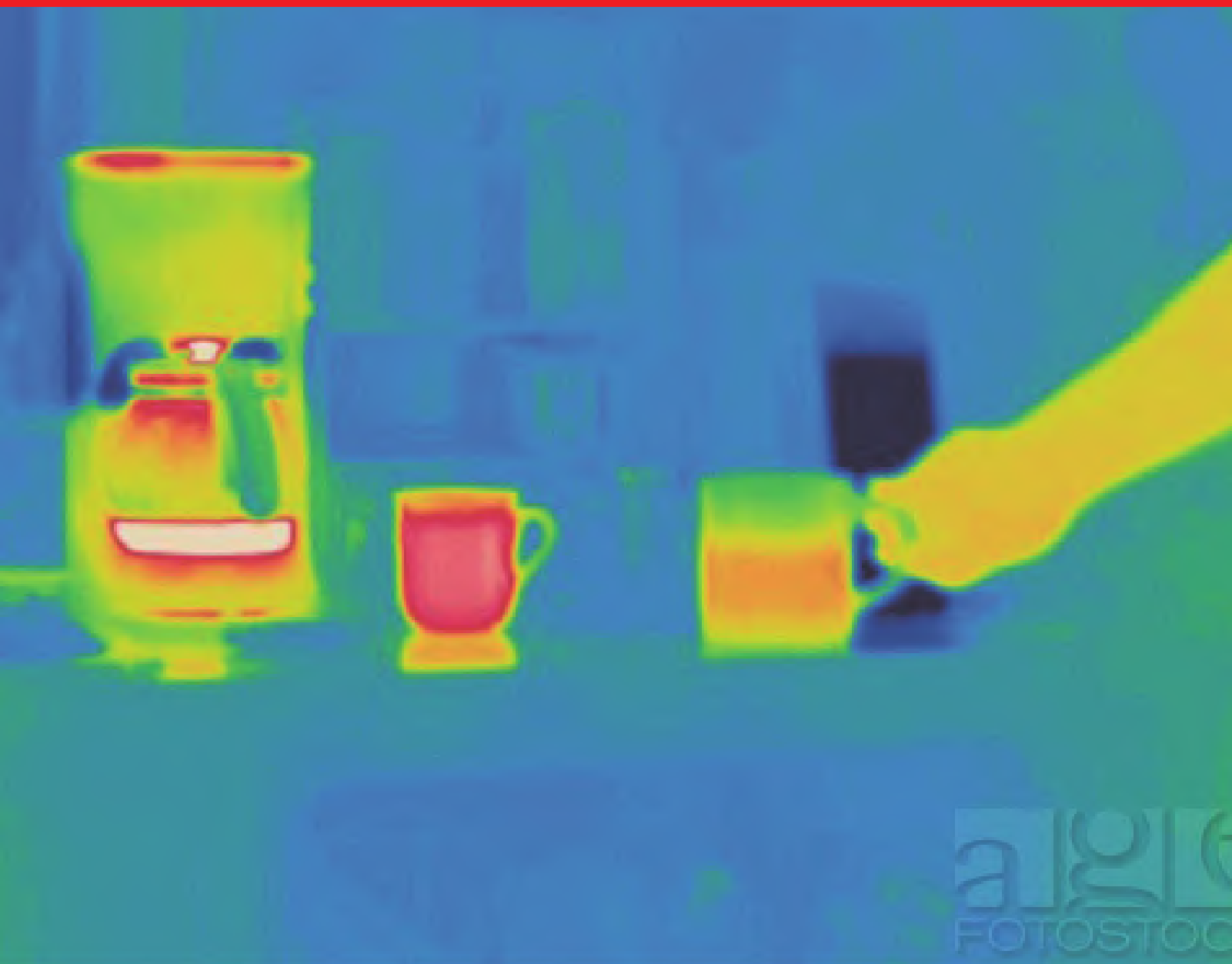


Diseño para la usabilidad de productos

ÁNGELA MARÍA HUELVES ZARCO, FRANCISCO AGUAYO GONZÁLEZ, JUAN RAMÓN LAMA RUIZ y VÍCTOR MANUEL SOLTERO SÁNCHEZ

La correcta identificación de las *affordances* o relaciones entre el usuario y un producto, en este caso una cafetera, permite mejorar su manejabilidad



Introducción

El concepto de usabilidad puede definirse como el nivel con el que un producto se adapta a las necesidades del usuario y puede ser utilizado por el mismo para lograr unas metas con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso. La usabilidad del producto está claramente relacionada con la existencia de *affordances* (en la arquitectura del producto) que den soporte a las necesidades de información y operación de los usuarios en los procesos de uso.

Del término *affordances*¹ no existe una traducción exacta al castellano, habiendo sido objeto de distintas interpretaciones en los trabajos de diseño industrial¹⁻³. Entre ellos destacan los términos «facilitante», «prestaciones», «permisividad», «habilitación», «oportunidades ambientales» o «invitaciones al uso». Independientemente del término que se utilice para traducirlo, nos centraremos en el significado que tiene para el diseño industrial, ilustrando su aplicación al rediseño de la arquitectura de una cafetera eléctrica para mejorar su usabilidad.

En ese ámbito, una *affordance* se define como la relación entre usuario, objeto y acciones. Así las *affordances* están consideradas como el aspecto potencial que tiene un producto con el fin de apoyar o «dar andamiaje» a una acción del usuario, desde sus propiedades sensoriales, cognitivas o funcionales.

Para diseñar incorporando las *affordances* a la arquitectura de un producto, el diseñador tiene que focalizar su actividad hacia la *funcionalidad* del objeto, así como en su *usabilidad*. Para ello, se deben tener en cuenta las acciones útiles que se pueden realizar con el objeto, incorporando información de lo que es posible hacer con el mismo, debido a que un diseño útil debe implementar las funciones correctas requeridas por los usuarios para satisfacer las necesidades, expectativas y deseos.

La utilidad y usabilidad están determinadas por las *affordances* del producto, es decir, por sus posibilidades de acción (procesos de uso) y las formas en que estas *affordances* corresponden a las necesidades de los procesos de uso. La relación entre utilidad y *affordances*, así como la relación entre usabilidad e información que especifica una *affordance*, la podemos observar en la *figura 1*.

El usuario tiene una percepción directa de la usabilidad del producto (información). Esa percepción se la

proporciona la información que las *affordances* transmiten (utilidad potencial). Todo ello determina que el usuario actúe guiado por las *affordances* que el producto posee.

Las *affordances* son los recursos que un producto ofrece a sus usuarios para dar soporte a sus procesos de uso. No causan la acción pero la hacen posible. De ahí que se deban separar las *affordances* de su información percibida y que en base a esta diferencia surjan tres tipos de *affordances*, en función de su percepción y su existencia, las cuales dejarán claras las *posibilidades de uso* del objeto⁴:

1. *Affordances perceptibles*: cuando existe la *affordance* y el objeto proporciona información de su existencia.

2. *Affordances ocultas*: cuando existe la *affordance*, pero no información de su existencia, lo que requiere que el usuario intuya su existencia.

3. *Affordance falsa*: cuando no existe la *affordance* pero existe información perceptible que indica su existencia, lo que establece una percepción errónea de lo que es posible hacer con el objeto.

Como el concepto de *affordances* no es fácil de expresar en términos analíticos, necesita ser descrito de forma muy precisa para que podamos utilizarlo actuando sobre las funciones del producto. Mientras un producto puede ser descrito por su función y sus características, las *affordances* pueden proporcionar un conocimiento adicional de las relaciones que existen entre el producto y el usuario durante el uso del mismo, proporcionando usabilidad.

Para crear productos usables, que requieren el desarrollo de acciones humanas, necesitamos entender qué tareas hace el usuario en relación con las funciones del producto y qué procesos cognitivos deben ser llevados a cabo en el uso del producto. De ahí que surjan dos reflexiones: el significado del término «*affordance*» y el de «representación mental».

La definición de *affordance* considera las relaciones entre funciones técnicas y las tareas de usuario. Éstas son las que sugieren los atributos (funciones) deseables de los productos, los cuales ayudan al usuario a lograr sus objetivos y a definir las direcciones hacia la implementación del diseño. Para la implementación de una *affordance* se articulan sus dimensiones funcionales, cognitivas y sensoriales.

La definición de *Representación mental* existente en la memoria a corto

plazo es la actualización en un contexto de uso de un modelo conceptual existente en la memoria a largo plazo. Dicha representación es una estructura dentro de los modelos mentales de uso que pueden proporcionar información en base a las percepciones y modelos conceptuales del usuario.

De ahí que la interacción entre ambos términos (y modelo mental) represente dos etapas de interacción usuario-producto, tal y como se muestra en la *figura 3*.

En la primera etapa de un proceso de uso, se puede observar cómo el usuario percibe las *affordances* del producto, generando un modelo mental A; es decir, el usuario se crea una representación de cómo se usa el objeto en base a un modelo conceptual de la memoria a largo plazo y la información presente en las *affordances* del producto. Después de esa percepción, toma una decisión (cognición) en base a lo que ha percibido del objeto, y actúa haciendo uso del producto de forma exitosa. En el caso de no conseguir los objetivos propuestos de uso, se actúa conforme a la etapa 2.

En la segunda etapa, que se da cuando la primera no ha tenido éxito, se puede apreciar cómo al hacer uso del producto, el usuario comprueba que su percepción, cognición y actuación no le ha permitido conseguir la meta. Para salir de esta situación se genera un modelo mental A', el cual da lugar a un uso correcto del objeto, que de forma abstracta será incorporado como nuevo o reformulado modelo conceptual en la memoria a largo plazo.

Dimensiones de las *affordances* en el diseño de la arquitectura del producto

Las *affordances*, como elementos de soporte de la interactividad cognitiva y operacional, han de considerar los elementos que se recogen en la *figura 4* y que pasamos a describir.

Affordance frente a funciones

La diferencia 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, una *affordance* describe una relación más compleja entre las propiedades de un objeto y la percepción de su uso por el usuario. Esta complejidad surge a partir de múltiples factores que

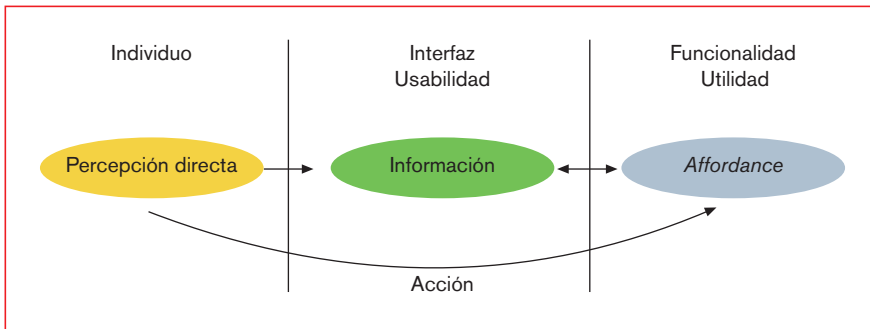


Figura 1. Utilidad y usabilidad.

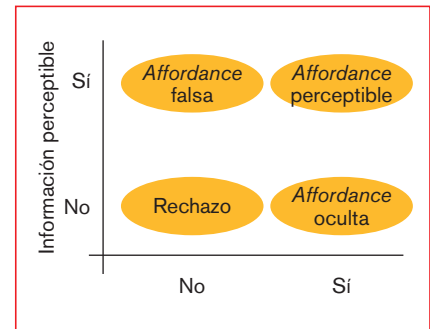


Figura 2. Distinción de las affordances.

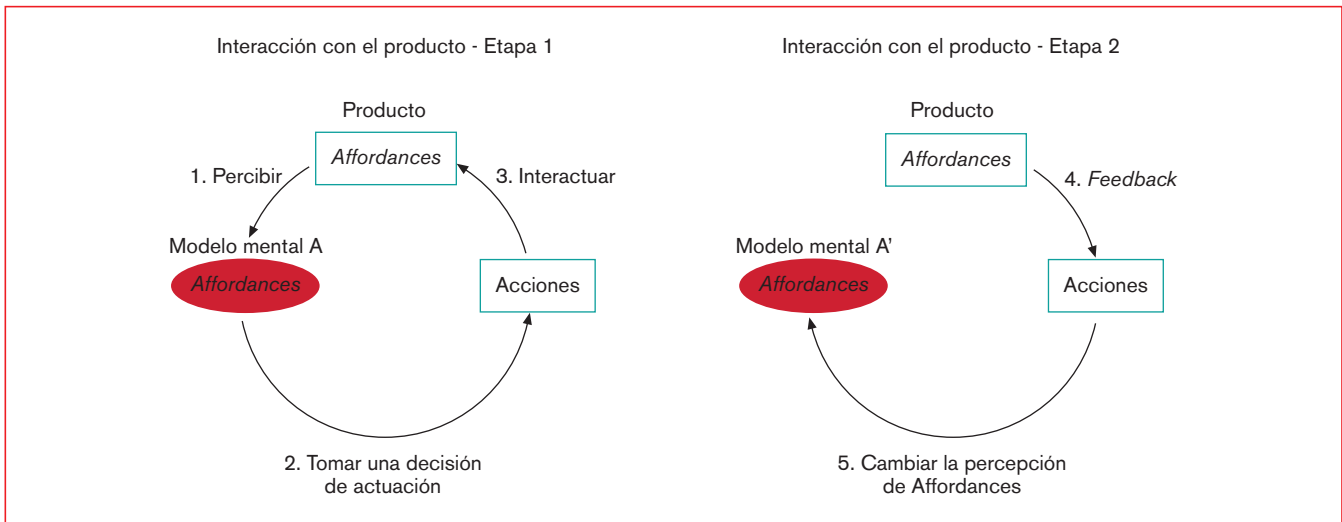


Figura 3. Interacción entre affordances del producto y modelo mental del usuario.

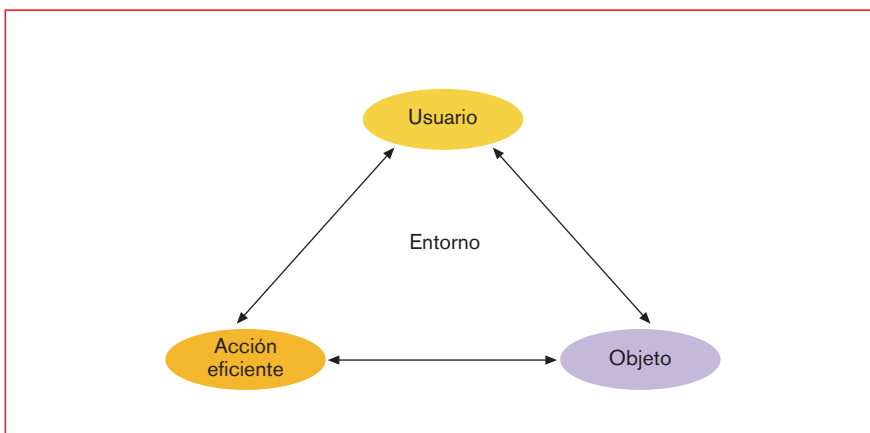


Figura 4. Visión de la affordance.

tienen la necesidad de considerar en el diseño tres actores básicos recogidos en la figura 4.

La interrelación entre esos tres factores estriba en la percepción que el usuario tiene de la del producto y cómo le incita a la forma de uso, lo que produce una acción eficiente o uso eficiente del producto en un determinado contexto de uso. Dentro de la complejidad de las affordances adquieren especial interés los aspectos semióticos.

Affordance y producto frente a usuario

Las affordances representan un conjunto especial de interacciones, en el sentido de su bidireccionalidad producto-usuario, usuario-producto. Sin embargo, todas las interacciones no son por sí mismas affordances, es decir, que por sí mismas las propiedades de un producto u objeto no señalan una affordance.

De esta manera, se pueden definir las affordances entre producto-usuario

como el conjunto de interacciones (flujos de información) en las cuales las propiedades del objeto o el producto son percibidas por el usuario como posibilidades de acción. Es entonces cuando se puede decir que un objeto permite (*Affords*) una combinación de usos.

Estrategia de Design for Affordance

En la figura 5 se recoge la metodología [3,4] de diseño de la arquitectura de producto basada en affordances para facilitar la usabilidad del producto. La expondremos sintéticamente ilustrándola con un caso de estudio del rediseño para la usabilidad de una cafetera eléctrica.

Cuando se define el modo en que las affordances se pueden articular en el diseño del producto, suele hacerse de modo impreciso. Para evitar esta situación existen tres métodos concatenados (pasos 3, 4 y 5 de la figura 5) que incorporan niveles de affordances concernientes a las actividades de los usuarios y a las funciones técnicas del producto para ser diseñado, facilitando el acoplamiento del usuario con las funciones del producto en los procesos de uso.

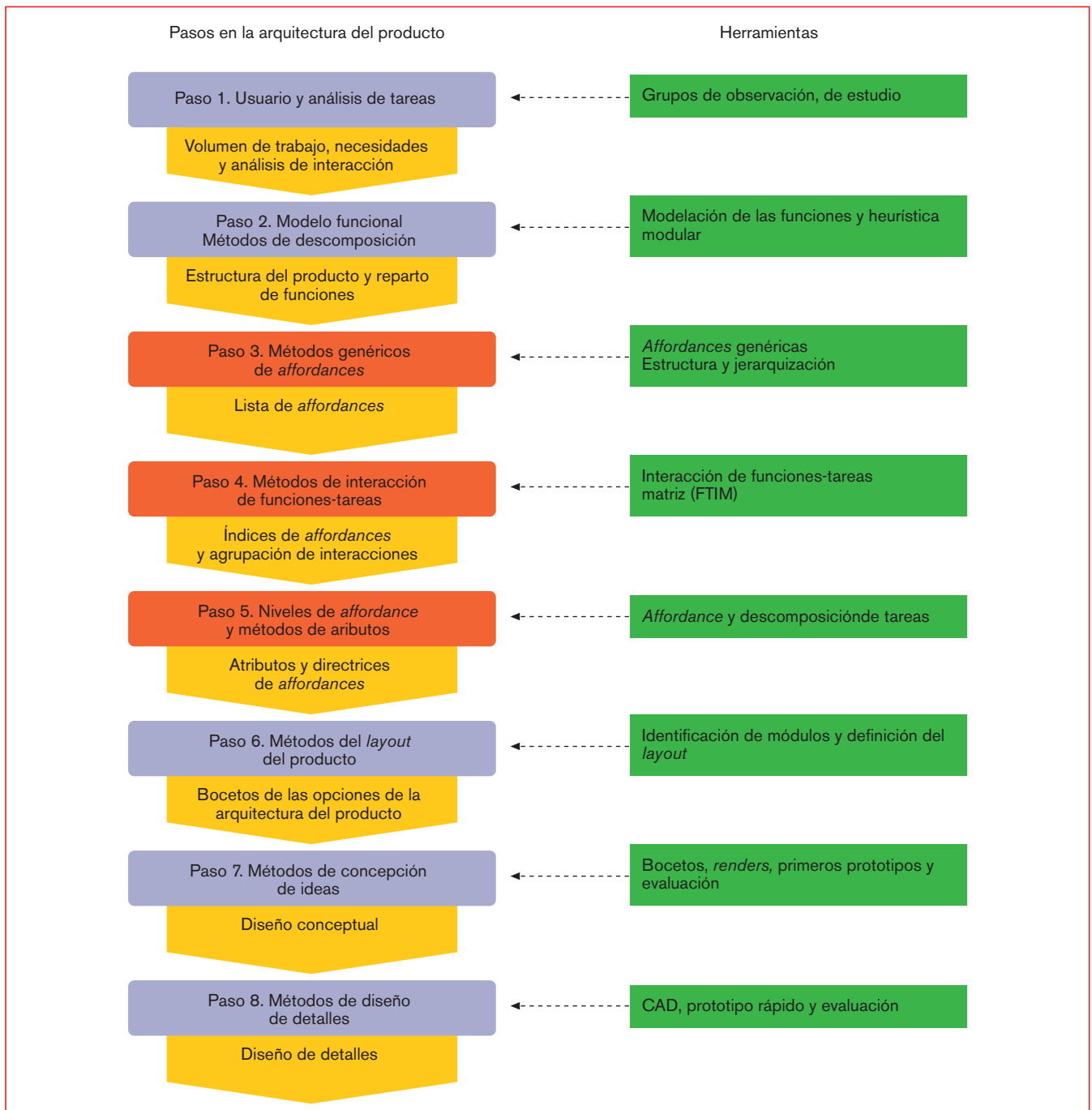


Figura 5. Proceso de *Design for Affordances*.

Cada uno de los pasos indicados tiene una función metodológica y unas técnicas asociadas que exponemos en los párrafos siguientes.

En los pasos 3, 4 y 5 se desarrollan las siguientes actividades:

1. *Paso 3. Método genérico de affordances*: identifica los usos del producto para crear una lista genérica de *affordances*.

2. *Paso 4. Método de interacción funciones-tareas*: cruza funciones técnicas del producto con tareas del usuario para identificar las relaciones existentes de *affordances*. Para ello toma como referencia al usuario y determina los

Tabla 1. Tareas de usuario y funciones técnicas.

Tareas de usuario	Funciones técnicas
Reunir los elementos necesarios	Introducir agua y café molido
Abrir compartimentos	Almacenar agua y café molido
Añadir agua	Proporcionar E.E.
Colocar filtro	Encender cafetera
Añadir café	Convertir E.E. en E.T.
Cerrar compartimentos	Mezclar agua y café molido
Enchufar la cafetera	Filtrar
Colocar jarra en placa	Guiar café
Activar cafetera	Almacenar café
Esperar a café hecho	Mantener café caliente
Apagar la cafetera	
Retirar jarra	
Servir café	
Limpiar cafetera	
Guardar cafetera	

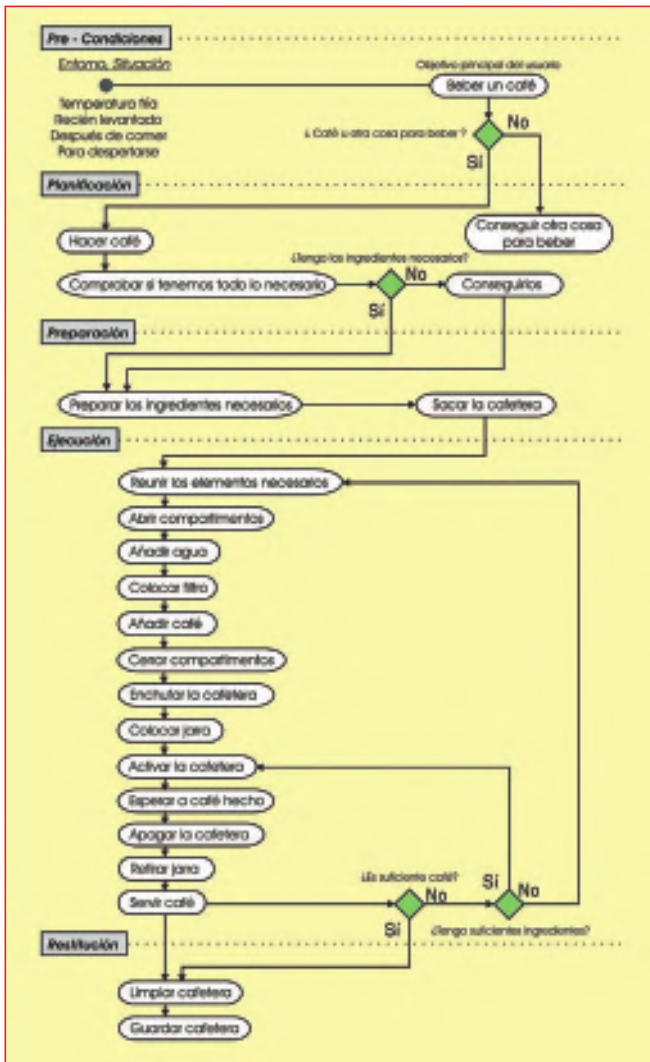


Figura 6. Análisis de tareas.

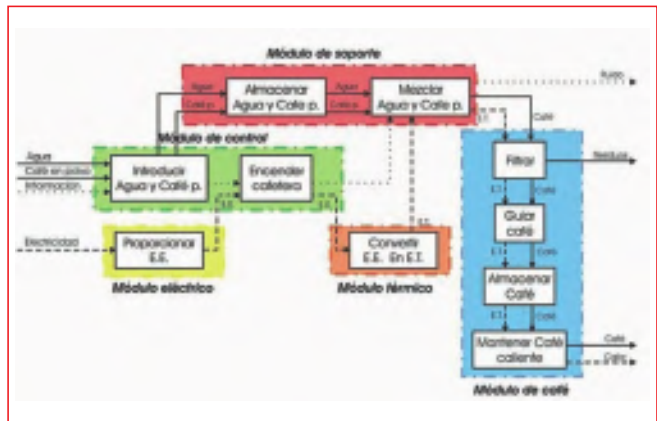


Figura 7. Diagrama de flujos para los distintos módulos de la cafetera eléctrica.

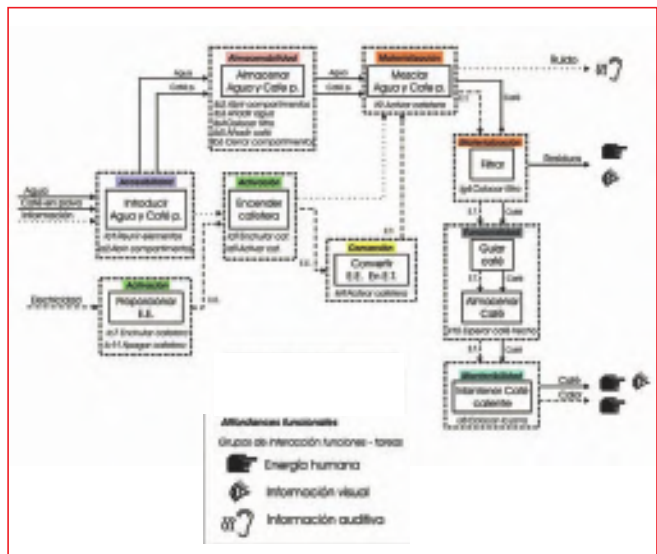
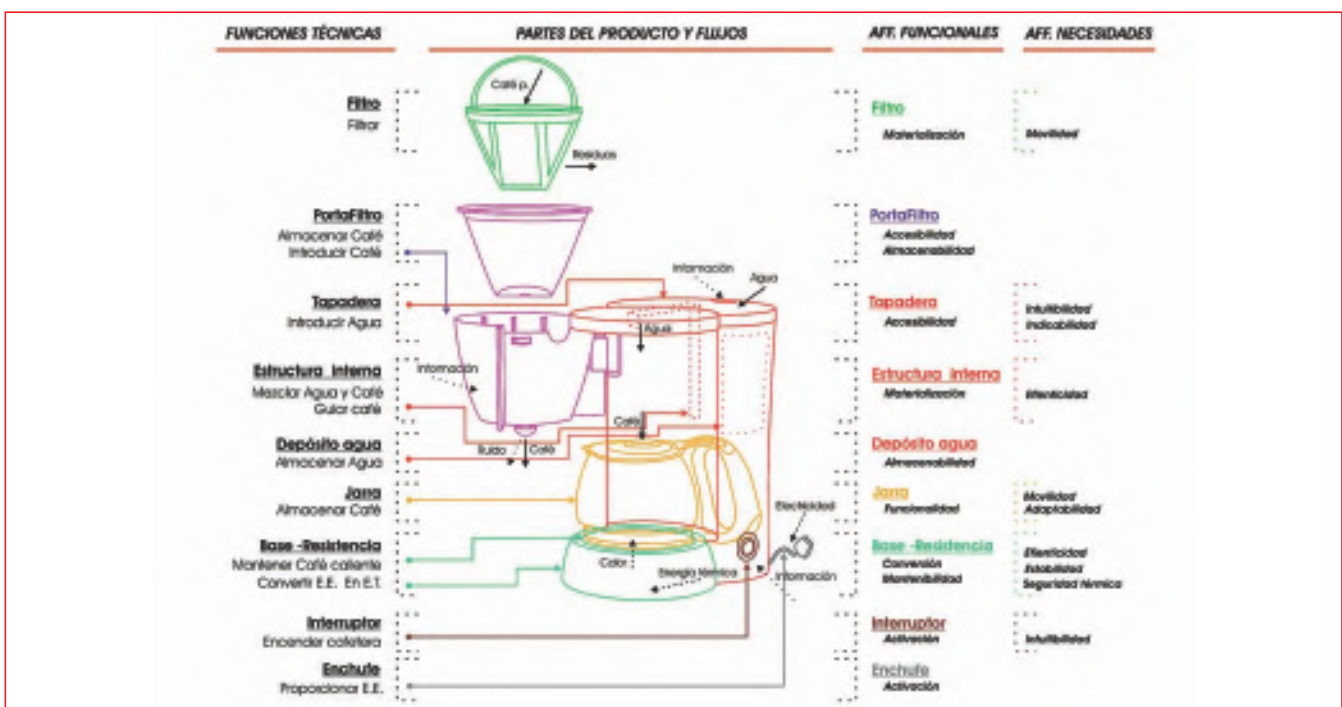


Figura 8. Modelo funcional con las *affordances* funcionales y sus grupos de interacción.

Figura 9. *Layout* funcional inicial de la cafetera eléctrica y requerimientos de *affordance*.



TAREAS USUARIO	FUNCIONES TÉCNICAS														
	Reunir elementos	Abrir compartimentos	Añadir agua	Colocar filtro	Añadir café	Cerrar compartimentos	Enchufar cafetera	Colocar jarra	Activar cafetera	Esperar café hecho	Apagar cafetera	Retirar jarra	Servir café	Limpiar cafetera	Guardar cafetera
Introducir agua y café molido	→ Accesibilidad														
Almacenar agua y café molido	→ Almacenabilidad, Manejabilidad														
Proporcionar E.E.							→ Activación								
Encender cafetera							→ Activación								
Convertir E.E. en E.T.								→ Conversión							
Mezclar agua y café molido								→ Materialización							
Filtrar								→ Materialización							
Guiar café															
Almacenar café							→ Funcionalidad								
Mantener café caliente													→ Mantenibilidad		
Índices de Affordances	(1,0)	(2,2)	(1,0)	(2,1)	(1,0)	(1,1)	(2,2)	(1,0)	(3,1)	(1,0)	(0,1)	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
	1	4	1	3	1	2	4	1	4	1	1	0	0	0	0

Tabla 2. Matriz de interacción funciones-tareas, *affordances* funcionales.

índices de *affordances*, los cuales señalan la demanda del producto respecto de las necesidades del usuario.

3. *Paso 5. Niveles de affordances y métodos de atributos*: define las soluciones basadas en niveles conceptuales de *affordances*, usando el conocimiento del diseño o estudios experimentales.

Paso 3: Método genérico de *affordances*

Análisis de tareas

En esta fase se introducen las *affordances* como un concepto genérico que apunta a preceptos teóricos de las funciones de un objeto. Se consideran las *affordances* con un alto nivel de abstracción. Constituye un estudio que identifica las relaciones entre los usuarios y el producto a través del análisis de la usabilidad en el ciclo de vida del producto.

Entre esos estudios del producto, se ha de elaborar un *análisis de tareas*, del modo de uso o del flujo de uso de una cafetera eléctrica de goteo. Este método se considera una manera eficaz de descomponer actividades en subtareas y proporcionar al usuario una mayor comprensión de la satisfacción de sus necesidades.

El objetivo de la realización del análisis estriba en decidir si la función técnica es fácilmente reconocible. Para ello las tareas se organizan jerárquica-

mente con varios niveles de abstracción, desde las tareas generales hasta las tareas específicas. La técnica empleada se denomina análisis jerárquico de tareas.

Modelo funcional de caja negra del producto

Como consecuencia del modelo de uso realizado mediante el análisis jerárqui-

Tabla 4. Índices de *affordances*.

Tareas de usuario	Índices de <i>affordances</i>	
	Funciones técnicas	Índices de <i>affordances</i>
Reunir elementos	A	(1, 0) = 1
Abrir compartimentos	A, B	(2, 2) = 4
Añadir agua	B	(1, 0) = 1
Colocar filtro	B, G	(2, 1) = 3
Añadir café	B	(1, 0) = 1
Cerrar compartimentos	B	(1, 1) = 2
Enchufar la cafetera	C, D	(2, 2) = 4
Colocar jarra	J	(1, 0) = 1
Activar cafetera	D, E, F	(3, 1) = 4
Esperar a café hecho	I	(1, 0) = 1
Apagar la cafetera	C	(0, 1) = 1
Retirar jarra		(0, 0) = 0
Servir café		(0, 0) = 0
Limpiar cafetera		(0, 0) = 0
Guardar cafetera		(0, 0) = 0

Affordances funcionales	
A) Accesibilidad	I_{A1}, I_{A2}
B) Almacenabilidad, Manejabilidad	$I_{B2}, I_{B3}, I_{B4}, I_{B5}, I_{B6}$
C) Activación	I_{C7}, I_{C11}
D) Activación	I_{D7}, I_{D9}
E) Conversión	I_{E9}
F) Materialización	I_{F9}
G) Materialización	I_{G4}
I) Funcionalidad	I_{I10}
J) Mantenibilidad	I_{J8}

Tabla 3. *Affordances* funcionales.

co de tareas y del reparto de funciones producto-usuario, se establece un modelo o estructura funcional del producto [5]. Para ello nos valemos del esquema funcional de *caja negra*, en el que el producto se representa dentro de una caja en la que entran flujos de energía y materia a transformar y de la que salen otros flujos distintos de materia y energía transformados.

Paso 4: Método de interacción funciones (producto) – tareas (usuario)

El eslabonamiento entre el usuario y las funciones técnicas se formaliza a través de una matriz de funciones-tareas, abreviada como FTIM (Function-Task Interaction Matrix). Ésta representa las relaciones entre las funciones y





Affordances funcionales	Función	Tarea	Subtareas	Atr. estruc.	Atr. inf.	Diseño inicial
Accesibilidad	Introducir agua y café molido	Abrir comp. agua	Levantamiento mediante presión sobre la pestaña	Pestaña semicircular	No se encuentra al mismo nivel que la superficie de la tapadera	
		Abrir comp. café	Giro mediante presión sobre la pestaña	Pestaña rectangular	Sobresale de la estructura del portafiltro	
Almacenabilidad	Almacenar agua y café molido	Añadir agua	Agregación mediante la utilización de un elemento externo	Comp.	Indicador de nivel interior	
		Colocar filtro	Presión sobre el portafiltro	Portafiltro	Misma forma que el interior del portafiltro	

Tabla 5. Análisis y síntesis de *affordances* para la cafetera eléctrica.

las tareas del usuario tal como se muestra en la *tabla 1*. Caracteriza cómo se establecerá cierta conexión entre los usuarios y el producto.

Para la elaboración de la matriz FTIM y la obtención de las *affordances* producto-usuario se parte de la *tabla 1* y se procede del siguiente modo:

1. Estructurar en la matriz las tareas del usuario y funciones técnicas.

2. Determinar el tipo de interacción entre ambas, contabilización de la interacción y obtención de los índices de *affordances*.

El primer paso consiste en realizar la matriz en la que se situarán las funciones técnicas en las filas y las tareas de usuario en las columnas. Después se procede a marcar la relación entre ambas distinguiendo si se corresponde con una interacción física o funcional; en el caso de que contenga a ambas se incluirán las dos.

1. *Interacciones físicas* (■). Es la relación que existe entre una tarea y una función materialmente, que incluso se puede observar por el usuario directamente.

2. *Interacciones cognitivas* (■). Es la relación que existe entre una tarea y una función pero que no puede obser-

varse directamente, sino que requiere de procesos cognitivos.

Cabe destacar que es posible que una tarea tenga ambos tipos de interacción y por lo tanto cada tarea en la matriz FTIM tiene dos subcolumnas para acomodar ese tipo de interacción.

En la *tabla 3* se recoge el resultado de esas interacciones, tanto físicas como cognitivas. Después de analizadas las interacciones se procede a agruparlas por *affordances funcionales*. En los grupos de interacción se representan las tareas con las que se corresponde cada función (ver *tabla 3*).

Una vez definidas las interacciones dentro de la matriz FTIM, la demanda de tareas sobre las funciones técnicas se determinan sumando los puntos de las interacciones físicas y cognitivas verticalmente. El total de la suma que se representa en la última línea de la *tabla 2* y se corresponde con los *índices de affordances*. Las cajas sin puntos de interacción son tan importantes como las otras, dado que indican una pérdida de relación o una exigencia inexistente para los *affordances* del producto en una tarea particular.

En la *tabla 4* se contabilizan los índices de *affordances* obtenidos en la *tabla 2* para ver su importancia dentro

de las funciones técnicas y las tareas. De esta forma, cuanto más alto sea el índice de *affordance*, más *affordances* requerirá la tarea a la que se refiere. De la misma forma, un mayor número de funciones técnicas indica que dicha tarea es más adecuada para su función.

Paso 5: Niveles de *affordances* y métodos de atributos

El próximo paso a partir de la matriz FTIM es considerar las *affordances* como propiedades que pueden ser analizadas en sus propios términos. Por ello se proponen dos niveles de *affordances*: el funcional y el operacional.

1. *Nivel funcional*: identifica las relaciones de alto nivel que llevan un componente de utilidad o sentido de la utilidad durante todo el ciclo de vida del producto. Se describen como «capacidad de...». Las *affordances* a este nivel proporcionan una visión de la utilidad del producto y posibilitan la obtención de requerimientos genéricos avanzados. Este tipo de *affordances* quedan recogidas en la *figura 8*, a partir de la cual se realiza el *layout* funcional de producto, tal como aparece en la *figura 9*.

2. *Nivel operacional*: define las relaciones que precisan atributos estructu-

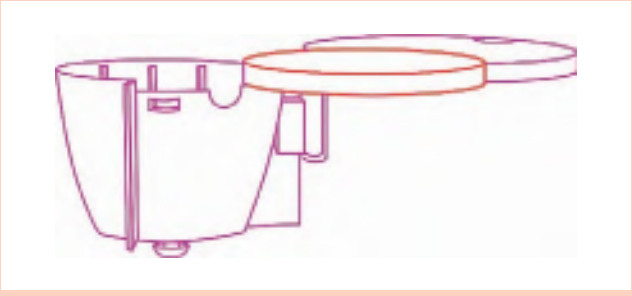

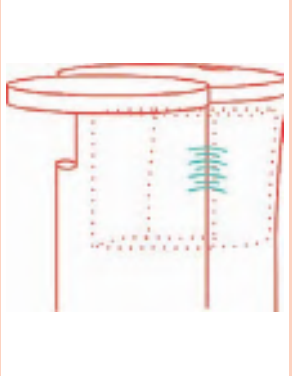
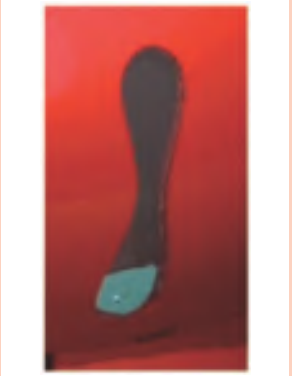
Diseño inicial	Inconvenientes	Diseño final	Solución
			
	Dificulta el <i>affordance</i> de accesibilidad por tener dos tapaderas para la introducción del agua y café; ya que es necesario realizar dos acciones, primero introducir agua y después el café o viceversa.		Rediseño para obtener una sola tapadera que mejore el <i>affordance</i> de accesibilidad a los dos compartimentos. De esta manera se minimiza a una sola acción.
	No facilita la visión del <i>affordance</i> de almacenabilidad debido al indicador interior de nivel de llenado de agua.		Rediseño para obtener un indicador de nivel exterior y mejorar la visibilidad del <i>affordance</i> de almacenabilidad.

Tabla. 6. Resultados de *affordances* para la cafetera eléctrica.

rales e informativos que los productos llevan, los cuales se relacionan directamente con el nivel funcional de *affordance*. Dentro del nivel operacional:

– Los *atributos informativos* ayudan sobre las posibilidades de comportamiento del usuario en relación con el producto. Dichos atributos son significativos, elementos perceptibles que pueden ayudar al usuario con la formación de modelos mentales cuando perciben el producto y con sus operaciones físicas mientras interpretan sobre lo que se indica.

– Los *atributos estructurales* proporcionan el acceso físico a funciones técnicas para características específicas del producto que pueden ayudar al usuario con las subtareas. Estos atributos, definidos por la forma, el color, el material y por el *layout*, permiten al usuario un adecuado uso del producto.

Paso 6: Métodos del *layout* del producto

Reestructurar las *affordances* en base a estos dos niveles requiere un cuidadoso pensamiento sobre las tareas como unidades pequeñas o subtareas que realizan los usuarios. En este caso, las subtareas se refieren a las *posibilidades de acción*. Esta consideración garantizará

que las relaciones entre las funciones técnicas y las tareas correspondientes sean analizadas en gran profundidad.

Para el caso que nos ocupa, partiendo de los grupos de interacción que están recogidos en la *tabla 2*, se obtienen *subtareas de cada función*, en las que se buscarán *affordances operacionales*:

1. *Atributos estructurales*
2. *Atributos informativos*

Los atributos informativos y estructurales surgen de la relación con la implementación del producto con respecto a la apariencia y al comportamiento del mismo en base al nuevo *layout* del producto a partir de la *figura 9*. Este trabajo queda representado parcialmente en la *tabla 5* de diseño conceptual de las *affordances*.

Pasos 7 y 8: Concepción y diseño de detalle de la arquitectura del producto

Partiendo de la *tabla 5* se procede al modelado digital del producto, su simulación y al diseño de detalle de las *affordances*. Algunos de los resultados obtenidos están recogidos en la *tabla 6*, que representa el diseño inicial y el diseño final del producto, permitiendo la simulación de usabilidad para su validación virtual.

Referencias

1. EAOD (Escuela de Artes y Oficios Digitales de Chile) «Affordances».
2. Dürsteler, Juan C. «Habilitaciones». Revista digital de InfoVis.
3. Galvao, Adriano B.; Sato, Keiichi (2005) «Affordances in product architecture: linking technical functions and users' tasks». ASME. Long Beach.
4. Galvao, Adriano B.; Sato, Keiichi (2006) «Incorporating affordances into product architecture: methodology and case study». ASME. Philadelphia.
5. F. Aguayo, Soltero, V.M., *Metodología del diseño*, Ed. Rama, Madrid 2002.

AUTORES

Ángela María Huelves Zarco

Ingeniera técnica en Diseño Industrial. Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla.

Francisco Aguayo González

Profesor de la Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla. Ingeniero técnico industrial e informático, ingeniero, doctor ingeniero industrial y psicólogo.

Juan Ramón Lama Ruiz

Profesor de la Escuela Universitaria Politécnica de Sevilla. Ingeniero técnico industrial, ingeniero en Electrónica.

Víctor Manuel Soltero Sánchez

Profesor de la Escuela Universitaria Politécnica. Ingeniero técnico industrial, ingeniero de Organización Industrial. Director de Operaciones de ESI-NOR.