común.

- Diseñar más allá de la funcionalidad. Lo cual puede remediar la práctica de diseño basada en el análisis de funciones, que resuelve los aspectos funcionales y que ocasionalmente genera objetos no adecuados en otros planos, tales como el estético, la seguridad, la usabilidad, etc.
- Sustento teórico. Debido a que la teoría de affordances incluye el concepto de función como una categoría de affordance, esta teoría puede servir de sustento teórico al análisis funcional.

4.3. UN NUEVO ENFOQUE DEL PROCESO DE DISEÑO.

Con el fin de comprender el proceso de diseño, es necesario realizar primeramente un análisis del porque se diseñan los objetos. Gibson recurre al concepto de affordance para responder esta pregunta fundamental:

“Why has man changed the shapes and substances of his environment? To change what it affords him” (Gibson, 1979) ⁷

Consecuentemente, la intención de cualquier proyecto de diseño debe percibirse en términos de la creación y modificación de affordances, lo cual extiende el concepto desde la base de creación de objetos que realicen actividades (funciones), hacia la creación de objetos que puedan ser utilizados, tal como refiere Bonsiepe (1993, p.43) acerca de la actividad de diseño:

“El diseño es el dominio en el cual se estructura la interacción entre usuario y producto para posibilitar acciones eficientes”

Por ello, no es suficiente crear únicamente objetos que posean una combinación de affordances, como lo señala Norman (2000), el objeto además *no* debe incluir ciertos affordances no deseados.

⁷ “¿Por qué el hombre ha cambiado las formas y la esencia del ambiente? Para cambiar lo que este le permite (affords)”

4.3.1. Affordances y la teoría general de sistemas.

Después de haber ilustrado la utilidad del concepto de affordance en el contexto del diseño de ingeniería, su importancia puede ser ampliada al dominio de los sistemas en general. Una de las bases de lo que se ha llamado *el pensamiento sistémico* es la aserción de que *la estructura del sistema influye en su comportamiento* (Senge, 2004). Esta afirmación indica que la estructura de una organización determina, en gran medida, el comportamiento de los subsistemas que componen el sistema organizacional, así como el propio sistema total. De aquí se puede establecer entonces que:

“un sistema permite (affords) comportamientos específicos en base a la estructura u organización de su ambiente interno”.

Esta proposición describe *como* la estructura influye en el comportamiento de un sistema en general, en base a ello se puede formular una nueva definición de diseño, desde la propuesta de Bonsiepe (1993):

“El diseño es el dominio en el cual se estructura la interacción entre usuario y producto para posibilitar acciones eficientes mediante la búsqueda de sistemas que posean una combinación de affordances deseados y que NO posean otra combinación de affordances no deseados”

La primera aseveración se puede ampliar para considerar la influencia del ambiente externo al sistema:

“Los comportamientos específicos que un sistema permite (affords) dependen del ambiente externo”

La segunda y tercera afirmación que se han presentado, son afines a la percepción de Simon (1973), quien señala:

“An artifact can be thought of as a meeting point between an inner environment, the substance and organization of the artefact itself, and an outer environment, the surroundings in which it operates. If the inner

environment is appropriate to the outer environment, or vice versa, the artifact will serve its intended purpose”⁸

En la figura 4.5 se hace explícita la consideración del ambiente interno y externo, así como del propósito de los objetos, de igual manera, se clarifica que el punto de contacto entre los dos ambientes (la interface) son las affordances.

4.3.2. Consideración del grado de complejidad de *función* y de *affordance*.

La diferencia central entre los conceptos de *función* y *affordance* radica en el grado de complejidad de las relaciones descritas por cada uno; mientras que una *función* describe una relación simple de entradas-salidas en forma de modelo de “caja negra”, un *affordance* describe una relación mucho más compleja de las relaciones entre las propiedades de un artefacto y la percepción del uso de este artefacto por el usuario. Esta complejidad en el diseño surge a partir de múltiples factores, que tienen como origen la necesidad básica de considerar en el diseño a tres actores básicos: el artefacto, el usuario y el diseñador (Figura 4.5).

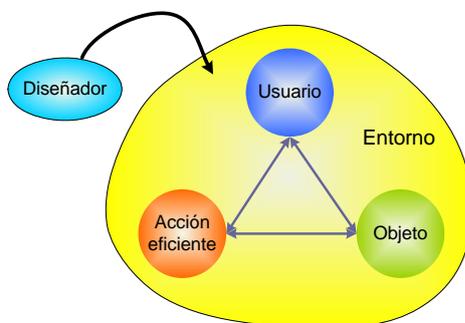


Figura 4.5. El papel del diseñador según la visión de affordances. Elaboración propia.

Un símil de la estructura planteada en la figura 4.5 puede ser establecido con el *triángulo hermenéutico* (figura 4.6), el cual consiste en una obra, un operador (el creador de la obra) y un receptor; esta estructura, describe con otras palabras la comunicación entre diseñador, productor y usuario (Burdek, 1994). Desde el punto de vista teórico-científico, se

⁸ “Se puede pensar que un artefacto como el punto de encuentro entre el ambiente interno, la sustancia y organización del artefacto en si mismo y el ambiente externo, el medio en el cual este opera. Si el ambiente interno es apropiado al ambiente externo, o viceversa, el artefacto cumplirá el propósito deseado”

pone de manifiesto que el diseño debe emplear más los métodos de las ciencias filosóficas (por ejemplo la fenomenología y la hermenéutica), que los de las ciencias naturales, ya que con ellos es posible aclarar el contexto sociocultural de los objetos de diseños.

Rainer Funke, citado por Burdek (1994), ha ilustrado el problema de “forma y contexto” sobre la base de la semiótica: “Una condición esencial para la semioticidad es la situación del contexto. Los objetos sólo se interpretan como signos cuando se perciben en un entorno que tiene una interpretación determinada”. De este modo, la forma de una cuchara se interpreta como símbolo de un restaurante de autoservicio, si aparece en un contexto en el que cobre sentido la referencia a esa instalación.

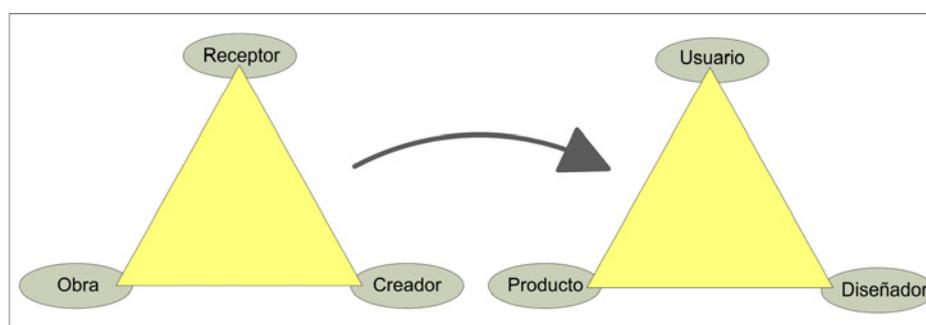


Figura 4.6. Triángulo hermenéutico. Elaboración propia. Tomado de Burdek (1994:169).

4.3.3. Affordances artefacto-usuario.

Los affordances representan un conjunto especial de interacciones, en el sentido de su bidireccionalidad artefacto-usuario, usuario-artefacto. Sin embargo, todas las interacciones no son por si mismas affordances, esto significa que por si mismas las propiedades de un objeto no señalan un affordance, lo que les confiere esa propiedad es el grado en que estas propiedades resultan útiles de alguna manera al usuario.

De esta manera, se pueden definir las affordances entre objeto y usuario como el conjunto de interacciones en las cuales las propiedades del objeto son percibidas por el usuario como posibilidades de acción, es entonces que se puede decir que un objeto permite (*affords*) una combinación de usos.

Una metodología básica para el diseño de affordances sería, en forma muy resumida, la siguiente:

1. Definir los affordances deseados (y no deseados) a ser diseñados, recogiendo información en base a la percepción del usuario, utilizando una estructura genérica para así evitar pasar por alto alguna de ellas.
2. Comprender los affordances recopilados en el paso anterior.
3. Identificar las características del artefacto a incorporar (u omitir) para cada affordance, así como las características del usuario que inciden en cada uno de ellos.
4. Priorizar los requerimientos de diseño a incorporar en el objeto de diseño.

4.4. LA ESTRUCTURA DE AFFORDANCES.

Un artefacto debe permitir realizar la tarea para la cual fue diseñado, sus *funciones*, sin embargo, también debe permitir ser utilizado por el usuario con ese fin, además de ser estético, personalizable, manufacturado, reparado, no ser dañino al medio ambiente, etc. Esto se aparta de la concepción de las metodologías de estructuras funcionales, propuestas entre otros por Pahl-Beitz (1988) (figura 4.7) hacia una estructura mucho mas compleja, la cual, a la vez que incorpora la *función* (figura 4.8) considera estos factores mencionados.

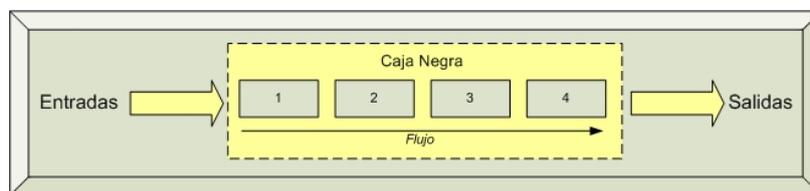


Figura 4.7. Diagrama de descomposición funcional. Elaboración propia. Tomado y adaptado de Cross (1996).

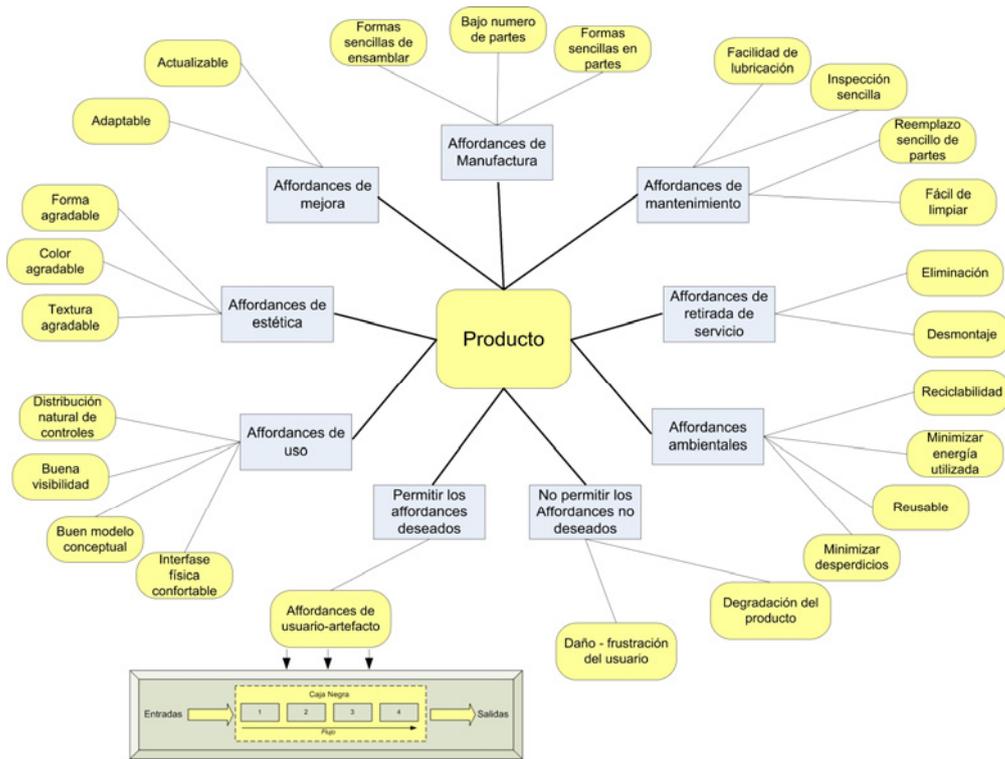


Figura 4.8. Ejemplo de una estructura de affordances. Elaboración propia. Tomado y traducido de Maier y Fadel (2001).

4.4.1. Propuesta de un método para la creación de estructuras de affordances.

La propuesta gira en torno a la creación de un mecanismo para identificar, clasificar y categorizar affordances a incorporar al objeto de diseño. El propósito de tener una estructura de affordances es el que esta distribución sirva como guía rectora de la actividad creativa del equipo de diseño, en la etapa posterior a la generación de conceptos.

Uno de los primeros pasos de los métodos de diseño sistemático basados en el análisis de la función, es la creación de algún tipo de estructura de funciones, que representan gráficamente las funciones requeridas y las relaciones entre estas.

El propósito de una estructura de funciones es el esquematizar las funciones a realizar por un artefacto de una manera organizada. Una de estas técnicas es el árbol de funciones, el cual organiza las funciones en forma jerárquica, a partir de una descripción

general de la misma hasta la descripción de los subsistemas básicos para realizar esta función general. Un ejemplo de esta representación se presenta en la figura 4.9.

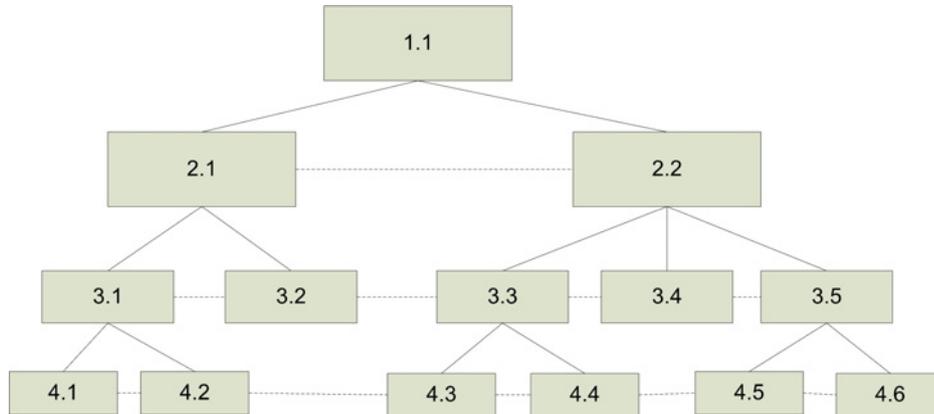


Figura 4.9. Ejemplo de árbol de funciones. Elaboración propia. Adaptado de Cross (1996:60).

Otro tipo de estructura organiza las funciones en base a los flujos de energía, materiales e información entre las funciones del objeto de diseño. Un ejemplo de este tipo de gráfico se presenta a continuación (figura 4.10):

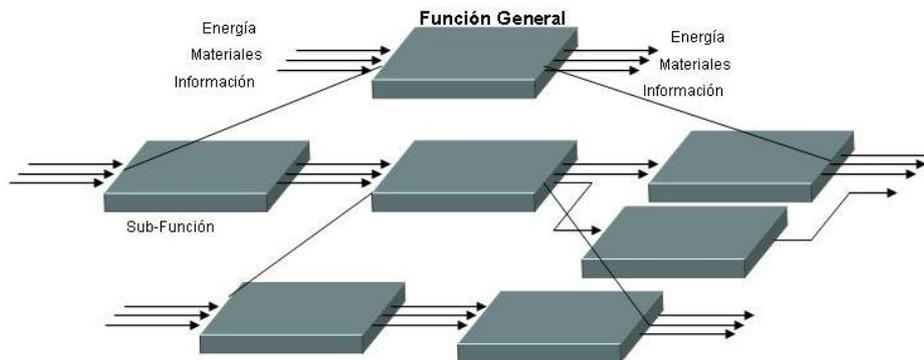


Figura 4.10. Ejemplo de diagrama de flujo de funciones. Elaboración propia. Adaptado de Cross (1996:73).

El propósito de una estructura de affordances es similar a una estructura de funciones, en el sentido de que mientras que la primera organiza affordances, la segunda organiza funciones, sin embargo, debido a la naturaleza diferente de los conceptos de función y affordance descritas anteriormente, las estructuras de affordances no pueden ser organizadas de la misma forma que las estructuras de funciones. Esto se debe en gran medida a la dependencia e independencia de la forma de affordances y funciones, respectivamente. La idea fundamental del diseño sistemático basado en la función, es que

las demandas del usuario pueden ser traducidas a funciones, las cuales se pueden relacionar con principios físicos de comportamiento del artefacto, los cuales son ejecutados por diferentes elementos o componentes. Al seguir detalladamente los pasos de este tipo de métodos es razonable obtener un diseño más completo y exacto, sin embargo no es claro si estos resultados sean debidos a su enfoque funcional o solo fruto de su sistematización; por tanto, lo que se cuestiona no es lo sistemático del proceso, lo que se pone en duda es la ubicuidad de la función en el diseño de ingeniería. Si se desea instaurar el concepto de affordance como una percepción alterna en el diseño, cobra sentido entonces utilizar un enfoque sistemático.

4.4.2. Pasos para crear una estructura de affordance.

Paso 1. Recolección, comprensión y expresión de las necesidades del usuario en términos de affordances. El primer paso para construir una estructura de affordances es expresar los requerimientos del usuario en estos términos. Desde un punto de vista psicológico, esto no debe ser algo complicado, debido a que la psicología ecológica propone que las personas perciben su ambiente en términos de affordances, sin embargo, generalmente es más sencillo expresar los affordances mediante relaciones, en lugar de utilizar una sola palabra para referirse a un affordance. Por ejemplo, es más comprensible expresar que “una escalera debe permitir (afford) ser escalable” que la sola palabra “escalable”.

Paso 2. Aplicar un modelo genérico de estructura de affordances. El segundo paso consiste en comparar la lista con una estructura genérica de affordances (figura 4.11), notándose que aquellos affordances presentes en la estructura genérica y no presentes en el listado de affordances del usuario deben ser valorados por el diseñador, y decidir si son en realidad importantes o se pueden omitir para el proyecto particular. La estructura genérica de affordances tiene entonces dos propósitos básicos: por un lado servir de guía al diseñador acerca de que aspectos generales se deben cubrir, por otro lado, sirven de guía para recordar aspectos que se hayan pasado por alto en el diseño. En el caso del ejemplo de la escalera, se puede notar que no se contemplan affordances de estética, manufactura y mantenimiento, entre otros, por lo que la estructura genérica puede ayudar a recordarlos para ser incluidos en el diseño.

Paso 3. Priorizar los affordances. El tercer paso hacia la construcción de una estructura de affordances corresponde a jerarquizar el listado resultante del paso 2. Este procedimiento puede ser complicado si se realiza en la forma tradicional, que toma en cuenta solamente la percepción del diseñador para hacer la jerarquización, de forma que se incluya la percepción del usuario. Resultan útiles herramientas tales como el método Kano para la satisfacción del cliente (1984), aunque este método no jerarquiza affordances en su aplicación original, el procedimiento puede ser adaptado fácilmente para este propósito. El resultado de este paso sería un listado de características obligatorias, unidimensionales y atractivas (refiérase al capítulo 2.3 para una descripción de las características de cada uno de ellos).

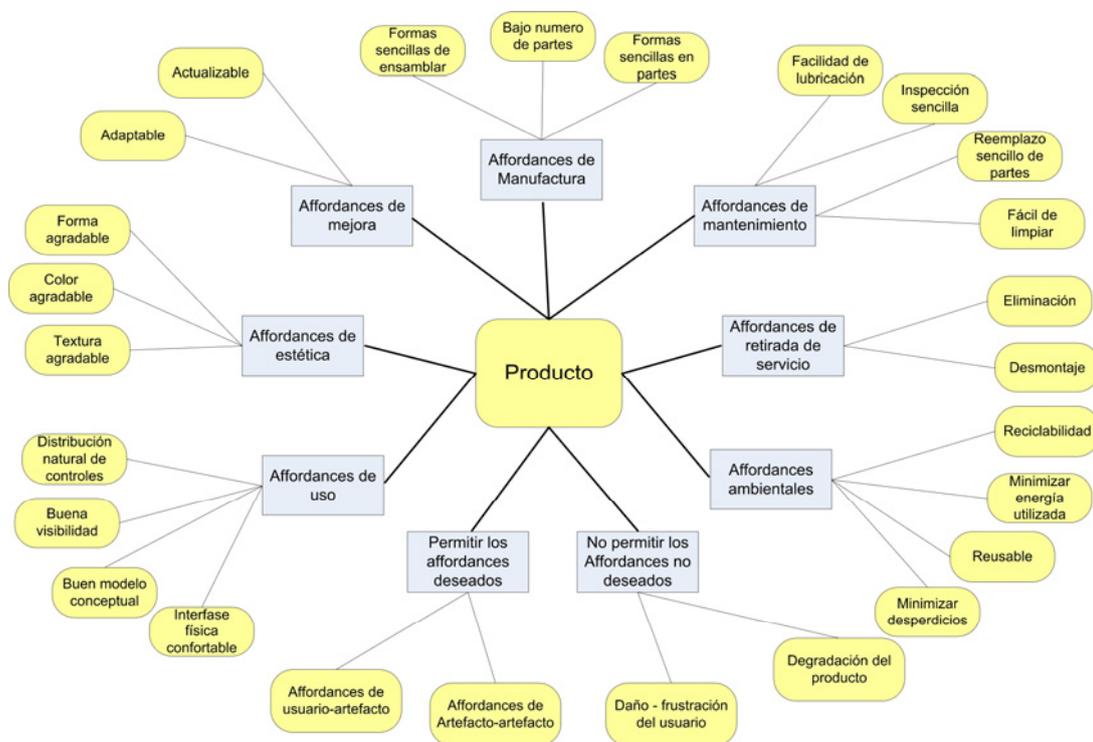


Figura 4.11. Estructura genérica de affordances. Elaboración propia. Tomado y traducido de Maier y Fadel (2001).

En base a la jerarquización de affordances, se pueden encontrar combinaciones que sean traducidas a diferentes de tipos de producto, tal como se muestra en la tabla 4.3.

| Tipo de producto | Affordances requeridos en la clasificación de Kano |
|--------------------|--|
| Producto básico | Affordances obligatorios |
| Producto esperado | Affordances obligatorios + Affordances unidimensionales |
| Producto ampliado | Affordances obligatorios + Affordances unidimensionales + Affordances atractivos incorporados |
| Producto potencial | Affordances obligatorios + Affordances unidimensionales + Affordances atractivos incorporados + Affordances atractivos aún no incorporados |

Tabla 4.3. Combinaciones de affordances para tipos de productos. Elaboración propia. Tomado y adaptado de Yacuzzi y Martin (2002).

Paso 4. Organizar los affordances en una estructura. El último paso consiste en organizar el listado en una estructura ordenada. Esta actividad puede ser realizada de múltiples maneras, una de ellas es clasificar los affordances por tópicos, mediante una adaptación de la estructura genérica. Un ejemplo de este tipo de organización se presenta en la figura 4.12.

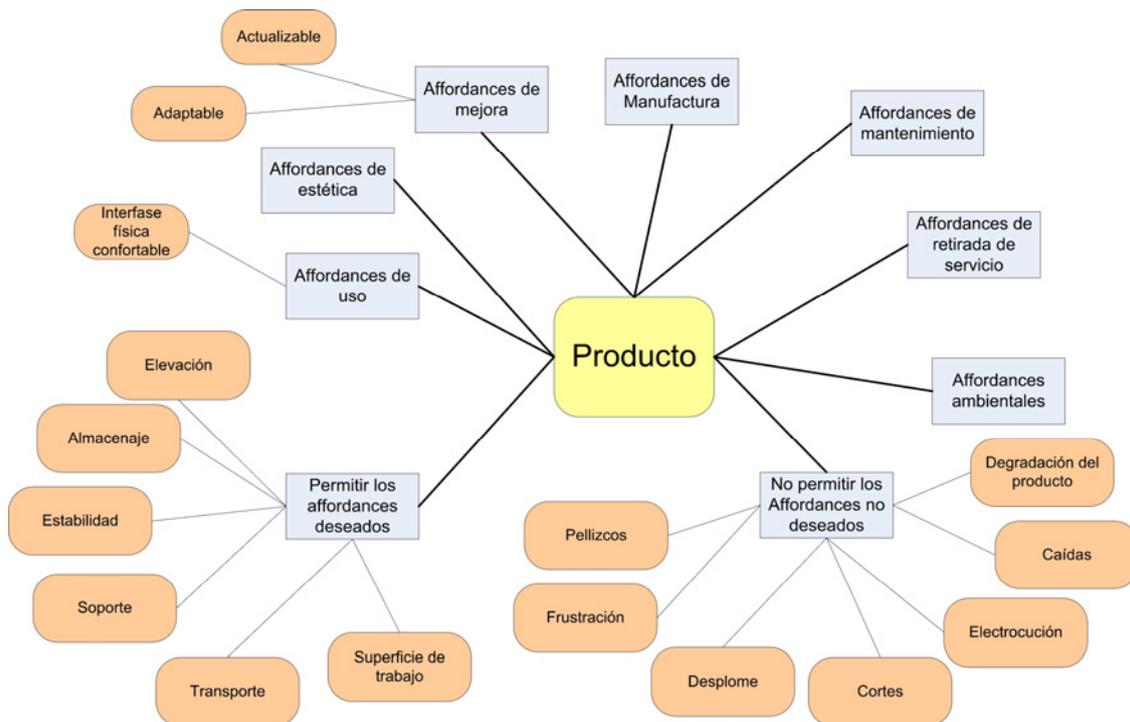


Figura 4.12. Estructura de affordances organizada por tópicos. Elaboración propia. Tomado y traducido de Maier y Fadel (2001).

4.5. UTILIZACIÓN DE LA TEORÍA DE AFFORDANCES EN LA TESIS.

Se propone incorporar a la teoría de affordances los mecanismos que fueron expuestos en el capítulo de revisión bibliográfica de la siguiente manera (figura 4.13):

Para la detección y jerarquización de los atributos de diseño de tipo subjetivo, que en la estructura genérica de affordances se señalan como “affordances semánticos”, se utilizará la técnica de diferenciales semánticos, así como la formulación de un sistema de inferencia basado en lógica difusa, con el propósito de hacer predicciones del comportamiento del objeto (en el caso de estudio práctico de la tesis, una silla de ruedas eléctrica de bipedestación).

Para la jerarquización de los atributos de diseño de carácter objetivo, se utilizará el método Kano (1984) para la satisfacción del cliente, adaptado para las circunstancias especiales del caso de aplicación de la tesis. El propósito de este método es el de jerarquizar y clasificar los atributos de diseño para crear combinaciones de características de diseño (que serán clasificadas en la estructura genérica de affordances pertinente), que a su vez generen diferentes tipos de producto (siendo el caso de un producto básico, un producto esperado, un producto ampliado o un producto potencial).

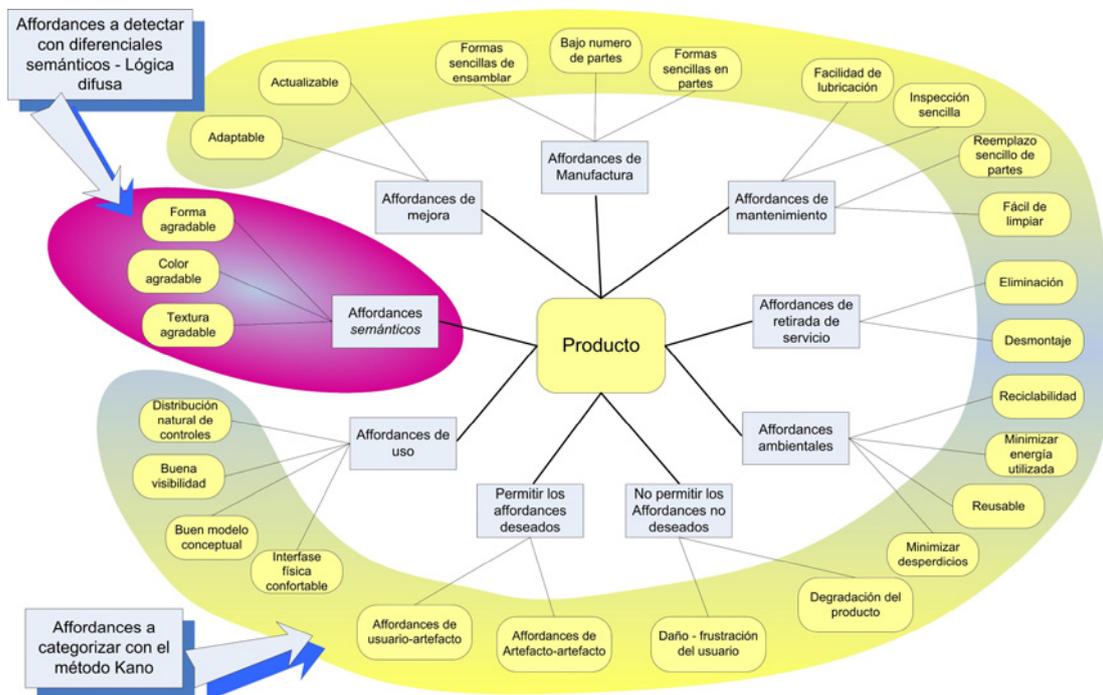


Figura 4.13. Estructura de affordances y su cobertura en el trabajo de tesis.

A continuación se presenta un esquema (figura 4.14), mismo que puede dar una idea inicial de los mecanismos a utilizar para cumplir estos objetivos, los cuales se abordaron en el capítulo dos, en donde fue presentado el marco teórico de conocimientos que sirven de sustento a la propuesta metodológica de la tesis. La figura 4.15 presenta el mismo esquema, indicándose ahora la correspondencia a los temas del capítulo dos.

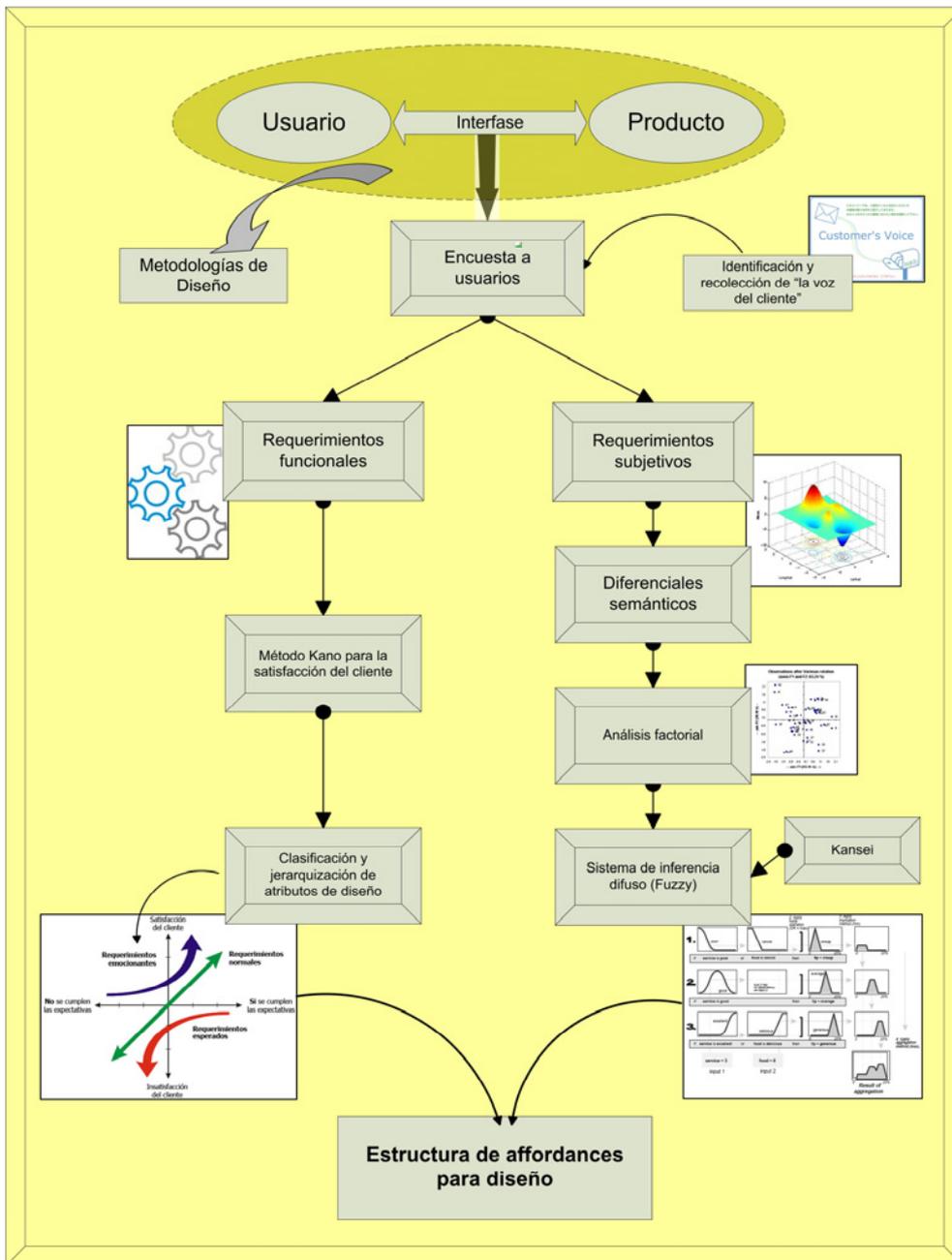


Figura 4.14. Metodología planteada en el trabajo de tesis.

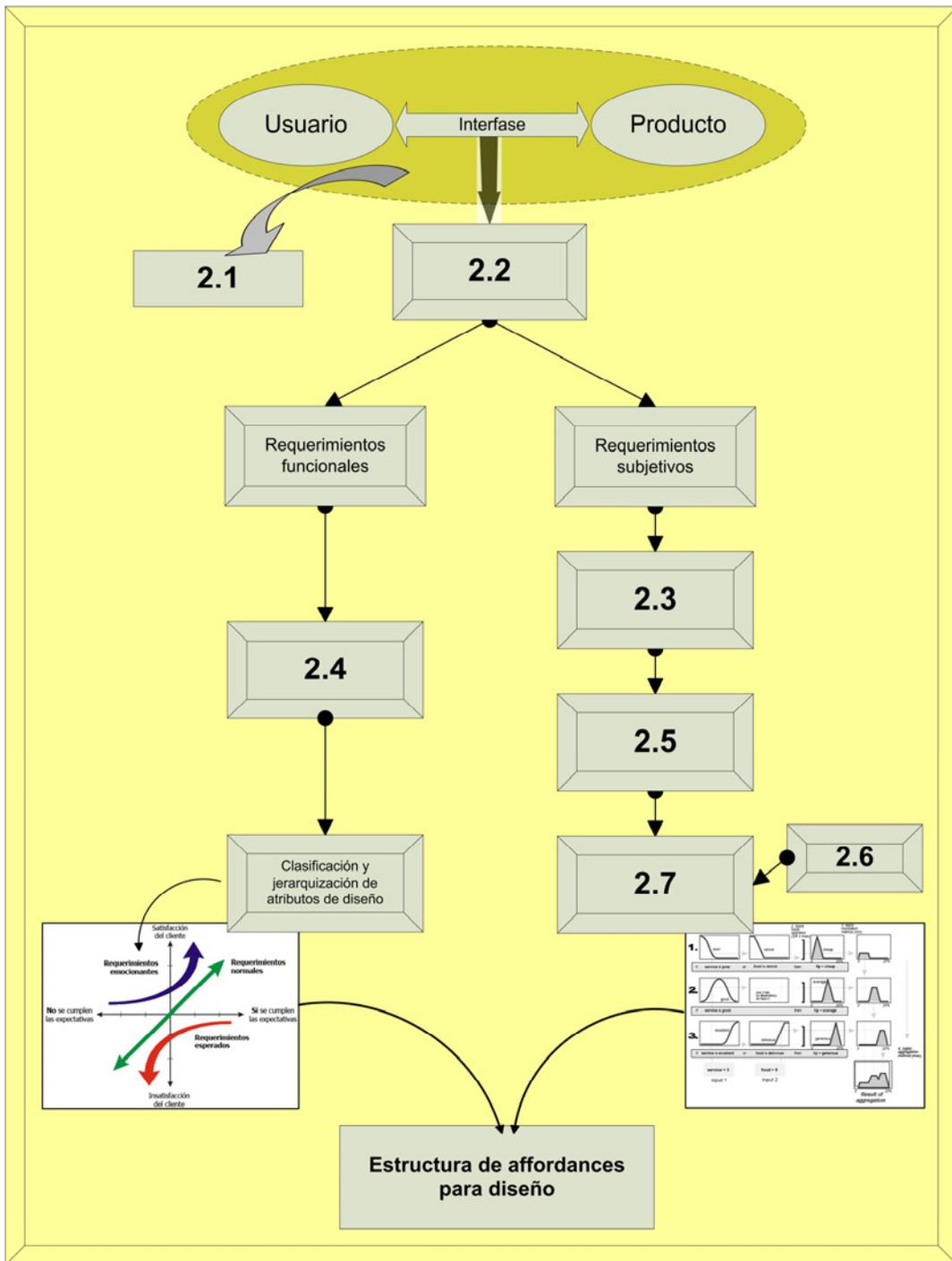


Figura 4.15. Correspondencia a los temas tratados en el capítulo 2.

En los siguientes apartados de este capítulo se desarrolla, a título de ejemplo, una aplicación práctica de la metodología propuesta, detallándose ahí la secuencia de actividades que se realizaron. El punto de partida es la contextualización del objeto de diseño a estudiar así como de los usuarios del objeto de diseño y sus características particulares.

En base a este proceso de familiarización y sensibilización con el objeto de diseño a estudiar, sus usuarios y el contexto de uso, se detalla la encuesta desarrollada como instrumento de recogida de información. Esta encuesta se divide a su vez en dos secciones principales: el apartado concerniente al método Kano para la satisfacción del cliente y el apartado correspondiente a diferenciales semánticos.

Posteriormente, en el capítulo 5 se llevará a cabo el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas aplicadas, los cuales sirven de base para el modelo de inferencia difusa y la creación de la estructura de affordances para la aplicación particular.

4.6. CONTEXTO DEL PROBLEMA.

Pese a lo lógico que resulta afirmar que los objetos o artefactos que empleamos han de ser fácilmente utilizables, así como estar adaptados a su función para satisfacer las expectativas del usuario y, como consecuencia de ello resultar exitosos en el mercado, en el ámbito del diseño son escasas las técnicas que permiten valorar como es percibido un objeto de diseño por el usuario.

Aunque la satisfacción de los usuarios de un objeto de diseño depende de múltiples variables interrelacionadas, en el mejor de los casos la valoración habitual de un objeto de diseño considera de forma reduccionista y fragmentada el análisis de sus características funcionales y emocionales, estudiando por un lado la medida en que un artefacto desempeñará sus funciones previstas y, por otro lado, cuál será la percepción del mismo en referencia al universo de usuarios potenciales o previstos.

Si por *funciones previstas* se entiende de forma limitada como aquellas vinculadas a la relación mecánica que el usuario sostiene con el objeto de diseño, existen para ello distintos procedimientos de ensayo, así como criterios o estándares de valoración que permiten evaluar el objeto de diseño, en función de los usos previstos para el mismo. Por ejemplo, las normas técnicas relacionadas con conceptos de calidad, tales como las señaladas por las diversas regulaciones ISO, indican cómo determinar el grado en que un objeto de diseño cumple con funciones tales como: durabilidad, resistencia, seguridad, degradabilidad, etc., aunque estas regulaciones soslayan otros aspectos funcionales de tanta o mayor importancia. Paralelamente, cuando se trata de valorar la percepción de carácter subjetivo (por ejemplo, la estética), inducida por los artefactos en los usuarios, el problema adquiere otra dimensión y son menos las técnicas disponibles para este propósito, e incluso las existentes son bastante más complejas que el mero cumplimiento de una normativa o estándar.

4.6.1. El producto: ayudas técnicas y productos de la vida diaria.

El usuario de un objeto de diseño es la persona que interactúa con él, ya sea como destinatario o bien, relacionado indirectamente a su uso. Cuando el objeto de diseño es una ayuda técnica (tal como el objeto tratado en el caso de aplicación de esta tesis), los usuarios son personas con discapacidad, familiares o profesionales de la tecnología de la rehabilitación; es decir, todos aquellos que de una u otra forma entran en contacto o realizan actividades relacionadas al producto. Aún esto, es claro que los agentes, o usuarios principales, son las personas con algún tipo de limitación, que utilizan las sillas de ruedas de bipedestación para realizar actividades que permiten cubrir sus necesidades básicas.

Aunque las personas con discapacidad son grupos de población heterogéneos, existen aspectos comunes que hacen posible una clasificación, la cual facilita el conocimiento de este colectivo, y además sirven como punto de partida para poder identificar estrategias a utilizar, con la intención de incluir la percepción del usuario en el proceso de diseño.

Las motivaciones de uso o adquisición de un producto tal como una ayuda técnica, se dan por el impulso de satisfacer necesidades de los individuos, las cuales se ven solventadas a través de la ejecución de las actividades de la vida diaria. Estas actividades han sido definidas como: "el conjunto de acciones y conductas asociadas a ellas que una

persona ejecuta todos los días o con frecuencia casi cotidiana, para vivir de forma autónoma e integrada en su medio ambiente y cumplir su papel social" (CEDAT-IBV, 2003).

En el proceso de gestación de los productos que facilitan la realización de estas actividades, generalmente no se tiene en cuenta las necesidades del usuario, sino que se generan por imitación o mimetismo de otros productos similares, o bien, por interés de mercado, sin investigar a profundidad los requerimientos de los usuarios ni de las personas asociadas a su uso.

De acuerdo a la norma UNE-EN ISO 9999-1999, una ayuda técnica es: "cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico usado por una persona con discapacidad, fabricado especialmente o disponible en el mercado, para prevenir, compensar, mitigar o neutralizar la deficiencia, discapacidad o minusvalía".

Las clases a las que hace referencia esta norma técnica de clasificación, pertinentes para el caso práctico del trabajo de tesis son las siguientes:

- **Clase 03:** Ayudas para terapia y entrenamiento (bipedestadores, jeringuillas, respiradores, vibradores, medias anti-edema, cojines para prevenir daños por presión, etc.).
- **Clase 12:** Ayudas para la movilidad personal (bastones, muletas, andadores, coches especiales, sillas de ruedas, grúas de transferencia, adaptaciones para automóviles, etc.).
- **Clase 18:** Mobiliario y adaptaciones para las viviendas y otros inmuebles (mesas ajustables, atriles, lupas con luz, elevadores para sillas, barras y asideros de apoyo, dispositivos de apertura y cierre de puertas, etc.).
- **Clase 24:** Ayudas para el manejo de bienes y productos (sistemas de control remoto, pulsadores, pedales, soportes de apoyo, ayudas para asir objetos, ayudas para transportar, grúas giratorias, etc.).

En concreto, el caso práctico de este trabajo de tesis, se dirige a la aportación de una herramienta de ayuda para seleccionar propuestas durante el diseño conceptual de una silla de ruedas de bipedestación. Las sillas de ruedas de bipedestación son un tipo especial de dispositivos para ayudar a adoptar la posición bipeda a personas con movilidad limitada, o nula, de las extremidades superiores e inferiores. El diseño de este tipo de silla de ruedas debe cumplir además con un conjunto de normativas técnicas, las cuales se indican en el

anexo 9, estas reglamentaciones revelan las características básicas de carácter funcional y técnico a los que esta sujeto el diseño de estos dispositivos. **Antes de continuar, es importante hacer una aclaración:**

Esto no significa que el área de aplicación se limite a este tipo de objetos de diseño, la metodología propuesta es aplicable al proceso de diseño de objetos en general, en particular para la fase de diseño conceptual y de selección de propuestas de diseño a desarrollar detalladamente.

4.6.2. Beneficios de la posición bípeda.

Las ventajas derivadas para un usuario discapacitado que requiera de este tipo de ayuda técnica se describen brevemente a continuación, distinguiéndose en forma primaria, en beneficios de tipo médico y en beneficios psicológicos.

4.6.2.1. Beneficios médicos.

- Primeramente, se puede expresar una reducción de la descalcificación u osteoporosis, debido a que el cuerpo humano esta preparado fisiológicamente para adoptar una posición bípeda, lo cual implica que los huesos de las extremidades inferiores deben desarrollarse constantemente, para contrarrestar la compresión que ejerce el peso del cuerpo al estar erguido. Si esta posición de bipedestación no se asume frecuentemente, los huesos se debilitan y en consecuencia se descalcifican.
- La posición vertical del cuerpo implica cierto trabajo para los músculos de las piernas, reduciéndose con ello la aparición de espasmos y contracciones musculares, lo cual ayuda a prevenir la atrofia muscular.
- También se mejora la circulación sanguínea, debido a que el riego sanguíneo se ve estimulado por el movimiento muscular. Como resultado de adoptar la posición bípeda, el sistema cardiovascular se fortalece y se reduce la inflamación de las extremidades inferiores.
- La posición bípeda ayuda a reducir las lesiones derivadas de la posición sedente, entre ellas, la aparición de úlceras o llagas ocasionadas por la presión

que ejerce el peso del cuerpo en zonas específicas, como consecuencia de permanecer demasiado tiempo en una posición corporal fija.

- Por último, se puede añadir que se mejoran las funciones intestinales, así como el funcionamiento de riñones y vejiga, reduciéndose de esta manera la posibilidad de infecciones en estos órganos.

4.6.2.2. Beneficios psicológicos.

A todos los beneficios médicos señalados anteriormente, se unen las siguientes ventajas psicológicas:

- Mayor libertad de movimiento.
- Mayor alcance de los objetos del entorno.
- La capacidad de asumir una posición bípeda en actividades cotidianas, como por ejemplo el sostener una conversación con otra persona, sin necesidad de voltear hacia arriba para hacerlo.

El Instituto de Biomecánica de Valencia (CEDAT-IBV, 2003) ha generado una clasificación, así como un conjunto de definiciones, como resultado de seminarios de consenso de expertos en discapacidad. En estos eventos fueron revisadas diferentes clasificaciones, procedentes de las siguientes fuentes: estadísticas del INE, la clasificación CIDDM-2 de la OMS, y la guía ISO/IEC 71:2000 CE. En particular, la tabla 4.4 presenta la categoría de discapacidad física, de donde aplican para este caso práctico de tesis las discapacidades de manipulación, destreza, movimiento y fuerza.

Además de la clasificación de discapacidades, la cual puede ser útil para identificar las diferentes limitaciones, es necesario considerar las características sociodemográficas comunes a todas las personas, las cuales son determinantes para establecer cualquier tipo de relación usuario-producto. Estas diferencias son, entre otras: edad, género, nivel académico, profesión y situación laboral, entorno socio-familiar, situación económica y estado de salud.

| Discapacidad Física | Definiciones |
|---------------------|--|
| Manipulación | Limitaciones en las actividades de transportar, desplazar y coger o soltar objetos, incluye acciones utilizando los pies, manos y brazos. Alcanzar, elevar, depositar, tirar, empujar, patear, asir, soltar, girar, lanzar. |
| Destreza | Limitaciones en las actividades de utilización de manos y brazos, y actividades de psicomotricidad fina, incluye las acciones coordinadas de manejo de objetos, tomar, manipulación y soltar utilizando una mano, los dedos y los pulgares. |
| Movimiento | Limitaciones en las actividades de mantener y cambiar la posición corporal y trasladarse de un lugar a otro utilizando las piernas, pies, manos y brazos. |
| Fuerza | Disminución de la fuerza generada por la contracción de un músculo o grupo de músculos al realizar una actividad. Puede ser realizada por una parte específica del cuerpo en una acción específica o aplicada a un objeto específico. Incluye tirar, elevar, asir, pulsar, pinchar, girar, etc. |
| Resistencia | Disminución de la capacidad de soportar funciones cardiaca y pulmonar. |
| Voz/habla | Deficiencia relacionada con el sonido producido por los órganos vocales, normalmente la dicción. Las alteraciones en la dicción influyen de forma general o en aspectos tales como la articulación, volumen, fluencia, velocidad, melodía y ritmo. Limitación en la utilización de un código o sistema común llamado lengua. |

Tabla 4.4. Clasificación de las discapacidades físicas. Tomado de CEDAT Y IBV(2003:16).

4.6.3. ¿Cuándo y cómo debe participar el usuario en el proceso de diseño?

En la figura 4.16 se presentan las diferentes fases en que puede dividirse el proceso de diseño de cualquier artefacto (CEDAT-IBV, 2003). En esta figura puede observarse que para cada fase existen métodos, los cuales recurren a técnicas variadas, con el objetivo de incorporar la participación de los usuarios del objeto de diseño en el proceso creativo.

Estas técnicas, en función de la fase correspondiente del proceso de diseño, presentan objetivos concretos, para el caso de este trabajo de tesis es de particular interés el proceso de definición estratégica, el cual sirve a su vez de punto de partida para la generación del diseño conceptual, correspondiente a las fases 1 y 2 de la figura 4.16. El objetivo general de los métodos de indagación y generación de ideas (conceptos) es analizar la posición de un artefacto en el mercado, mediante el estudio de las siguientes áreas:

- Las características diferenciadas de los productos del mercado.
- Problemas de uso presentes en los productos del mercado.

- El entorno en el cual se utiliza el producto.
- Las tareas que se realizan con el objeto de diseño.
- Los diferentes grupos de usuarios y sus características particulares.
- Las opiniones y necesidades de los usuarios.
- Los criterios que utilizan los usuarios para la definición y evaluación del objeto de diseño.

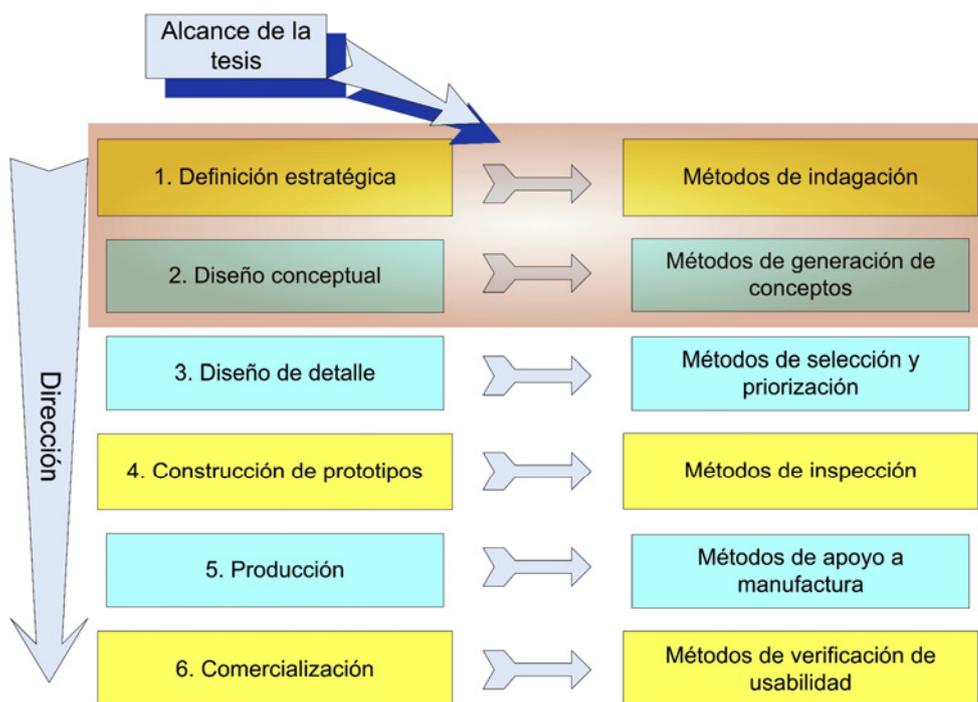


Figura 4.16. Alcance de trabajo de tesis. Tomado y adaptado de CEDAT Y IBV (2003).

4.6.4. Estudios Previos.

Como punto de partida, a continuación se resumen los resultados de un estudio anterior, titulado "Problemática de los usuarios de sillas de ruedas en España" (Poveda, 1998). Esta publicación fue realizada por el Instituto de Biomecánica de Valencia⁹, abarcaba en forma general los diferentes tipos de sillas de ruedas. Los resultados que se presentan, son los concernientes específicamente a los usuarios de sillas de ruedas eléctricas.

Tal y como cabe esperar, en los usuarios permanentes de sillas de ruedas, los porcentajes de discapacidad asignados por los centros de valoración y diagnóstico son, en el

⁹ www.ibv.es

85% de los casos mayores al 75%, y en un 10% de las ocasiones, con un porcentaje de discapacidad entre 66 y 75%. De este estudio, se desprende que las patologías con mayor porcentaje de discapacidad reconocida son, en orden descendente: tetraplejía, parálisis cerebral, esclerosis múltiple, ataxia y las miopatías; estas enfermedades, por su propia naturaleza, requieren de sillas de ruedas de bipedestación, debido a la falta de capacidad de impulso motriz de la persona, así como a la tendencia a formar escaras y la debilidad muscular, que incide en deformaciones posturales.

De este estudio, se obtiene también que del total de sillas de ruedas que se estudiaron, el 28% correspondía al tipo eléctrico, con un coste de adquisición promedio de €3300 por unidad y un tiempo de uso diario estimado de 8 horas. Aún cuando el coste de estos dispositivos es alto, se obtiene de este estudio otro dato importante: el porcentaje de usuarios que realizan adaptaciones a las sillas de ruedas puede llegar a ser tan alto como el 58% (tetrapléjicos).

La valoración de la adaptación funcional de las sillas de ruedas de tipo eléctrico se resume a continuación:

4.6.4.1. Facilidad de manejo.

- a. Conducción. En este tema, los usuarios se encuentran satisfechos medianamente (7.8/10), sin embargo, el 19% considera la velocidad promedio demasiado lenta (8 km/h) y la dificultad de mantener una línea recta (5%).
- b. Capacidad de superar obstáculos. La satisfacción es mala (4.8/10), dándose especial importancia a la imposibilidad de subir bordillos bajos (40%), la dificultad para levantar la silla (33%) y la pérdida de estabilidad asociada (17%).
- c. Amortiguación. Relacionada con el confort de uso, recibe un porcentaje de quejas del 54% y una valoración media baja (5.3/10).

4.6.4.2. Seguridad de uso y diseño.

En este aspecto, las sillas de ruedas eléctricas reciben una calificación aceptable (7.2/10), sin embargo, el 25% de los usuarios percibe un riesgo de vuelcos, un 14% de fallo de freno de estacionamiento y un 12% advierten un riesgo de vuelcos laterales.

4.6.4.3. Dimensiones generales.

Las dimensiones no presentan quejas importantes, esto es debido en parte a la normatividad existente sobre estas características. El factor que recibe críticas es el correspondiente al peso de la silla (4.7/10). En este sentido, es importante considerar detalladamente el peso, debido a que existe una buena correlación entre este factor y la percepción de calidad, asociada al uso de materiales más caros y al diseño más deportivo.

4.6.4.4. Plegado y transporte.

Entre los diferentes tipos de sillas de ruedas, el tipo eléctrico es el que tiene una valoración más baja (5.3/10) en lo referente a la capacidad de plegado. Esta tendencia se repite en cuanto a la capacidad de transporte (4.4/10), donde se obtuvo un porcentaje de 75% de quejas sobre esta característica.

4.6.4.4. Durabilidad.

La durabilidad es un aspecto fundamental a la hora de selección, en el estudio se evidencia una fuerte correlación entre durabilidad y calidad, así como entre seguridad y mantenimiento. Las sillas eléctricas reciben una calificación regular en este aspecto (6.6/10); así mismo, el 56% de los usuarios de sillas eléctricas tiene quejas sobre la durabilidad, en específico lo que respecta a los pinchazos de ruedas, fallas en el sistema eléctrico y fallos de chasis.

4.6.4.5. Incorporación de accesorios (personalización).

La posibilidad de incorporar accesorios implica un valor añadido indiscutible para una silla de ruedas, ya que puede servir a propósitos clínicos, puede facilitar o hacer más seguro el uso de la silla y puede mejorar el confort o la estética. Las sillas de ruedas reciben una calificación de 6.2/10, siendo los accesorios más demandados, en orden de importancia: accesorios para el asiento, accesorios para el respaldo, sistemas de alumbrado, espejos, bolsos y portamaletas, reposabrazos y reposapiés especiales.

4.6.4.6. Estética.

El atractivo de una silla de ruedas constituye un aspecto cada vez más demandado por la población discapacitada (el 40% de los usuarios tiene quejas de esta característica) y no debe ser considerado como un lujo o detalle superfluo, sino como una característica

sustancial del objeto. Las sillas de rueda eléctricas reciben en este estudio una valoración baja, 5.9/10, cifra aun así superior a otros tipos de sillas.

4.6.4.7. Precio.

En este aspecto, las sillas de ruedas reciben una calificación extremadamente baja (2.3/10), considerándose como promedio justo un precio máximo de € 2160.

4.7. DESARROLLO DEL CASO PRÁCTICO.

Las actividades para el desarrollo de este caso práctico iniciaron con la búsqueda de estudios previos, cuyos resultados han sido anteriormente presentados en forma sintetizada. Posteriormente, se buscaron fuentes de información primaria para la encuesta, obteniendo como resultado de ello, un listado de agrupaciones de discapacitados en España, las cuales colaboraron para este estudio.

Seguidamente, se diseñaron los instrumentos para recogida de información, estos fueron encuestas de tipo personal y vía correo electrónico. En base a los datos recopilados por medio de estos instrumentos, el análisis de los mismos se dividió en dos partes: el análisis de la parte correspondiente al método Kano (1984) y el análisis de la parte correspondiente a diferenciales semánticos. Posteriormente, en base a la información resultante de diferenciales semánticos, se construyó el modelo de inferencia difusa para la selección de uno de los productos evaluados, partiendo de 14 parámetros de entrada.

La figura 4.17 presenta la secuencia de actividades que se realizaron para desarrollar el caso práctico de aplicación y que sirven como una plataforma general para aplicar la metodología propuesta en la tesis.

Los resultados, que se muestran en el próximo capítulo, fueron sintetizados a partir de la información recogida. La razón principal de esto es debido a la gran cantidad de datos recogidos (12875 datos para el total de encuestas). En la sección de anexos se presentan algunos de estos datos, así como otra información adicional correspondiente a los modelos de encuesta aplicados, así como los resultados de las pruebas realizadas y del procedimiento de análisis factorial

Además, en el capítulo cinco se realizaron pruebas con el modelo de inferencia difusa creado, para probar su comportamiento ante diferentes combinaciones de variables de entrada, por último se presentan las conclusiones del caso de aplicación de la tesis.

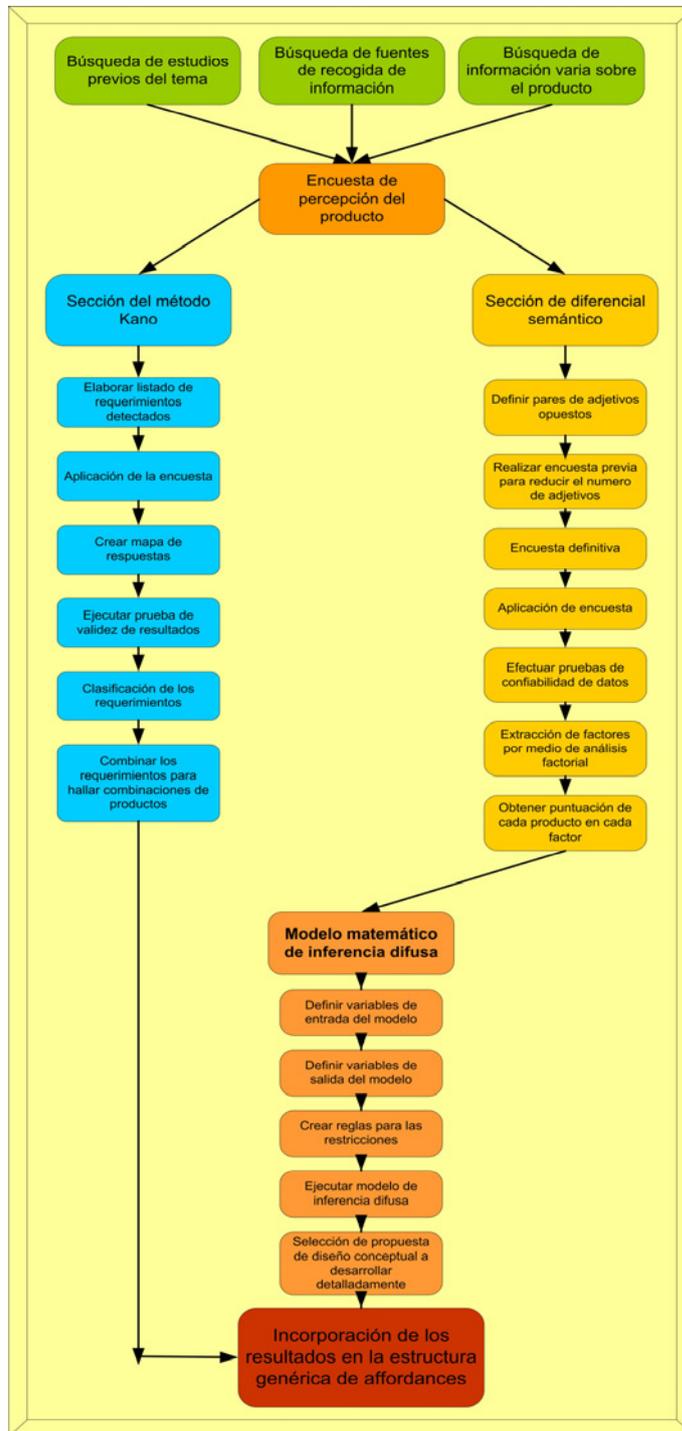


Figura 4.17. Secuencia de actividades para desarrollar la metodología propuesta.

4.7.1. Agrupaciones de discapacitados contactadas para las encuestas a usuarios de sillas de ruedas.

La tabla 4.5 muestra las agrupaciones que fueron consultadas para la encuesta aplicada, las cuales proporcionaron direcciones de correo electrónico de algunos de sus agremiados, usuarios de sillas de ruedas de tipo eléctrico.

| |
|---|
| Confederación Coordinadora Estatal de Minusválidos Físicos de España (COCEMFE) C/Ríos Rosas, 54, bajo, derecha. (28003), Madrid (www.cocemfe.es). |
| Confederación Andaluza de Minusválidos Físicos. (CAMF) C/Argote de Molina, 23, oficina B. (41004), Sevilla (www.camf.org/). |
| Federación ECOM. Gran Vía, 562, Pral. 2ª. (08011), Barcelona (www.ecom.es). |
| Confederación Gallega de Minusválidos Físicos (COGAMI) C/Modesto Brocos 7, bloque 3 bajo, (15704), Santiago de Compostela (www.cogami.es/). |
| Asociación de parapléjicos y grandes minusválidos físicos (ASPAYM). (www.aspaym.org/). |

Tabla 4.5. Agrupaciones de discapacitados que proporcionaron información.

4.7.2. La encuesta.

La encuesta es una de las técnicas más utilizadas en la investigación de la percepción del usuario, esto es debido principalmente al carácter subyacente de este instrumento: permite recoger gran cantidad de datos, tales como actitudes, intereses, opiniones, conocimientos y comportamientos. Adicionalmente, permite conocer datos básicos de clasificación, relativos a medidas de carácter demográfico y socio-económico. La encuesta posee además otra ventaja fundamental sobre otras herramientas: la captación de información se realiza con la colaboración expresa de los individuos participantes, utilizando para ello mecanismos estructurados para recolectar información.

La principal ventaja de la encuesta frente a otras técnicas, proviene de su capacidad para obtener datos sobre una amplia gama de necesidades de información; sin embargo, también presenta ciertas limitaciones o inconvenientes (Santesmases Mestre, 1997):

- a. La posible renuncia del encuestado a suministrar la información que se desea obtener.
- b. El encuestado puede ser incapaz de aportar la información requerida debido a múltiples motivos.

- c. El propio proceso de interrogación puede influir en las respuestas del encuestado.

Aún esto, los inconvenientes de la encuesta se pueden evitar, o reducir, a través de un exhaustivo control del instrumento de recopilación de la información, es decir, mediante un diseño adecuado del cuestionario.

4.7.2.1. Tipos de encuesta.

Aunque existen varios tipos de encuestas, en este trabajo de tesis se recurre únicamente a dos de ellos, la encuesta personal, así como a un instrumento que reúne características similares a la encuesta postal: la encuesta vía correo electrónico. Estas variantes fueron seleccionadas principalmente por la naturaleza de la investigación, evaluación de la percepción visual.

Las técnicas utilizadas en esta investigación poseen ventajas e inconvenientes, las cuales determinan que su aplicación sea más recomendable ante determinadas situaciones. En la tabla 4.6 se resumen las principales ventajas y limitaciones de los tipos de encuesta a los que se ha recurrido.

| Método | Ventajas | Inconvenientes |
|---|--|--|
| Encuesta personal | <ul style="list-style-type: none"> ■ Elevado índice de respuesta ■ Se conoce quién responde la encuesta ■ Evita influencias de otras personas ■ Se reducen las respuestas evasivas ■ Facilita la utilización de material auxiliar ■ Se pueden obtener datos secundarios por la observación | <ul style="list-style-type: none"> ■ Coste elevado ■ Sesgos por influencias del entrevistador ■ Necesidad de controlar entrevistadores para evitar errores. |
| Encuesta postal (vía correo electrónico) | <ul style="list-style-type: none"> ■ Reducido coste ■ Facilita el acceso a los encuestados ■ Flexibilidad en el tiempo para el entrevistado (puede contestar en cualquier momento) ■ Se evita la posible influencia del entrevistador | <ul style="list-style-type: none"> ■ Bajo índice de respuesta ■ No hay seguridad de quién contesta el formulario ■ Necesidad de datos previos ■ El cuestionario ha de ser reducido ■ Falta de representatividad |

Tabla 4.6. Ventajas y Limitaciones de los Distintos Métodos de Encuestas. Tomado de Santesmases Mestre (1997).

a. La encuesta personal.

La encuesta personal es quizá el método que goza de mayor popularidad y que ha sido utilizado con mayor profusión en la captación de información primaria, principalmente por las ventajas que presenta frente a los otros tipos de encuesta. En este trabajo de tesis se realizaron 50 encuestas de este tipo, las cuales fueron aplicadas a ingenieros industriales, mediante presentaciones informáticas de imágenes de los artefactos a evaluar. En esta encuesta se mostraron grupos de 4 imágenes de cada modelo de silla de ruedas de bipedestación. Esto, después de una sesión previa donde se mostraban las características de los usuarios de este tipo de ayudas técnicas, sus necesidades hacia el objeto de diseño y los beneficios resultantes del uso de estos dispositivos. En el anexo 2 se muestra la presentación informática utilizada para la encuesta personal.

b. La encuesta vía correo electrónico.

La encuesta vía e-mail consistió en el envío, por medio de correo electrónico, de un cuestionario, con la intención de que por la misma vía fuera retornado al encuestador una vez cumplimentado. La razón para utilizar este formato para los propósitos de la tesis reside en la dificultad para realizar la indagación con usuarios de sillas de ruedas de bipedestación y diseñadores industriales (a quienes primordialmente se aplicó este tipo de encuesta), ello por dos motivos básicos: la dispersión geográfica de los mismos, así como la dificultad que entrañaría realizar entrevistas personales con cada usuario.

En este tipo de instrumento fueron enviados por correo electrónico un total de 96 encuestas, de las cuales se retornaron 53 de ellas debidamente cumplimentadas, correspondientes a 28 a usuarios de sillas de ruedas y 25 a diseñadores industriales.

Al envío de este tipo de encuesta (Anexo 3) se agregó una carta de presentación (Anexo 4), la cual tenía dos propósitos fundamentales: estimular a los participantes a cumplimentar y retornar la encuesta y, al mismo tiempo, fungía como medio de comunicación entre investigador y participantes, con el fin de dar a conocer los motivos de la investigación, quién la realiza, en donde se realiza, sus objetivos, etc. En este sentido, el contenido de la carta referenciaba expresamente los siguientes aspectos:

- (a) institución en donde se realiza la investigación,
- (b) objetivos y repercusiones de la investigación,
- (c) la importancia de la colaboración del entrevistado y
- (d) el anonimato del encuestado y del tratamiento de los datos facilitados.

Para el diseño de este tipo de cuestionario, se recurrió al uso del programa informático **Adobe live cycle designer™** (versión 7.0), el cual permite que el participante visualice y conteste el cuestionario directamente en el ordenador, mediante el programa **Acrobat Reader™** (version 6.0 o superior). El uso de esta tecnología presenta dos ventajas principales:

- (a) El participante solamente necesita tener instalado en su ordenador el lector de ficheros pdf (Acrobat Reader), software informático de uso común y gratuito.
- (b) Al cumplimentar la encuesta, al final se presentaba un cuadro de diálogo en donde se indicaba la opción de enviar por correo electrónico; cuando el participante señalaba esa opción, se creaba un fichero del tipo XML¹⁰, el cual puede ser leído e interpretado por una variedad de aplicaciones informáticas, entre ellos **SPSS™** y **Microsoft Excel™**, los cuales fueron utilizados para el análisis estadístico de los datos primarios.

Existe, sin embargo, una desventaja de utilizar esta tecnología, relacionada con la necesidad de contar con una aplicación informática que permita *leer* los datos generados en la encuesta, debido a que hacerlo sin este apoyo es complicado, como se muestra en el siguiente fragmento de código XML.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<ficha>
<nombre>Angel</nombre>
<apellido>Barbero</apellido>
<direccion>c/Ulises, 36</direccion>
</ficha> .....
```

En este tipo de cuestionario se prestó especial atención tanto a su forma como a su contenido, procurando que fuera fácil de contestar, que las preguntas estuvieran formuladas de una forma clara y concisa y que fueran de respuesta cerrada. Para esto, en un documento separado, se incluía un conjunto de instrucciones breves y claras para orientar al encuestado en el llenado de la encuesta (anexo 5).

¹⁰ Extensible Markup Language

4.7.3. El proceso de la encuesta.

4.7.3.1. La muestra.

Una vez establecidos los objetivos de la investigación, las necesidades de información requerida y seleccionado el tipo de encuesta más conveniente, la primera fase del proceso fue el diseño muestral.

Existen dos tipos principales de muestras, probabilísticas y no probabilísticas; las muestras probabilísticas (muestras al azar) son aquellas en las cuales todas y cada una de las unidades de la población tienen una probabilidad conocida (y distinta de cero), de ser incluidas en la muestra. En base al objetivo de este trabajo de tesis, se recurre a la muestra no probabilística, con una muestra total de 103 individuos, clasificados en:

- 50 ingenieros industriales.
- 28 discapacitados usuarios del objeto de diseño base del análisis.
- 25 Profesionistas con conocimientos avanzados en diseño.

Debido al carácter no aleatorio de la muestra, no es posible calcular el error de muestreo de los valores, ni aplicar técnicas de la estadística inferencial. La ventaja práctica del tipo de muestra reside en la especificidad del tema de estudio, lo cual reduce drásticamente la población o universo muestral. Por otro lado, este tipo de muestra tiene otra ventaja fundamental, proporcionada por su bajo coste.

4.7.3.2. El cuestionario.

El diseño del cuestionario entraña ciertas dificultades, razón por la cual se tuvieron en cuenta una serie de criterios generales, los cuales hacen referencia al contenido, tipo y secuencia de preguntas. Una vez confeccionado el cuestionario, fue necesario probarlo con una pequeña muestra para detectar y corregir posibles errores. De esta prueba inicial se hicieron varias modificaciones, siendo las principales de ellas la reducción del número de adjetivos del diferencial semántico, así como la eliminación de requerimientos a categorizar por el método Kano (1984), los cuales en la encuesta previa reflejaron una actitud

indiferente de parte del encuestado. Estas actividades se explican detalladamente a continuación.

4.7.3.3. Tipo de preguntas en el cuestionario.

En primer lugar y en base al tipo de respuesta, se pueden distinguir los siguientes tipos de preguntas generales:

- Preguntas abiertas: Son aquellas en las que no se establece ningún tipo de respuesta, dejando ésta al libre arbitrio del encuestado.
- Preguntas cerradas. El encuestado se limita a elegir una o varias de las respuestas definidas previamente en el cuestionario. Las respuestas se conocen a priori y están codificadas.

Ambos tipos de preguntas tienen sus ventajas y limitaciones, sin embargo, para el propósito de este trabajo de tesis, solamente se incluyeron preguntas cerradas, debido a que requieren un menor esfuerzo y tiempo para responderlas por parte del encuestado; además no es necesario agruparlas ni codificarlas con posterioridad. En la encuesta se incluyeron dos tipos generales de preguntas, que son descritos a continuación.

4.8. LA ENCUESTA APLICADA.

Tal como se señaló anteriormente, la encuesta se dividía en dos secciones principales, la primera de ellas estaba compuesta de preguntas del tipo de diferencial semántico, la segunda sección correspondía a preguntas del método Kano para la satisfacción del cliente. A continuación se describe a detalle cada una de las partes de esta encuesta.

4.8.1. Sección de diferenciales semánticos.

El diferencial semántico (explicado a profundidad en el capítulo 2.2), es una escala bipolar que evalúa la actitud de un sujeto frente a un objeto (en este caso particular, sillas de ruedas de bipedestación), mediante la utilización de pares de adjetivos opuestos.

CAPÍTULO 4. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA

En la encuesta se utilizaron 20 pares de adjetivos, mismos a los que se llegó después de reducir el número de ellos de la encuesta previa, que contaba con 45 pares. El criterio utilizado para reducir la cantidad de adjetivos provino de la aplicación de la técnica de análisis factorial (capítulo 2.4), la cual permite detectar pares de adjetivos que son percibidos como sinónimos por el encuestado. Los 45 pares de objetivos iniciales fueron obtenidos de fuentes varias, relacionadas con el tema de estudio (publicaciones, páginas web y folletos de producto) y que eran utilizados para describir características particulares de sillas de ruedas de bipedestación. Los pares de adjetivos que se evaluaron en la encuesta definitiva se presentan en la tabla 4.7.

| | |
|---------------|--------------|
| Elegante | Vulgar |
| Tradicional | Moderna |
| Activa | Pasiva |
| Sofisticada | Ordinaria |
| Estética | Antiestética |
| Discreta | Llamativa |
| Simple | Compleja |
| Burda | Delicada |
| Relajante | Estresante |
| Segura | Insegura |
| Cómoda | Incómoda |
| Cálida | Fría |
| Voluminosa | Ligera |
| Agradable | Desagradable |
| Atemporal | Efímera |
| Limpia | Sucia |
| Masculina | Femenina |
| Buena calidad | Mala calidad |
| Alegre | Triste |
| Bonita | Fea |

Tabla 4.7. Pares de adjetivos utilizados en la sección de diferenciales semánticos.

Estos diferenciales semánticos contaban con una escala de evaluación de 7 puntos, la cual fue colocada entre cada par de adjetivos, como se muestra en la figura 4.18. Esta escala cualitativa, al momento de codificarse para su proceso estadístico, fue modificada para su conversión numérica tal como se muestra en la tabla 4.8.

Las siguientes imágenes (figura 4.19 para la encuesta personal y 4.20 para la encuesta vía email), fueron tomadas de los diferentes tipos de encuesta, en ellas se muestra como percibía el encuestado este tipo de preguntas en la pantalla del ordenador.

| | | | | | | |
|-----|----------|------|------|------|----------|-----|
| MUY | BASTANTE | POCO | NADA | POCO | BASTANTE | MUY |
| | | | | | | |

Figura 4.18. Escala de evaluación utilizada en la sección de diferenciales semánticos. Elaboración propia.

| Nombre | Valor numérico asignado |
|----------------------|-------------------------|
| Muy (izquierda) | -3 |
| Bastante (izquierda) | -2 |
| Poco (izquierda) | -1 |
| Nada | 0 |
| Poco (derecha) | 1 |
| Bastante (derecha) | 2 |
| Muy (derecha) | 3 |

Tabla 4.8. Valores utilizados para conversión de la escala de diferencial semántico utilizado.

En total fueron evaluados mediante el diferencial semántico cuatro modelos de sillas de ruedas, los cuales eran mostrados desde 4 ángulos distintos. Cada uno de estos modelos contaba con características de diseño particulares, las cuales se detallan en la sección de análisis de resultados. La figura 4.21 muestra los cuatro modelos de sillas de ruedas evaluados.



Figura 4.19. Vista de la sección de diferenciales semánticos (encuesta personal). Imagen captada de la pantalla del ordenador.

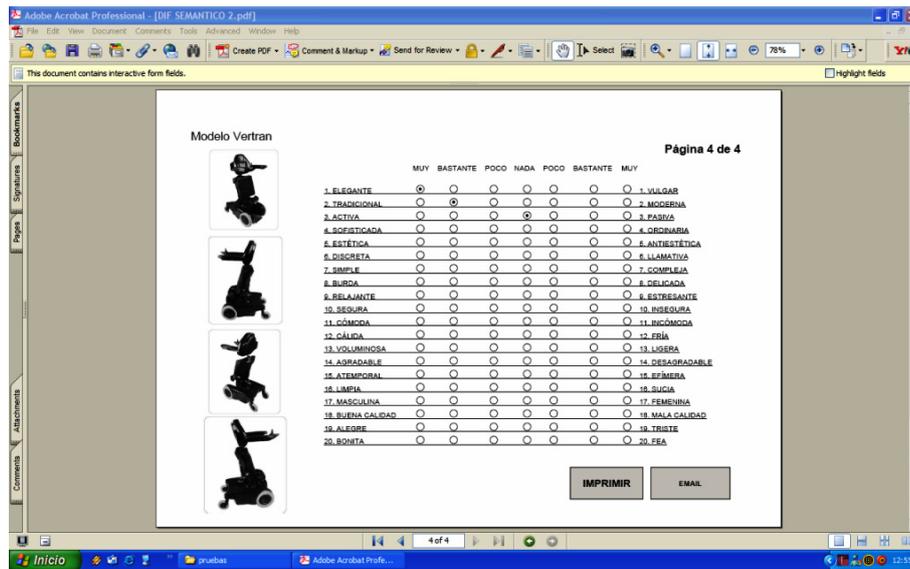


Figura 4.20. Vista de la sección de diferenciales semánticos (encuesta por correo electrónico). Imagen captada de la pantalla del ordenador.



Figura 4.21. Modelos de sillas de ruedas evaluados con diferenciales semánticos.

4.8.2. Sección del método Kano para satisfacción del cliente.

Esta sección de la encuesta constaba de preguntas que evaluaban requerimientos hacia el producto, midiendo la adecuación para cada requerimiento en una escala de tipo

funcional y disfuncional; además, para cada uno de estos requerimientos, existía una escala de evaluación de su importancia. Para cada requerimiento funcional y disfuncional, el encuestado seleccionaba entre una de 5 opciones posibles; así mismo, cada requerimiento se evaluaba en una escala de importancia con 9 valores¹¹. En total fueron evaluados quince requerimientos, los cuales se recogen en la tabla 4.9. Este listado de requerimientos fue obtenido de los resultados de estudios previos mencionados anteriormente, así como de la investigación en foros *web* dedicados a este tipo de artefactos, junto a opiniones y demandas de tipo individual, captadas al realizar entrevistas no estructuradas con usuarios de sillas de ruedas de bipedestación.

| Requerimiento |
|---|
| 1. Facilidad de conducción. |
| 2. Facilidad de mantenimiento. |
| 3. Estética agradable. |
| 4. Posibilidad de agregar complementos: luces, accesorios para comunicación y accesorios para respaldo / asiento. |
| 5. Posibilidad de adaptar el asiento, respaldo y reposapiés - reposabrazos a mis necesidades específicas. |
| 6. Comodidad. |
| 7. Facilidad de plegado y/o desmontaje. |
| 8. Espacio para transportar objetos diversos. |
| 9. Capacidad de absorción de impactos e irregularidades del terreno (amortiguación). |
| 10. Capacidad de superar obstáculos del terreno. |
| 11. Seguridad contra vuelcos. |
| 12. Precio. |
| 13. Autonomía (duración de baterías). |
| 14. Capacidad de adaptación a características corporales. |
| 15. Durabilidad de componentes. |

Tabla 4.9. Requerimientos a evaluar utilizando el método Kano.

¹¹ Esta escala de valores posteriormente fue ajustada, debido a que por una omisión involuntaria solo se consideraba un valor máximo de importancia de 9, cuando debería haberse tomado como valor máximo 10 para la clasificación de los requerimientos. Esta omisión fue notada después de haber aplicado todas las encuestas, por lo tanto, la decisión que se tomó fue la de multiplicar la importancia recogida en los cuestionarios por 1,111. De esta manera el valor máximo de importancia se aproximó a 10.

Las figuras 4.22 y 4.23 muestran ejemplos de las imágenes que veían los encuestados esta sección de la encuesta. Cabe aclarar que en la encuesta personal, los encuestados contestaban en un cuadernillo proporcionado al momento de la entrevista (Anexo 6). Los encuestados vía correo electrónico, en cambio, contestaban directamente en el ordenador, en base a las opciones que presentaban los menús desplegables que aparecían a un lado de cada requerimiento (funcional y disfuncional). Además, en la sección de evaluación de la importancia del requerimiento, el encuestado señalaba directamente con el ratón del ordenador sobre la escala de importancia. Estos valores quedaban almacenados en el fichero XML, el cual se generaba automáticamente una vez cumplimentada la encuesta.

REQUERIMIENTO 4: POSIBILIDAD DE AGREGAR COMPLEMENTOS: LUCES, ACCESORIOS PARA COMUNICACIÓN Y ACCESORIOS PARA RESPALDO/ASIENTO.

- ¿Cómo se siente si es posible "personalizar" la silla de ruedas?
- ¿Cómo se siente si **NO** es posible "personalizar" la silla de ruedas?

Para esta característica, seleccione una respuesta entre las siguientes:

| | |
|--|--|
| ¿Cómo se siente si es posible "personalizar" la silla de ruedas? | <input type="text" value="1. Me agrada"/> <input type="text" value="2. Es de esperarse"/> <input type="text" value="3. Neutral"/> <input type="text" value="4. Lo acepto"/> <input type="text" value="5. Me desagrada"/> |
| ¿Cómo se siente si NO es posible "personalizar" la silla de ruedas? | <input type="text" value="1. Me agrada"/> <input type="text" value="2. Es de esperarse"/> <input type="text" value="3. Neutral"/> <input type="text" value="4. Lo acepto"/> <input type="text" value="5. Me desagrada"/> |

Por favor, haga una evaluación de este requerimiento:

| | Para nada importante | Algo importante | Importante | Muy importante | Extremo importante | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------------|------------|----------------|--------------------|---|---|---|---|
| Requerimiento 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

© 2004-2005 Jaime Alfonso León D.

Figura 4.22. Vista de la sección de Método Kano (encuesta personal). Imagen captada de la pantalla del ordenador.

REQUERIMIENTO 2: FACILIDAD DE MANTENIMIENTO.

Para esta característica, seleccione una respuesta entre las siguientes:

¿Cómo se siente si el realizar mantenimiento a la silla es fácil? Respuestas:

¿Cómo se siente si el realizar mantenimiento a la silla **NO** es fácil? Respuestas:

Por favor, haga una evaluación de este requerimiento:

| | Para nada importante | Algo importante | Importante | Muy importante | Extremo importante |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Requerimiento 2 | <input type="radio"/> |

Figura 4.23. Vista de la sección de Método Kano (encuesta por correo electrónico). Imagen captada de la pantalla del ordenador.

En el próximo capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la encuesta. El punto de partida lo constituye la información básica de las personas que participaron en el estudio (sexo, rangos de edades, nivel de estudios y tipo de encuestado); posteriormente se divide el análisis de los datos de la encuesta en dos áreas principales:

- El método Kano para la satisfacción del cliente.
- El análisis factorial los datos provenientes de los diferenciales semánticos de la encuesta.

Seguidamente, se formula el modelo matemático de inferencia difusa para el caso de aplicación y se realizan pruebas para verificar la validez del mismo. Finalmente, los resultados obtenidos se incorporan a la estructura de affordances que plantea la metodología propuesta por la tesis.

